Российская Академия наук
Институт истории естествознания и техники

Ю.В. Чайковский

Эволюция

Книга для изучающих и преподающих эволюцию

Памяти Сергея Викторовича Мейена
и Валентина Вонифатьевича Короны,
замечательных теоретиков ботаники,
ушедших безвременно

Москва
Электронное издание
2003, с исправлениями в 2006

Ю.В.Чайковский. Эволюция. Вып. 22. "Ценологические исследования". – М.: Центр системных исследований – ИИЕТ РАН 2003. 472 с.

Книга рассказывает про возникновение, развитие и нынешнее состояние науки о биологической эволюции. В отличие от других книг, здесь история наук призвана показать, что наши новые теории обычно коренятся в прежнем знании, в традициях и в мировоззрении. При необходимости даются параллели с идеями эволюции в других науках (космологии, геологии, экономике и др.) и религии. Подробнее других разобраны идеи российских эволюционистов.

Эволюционная идея старше европейской науки, а в науку Нового времени вошла за 300 лет до Ч. Дарвина. Ранний эволюционизм был надолго забыт, хотя во многом сходен с новейшим. Чтобы использовать прежний опыт и не повторять ошибок прошлого, ученые должны не просто знать о своих предшественниках, но уметь понимать ход их мысли и суть их споров.

Современный эволюционизм изложен как взаимодействие традиционных зоологических, ботанических и бактериологических подходов (трактовавших эволюцию как "происхождение видов" и прочих таксонов) с новыми подходами, привнесенными теорией биосферы и экологией, которые видят эволюцию как единый процесс становления экосистем. Рассмотрены механизмы эволюции, выясненные молекулярной биологией. Особый акцент сделан на нерешенных проблемах. Приведен ряд загадочных примеров, не попадающих в учебники.

Новая теория полезна для практики не предсказанием будущего хода эволюции (это мало кому важно), а конкретными рекомендациями — например, по охране природы. Показано, как эта теория влияет на систематику, рассмотрена эко-физиологическая система живого мира.

От читателя требуется знание базового школьного курса биологии. Книга снабжена списком рекомендуемой литературы (общим и по главам) и указателями. Она рассчитана на учителей биологии, студентов биологических специальностей и старшеклассников школ биологического профиля, но будет интересна и всем специалистам, кому по роду их занятий надо знать новые эволюционные идеи — биологам, экологам, инженерам, экономистам и обществоведам, а также тем, кто принимает "ценологические" решения при проектировании больших систем в различных отраслях деятельности.

Рис. 81

НА ПЕРЕДНЕЙ ОБЛОЖКЕ:

скелет мезозойского водного ящера *Tanystropheus* (см. с. 231)

ISBN 5-94911-006-4

© Ю.В.Чайковский, 2003
© Б.И.Кудрин, предисловие редактора серии, 2003

Оглавление

Предисловие редактора серии....8
Предисловие автора....11

ЧАСТЬ 1. РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ ЭВОЛЮЦИИ

Глава 1. Творение или развитие?....12

1-1. Дарвинизм и эволюция....12
1-2. Что такое эволюция....14
1-3. Начало идей эволюции – в религии....15
* Библия: мир и человек сотворены дважды....16
1-4. Религия и наука о рождении мира....17
1-5. Эволюция у первых натуралистов....19
1-6. От софистов до Аристотеля....22
* Существенное и побочное....26
1-7. Наследственность, изменчивость, отбор....26
1-8. Рождение идеи предначертанной эволюции....29
1-9. Богословы, мореплаватели и эволюция....30
1-10. Вот он, основатель эволюционизма....33
1-11. Человек – модель эволюции....35
1-12. Дорожки от Хэйла к Дарвину... 36
1-13. ... и мимо....38
1-14. Появление эволюционной философии....40
1-15. Морфология и законы эволюции....42
* Эволюция и катастрофы....46
1-16. Эволюция и физиология....46
1-17. Ламарк и идея прогресса....49

Глава 2. Победа эволюционной идеи....51

2-1. Научная революция....51
2-2. Немцы выходят на эволюционную сцену....53
2-3. Связь всего со всем. Биосфера....54
2-4. Эволюция романтическая....57
2-5. Развитие зародышей и эволюция....60
2-6. Знаменитый спор....62
2-7. Что такое жоффруизм....63
* Гомология....66
** Карл Нэгели и развитие жоффруизма....67
2-8. Молодой Дарвин....68
2-9. И острый галльский смысл, и сумрачный германский гений....71
2-10. Пока Дарвин писал «Длинную рукопись»....73
2-11. Первые успехи и неудачи дарвинизма....77
2-12. Дарвинизм без отбора....80
2-13. Дарвин без Мальтуса....82

Глава 3. Наследие Дарвина 84

3-1. Две истории науки....84
3-2. Поздний Дарвин....85
3-3. Зачем половой отбор? И есть ли он в природе?....88

3-4. «Кошмар Дженкина»....91
3-5. Законы наследования. Дарвинизм по Уоллесу....92
3-6. Принцип смены функций. Дарвинизм по Дорну....94
3-7. Диалектика отбора. Дарвинизм по Дарвину....96
* Отбор: явление природы или способ выражаться?....99
3-8. Активное приспособление. Дарвинизм по Геккелю....101
3-9. Презумпции наследования. Дарвинизм по Вейсману....105
* Юридические презумпции тоже весьма опасны....107
3-10. Происхождение родов идет не так,
как происхождение видов. Дарвинизм по Копу....108
* Параллельные ряды....109
3-11. Борьба как взаимопомощь. Дарвинизм по Кропоткину....110
3-12. Рождение генетики. Дарвинизм по де-Фризу и Мензбиру....112
3-13. Российский эволюционизм: мир как целое....115
* Симбиогенез....117
3-14. Мир как целое у Ганса Дриша. Энтелехия....118
3-15. О пользе юбилеев....120
3-16. Шоры дарвинизма....121

Глава 4. Вокруг советской биологии....122

4-1. Исходные посылки....122
4-2. Московская школа эволюционной генетики....125
4-3. Системное понимание отбора....126
4-4. Эволюция и политика....128
4-5. Ученики Четверикова: мутации и отбор....129
4-6. Ученики Четверикова: творческая роль отбора....130
4-7. Ученики Четверикова: генетика развития и эволюция....132
4-8. Ученики Четверикова: генетика формальная и не очень....133
4-9. Ряды и номогенез....135
4-10. Рождение номогенеза....137
4-11. Номогенетики-дарвинисты....142
* Номогенез, дарвинизм и другие учения....143
4-12. Теория по имени «историческая биогенетика»....143
* Действительно – синтез учений....146
4-13. Винт эволюции (новый жоффруизм)....148
4-14. Дарвинизмы бывают разные....151
4-15. Эффект группы....155
* Национальная наука....158
4-16. Биологическое поле....159
4-17. Феномен Любищева....161

ЧАСТЬ 2. МЕХАНИЗМЫ ЭВОЛЮЦИИ

Глава 5. Новые представления об эволюции: отбор, онтогенез и иммунитет.... 167
5-1. Есть ли теория?....167
* Выявление презумпций. “Бритва Оккама”....171
** Доводы в свою пользу не ведут к теории....174
*** С историей или без?....175
**** С чего новую теорию следует начать?....175
5-2. Неслучайность «случайных мутаций». Что отбирается отбором?....176
5-3. Идея Творения в новом дарвинизме и иммунитет....178

5-4. Химический ламаркизм....180
* Вентребер, старец – пионер....182
5-5. Ламаркизм и новая генетика....184
5-6. Прыгающие гены и редактирование РНК....186
5-7. “Центральная догма”, “главная молекула” и иммунитет....188
5-8. Экспериментальная эволюция. Подход иммунологов....189
* Отбор “по Дарвину” и положительный отбор....192
5-9. Экспериментальная эволюция. Подходы других биологов....193
* Экспериментальная эволюция у бактерий....196
5-10. Экспериментальная эволюция. Модели отбора....197
* Квант селекции....199
5-11. Экспериментальная эволюция. Доминанта и стресс....200
* Физиологический стресс (эвстресс)....202
** Патологический стресс (дистресс)....203
5-12. Первичные половые клетки и новый пангенез....204
5-13. Новое понимание отбора....208
* Генетический поиск....209
** Отбор как явление и как способ рассуждать. Одомашнивание.... 211
5-14. Эволюция и новая термодинамика....212
5-15. Биологическое поле и целостность зародыша....215
* Поле, гомеобокс и эволюция....218
5-16. Самоорганизация и сравнительный метод....219
5-17. Этьен Жоффруа и молекулярный номогенез....222
5-18. Случайность в эволюции организмов....224
* Сложная неравномерная случайность....224
** На грани порядка и хаоса....226

Глава 6. Сообщества, уровни и разнообразие....227

6-1. Эволюция организмов и эволюция природы....227
6-2. Тенденции в эволюции крупных таксонов....229
* Экологическая прочность....231
6-3. Наука о разнообразии – диатропика....233
* Блочность строения и параллельные ряды....234
** Таксоны и мероны....236
*** Грамматика биологии....239
6-4. Наследуется не свойство, а разнообразие свойств....243
* Транзитивный полиморфизм против “полового отбора”....244
6-5. Простые примеры применения диатропики....244
* Зачем нужна теплокровность?....245
** Зачем нужен иммунитет?....246
6-6. Иммунитет и экология клеток....247
6-7. Уровни развития и фракталы живого....252
6-8. Сквозная закономерность эволюции....256
6-9. Горизонтальный перенос....258
6-10. Век генетики....261
6-11. Рефренная структура и структурализм....264
* Гиперболы Виллиса....268
6-12. Эволюция экосистем....269
6-13. Эволюция как преобразование разнообразия....272
* Ниша и таксон....273

6-14. Эволюция сверху и снизу.....275
6-15. Гея и эволюция организмов.....276
* Ряды окрасок и мимикрия.....279
6-16. Единая схема эволюции.....280
* Новые свойства и новые сущности.....285
6-17. Избавимся от неоправданных терминов.....286

ЧАСТЬ 3. КАК ЭВОЛЮЦИЯ ШЛА

Глава 7. Загадка начала жизни.....288

7-1. С чего начинать отсчет эволюции жизни?.....288
7-2. Молодая Земля.....291
7-3. Отбор до размножения. Разве так бывает?.....294
7-4. Сначала биоценоз, затем организмы.....297
7-5. Биосфера как организм.....301
7-6. Новая термодинамика: планета делает на себе жизнь.....304
7-7. Жизнь родилась в скороварке?.....305
7-8. Рибозим, или появление наследственности.....309
7-9. Самосборка, хиральность и сродство.....312
7-10. Энергия жизни и ее лучи.....315
7-11. Рождение поля жизни.....318
7-12. Итог. Проблема четырех *R*.....322

Глава 8. Главные черты эволюционного процесса.....323

8-1. Различные понимания процесса эволюции.....324
8-2. Эволюция и систематика царств.....326
8-3. Первые бактерии.....327
8-4. Эволюция клетки: принцип компенсации.....329
8-5. Эволюция клетки: у клетки появляется ядро.....333
* Диатропика митозов и эволюция.....335
8-6. Часы эволюции: время течет вперед и назад.....337
* Блочность эволюции против симбиогенеза.....339
8-7. Принцип блочности в ранней эволюции.....342
8-8. Появление мейоза и многоклеточности.....344
8-9. Черновики Господа Бога.....346
8-10. Компенсация как тенденция.....349
8-11. Тенденции, прогресс и регресс.....350
* Пример связи эмбриологии и палеонтологии.....353
8-12. Иммунитет как итог и двигатель эволюции.....354
8-13. Эволюция биосферы.....358
8-14. Солнечная активность и эволюция.....361

Глава 9. От червя до человека.....362

9-1. Рост разнообразия и скоростей.....362
9-2. Аспекты процесса эволюции.....364
9-3. Главные изобретения эволюции и их описание.....366
9-4. Преобразование фаун и флор в пространстве.....367
9-5. Или прогресс форм, или прогресс функций.....373
9-6. Отчего вымерли динозавры?.....374
9-7. К диатропике вымираний.....378
* Статистика вымираний и фракталы.....381

9-8. Эволюция и сдвиг материков....383
9-9. Реальное доказательство факта эволюции....385
9-10. Эти живучие крокодилы....386
9-11. Блочность и планы строения....388
9-12. Блочность и родство групп....389
* Происхождение цветковых и гамогетеротопия....391
9-13. Блочность и эволюция позвоночных....393
9-14. Блочность и лазаревы таксоны....396
9-15. О происхождении человека....399
* Ископаемые мозги....403
** Дитя жары и мороза....405
9-16. Конец эволюции?....406

ЧАСТЬ 4. ПРИЛОЖЕНИЯ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ТЕОРИИ

Глава 10. Эволюция и систематика....407

10-1. Система, таксоны и названия....407
* Тезис Короны....410
10-2. Филогенетика, кладизм и систематика....411
* Кладизм....416
** Какую же систему считать эволюционной?....417
10-3. Альтернативы кладизму и филогенетике вообще....420
10-4. Макросистемы в рамках филогенетики....424
* Родство и сущность....427
10-5. Диатропика и систематика....428
10-6. Система голосеменных растений Мейена....429
10-7. Ядро и периферия....431
10-8. Логика макросистемы....433
10-9. Макросистема эволюционная и нефилогенетическая....436
* Царства и межцарства....438
** Макросистема как парк....440
*** Уровни организации....440
10-10. Царство человека....443

Глава 11. Практические рекомендации. Заключение....445

11-1. Поиски остатков внеземной жизни....446
11-2. Загадочный карбон и умеренные креационисты....447
11-3. Диатропический прогноз....449
11-4. Тенденции эволюции и спасение природы....450
11-5. Как жить в новой биосфере?....451
11-6. Заключение....453
Рекомендуемая литература....456
Сокращения....459
Именной указатель....460
Указатель основных терминов....469

БИОЭВОЛЮЦИЯ КАК МОДЕЛЬ ЭВОЛЮЦИИ ТЕХНОГЕННОГО МИРА

Существующая, точнее – сложившаяся к концу XX века политическая и экономическая система индустриального капитализма (у нас – итоги индустриализации страны), вступив в постиндустриальное информационное бытие, находится в кризисе таком, что говорят о демонтаже, сломе капитализма, гибели западного среднего класса (что делает общество Н-неустойчивым). На смену термину *глобализация* идёт *глокализм* (glokalism), по М.Эпштейну – сочетание в развитии человечества процессов глобализации и локализации. Утверждают (в терминах З.Баумана: globales и locales), что есть глобалы, живущие в глобальном мире, где в процессе производства и обмена реализуется господство информационных факторов над вещественными и существует свобода от всех локальных и государственных ограничений. А локалы (их 80-90 % жителей Земли) прозябают в локусах, перемещаются вынужденно из одного в другой, обособляясь по прожиточному минимуму (нищете) или по этническому, религиозному, культурному уровням.

Что это как не следствие эволюции общественно-производствнных отношений (развивающихся далеко не по Марксу), экспансии западной культуры и протестантской этики; и не тень ли Мальтуса на горизонте техноэволюционного тупика техногенной цивилизации?

В рамках глобальной эволюции всего и вся книга Ю.В.Чайковского, так я её определяю, рассказывающая “про возникновение, развитие и нынешнее состояние науки о биологической эволюции”, как картина эволюционного миропонимания, как основа моделирования по аналогии, будет, без сомнения, интересна тем, кто серьёзно пытается осмыслить эвоолюционные процессы в любой из реальностей: физико-химической, биологической, технетической (от technetics - технетика), информационной, социальной. Книга ценна историческим подходом к эволюционной идее, целостным – к экофизиологической системе живого мира.

Знание специфики подходов к установлению фактов и объяснений биоэволюции, картина гипотез и столкновения мировоззрений, различия в интерпретации законов и закономерностей биологии и экологии (их приходится различать) имеют особое, исключительно важное значение для понимания хода и вектора развития техногенного мира. Собственно для объективизации изучения техноэволюции и была в 1996 г. начато издние серии “Ценологические исследования”, концептуально опирающаяся на монографию C.B.Williams, 1964. В серии от рассмотрения (подобного изучению поведения и свойств отдельного организма-системы, точнее – вида) единичных отдельных изделий (техники), технологий, материалов, продукции, экологических воздействий (всё это, охватывающее все материальные проявления техногенеза, определено одним термином – технетика) последовательно заменяется рассмотрением сообществ составляющих технетики – техноценозов (введение нового термина исключает путаницу, возникающую когда понятие “техника” как сейчас “технология” толковалось максимально широко).

Тогда можно говорить о технетике как науке о технической реальности, основным объектом исследования которой являются техноценозы и дефиниции (сущности), их образующие, и опираться на аналогии био- и техноэволюции, оперируя всеми понятиями от генетического уровня до популяционного, и используемых в биологии; от особи до биоценоза – в экологии. Подход оказался для техногенеза продуктивным, начиная с приятия самого термина “эволюция”, предложенного Ф.Добжанским и Е.Безигером (в изложении К.М.Завадского). Оказалось, что свыше сорока положений, правил, законов и закономерностей, постулатов биоэволюции объясняют технетические процессы (естественно, при уточнении терминологии или введении новой, например, “ассортица”). Точнее, можно говорить об общности механизмов эволюции в неживом и живом, в технетическом и информационном, наконец, в социальном.

Поскольку устойчивость техноценозов по разнообразию элементов-особей и устойчивость соотношения крупное-мелкое было замечено и описано мною в 1971-

1973 гг., а объяснена – сформулирована в виде законов, в том числе информационного, в 1976-1981 гг., то положить в основу дарвиновские представления было неизбежным, и единственно логично было строить информационный отбор на основе естественного; таблично, по Бергу, представить тихогенез и номогенез для сравнения с техногенезом.

Молодому поколению читателей напомним, что дарвинизм был “единственно верным учением”, так как именно от был поднят на щит материализмом марксизма-ленинизма. Взгляды, подобные излагаемым Ю.В.Чайковским, замалчивались, просто не публиковались, а то и карались. Поэтому, конечно, книга будет интересна тем, кому её адресует автор. Но она полезна и необходима технариям и философам техники, которые подходят к исследованию технической реальности как к определяющему феномену, как к сущности сегодняшней цивилизации; которые пытаются проникнуть в тайны рождения, становления, развития и ожидаемой гибели техногенного мира. Есть ли общие законы эволюции, которые можно проследить на примере биоэволюции?

Энциклопедия “Глобалистика”, М., 2003, 1328 с. (изданная и на английском) в статье “Эволюция биологическая” говорит: “Истинные факторы эволюции вскрыл Ч.Дарвин, тем самым создав научно обоснованную эволюционную теорию…, дарвинизм наиболее полно и логически непротиворечиво описывает механизм эволюции. Поэтому с развитием биологии подтверждается правильность дарвиновской теории”. В моих статьях Энциклопедии (прежде всего это касается статей : Информационный отбор. Технетика; Техническая реальность; Технический вид” Техногенез; Техноценоз) ощущается уверенность в правильности дарвиновских представлений. Так, информационный отбор отличается от естественного принципиально только одним: незакреплённая информация документируется и превращается в программу.

Сформулируем некоторый новый подход к эволюционной теории, представив две матрицы, которые последовательно, с технетических позиций, детализованы. Предлагаем больше уделять внимание отслеживанию воздействия (изучению пар, каждая из которых представляет крупную научную проблему). Например, для второй матрицы: Б1 – воздействие биологического на технику (отказ насосов подачи воды из-за лишайников и мхов); Б2 – разведение рыбы в прудах-охладителях; Б3 – потеря изоляционных и других свойств материалами в космических аппаратах из-за непредвиденного действия мутантами-микроорганизмами, которые на земле не были известны.

Но вернёмся к работе Чайковского. Если дарвиновские представления не адекватны эволюции, совершающейся в живой природе, и если более значимы иные механизмы эволюции, то меняется ли и как сущностное содержание и вложенность отборов – энергетического, естественно, информационного, документального, интеллектуального, каждый из которых задаёт эволюцию соответствующей реальности. На эти вопросы даст ответы критическое осмысление фактуры книги.

Может быть, таким путём мы найдём нечто единое в эволюции, согласившись с соединением Иоганном Гердером Бюффона с Мопертюи (с.54): “… единый план прочерчен не только через всё живое, но и через неживое”.

1.

2. Матрица конъюнкции реальностей и технетики

Реальности (миры)	Составляющие технетики				
	1. Техника	2. Технология	3. Материалы	4. Продукция	5. Экология
Физическая	Ф1	Ф2	Ф3	Ф4	Ф5
Биологическая	Б1	Б2	Б3	Б4	Б5
Техническая	Т1	Т2	Т3	Т4	Т5
Информационная	И1	И2	И3	И4	И5
Социальная	С1	С2	С3	С4	С5

Разве не очевидно различие в специфике проявления разных форм отбора при взаимодействии технической реальности с реальностью физической и биологической, технической с технической же, с информационной, социальной. Сравните выемку скальной породы, её транспортировку, дробление, где физическое пассивно, а иначе и быть не может, осуществляя, как предписывает техника, движение (в философском смысле) в рамках законов картины мира Ньютона–Максвелла–Менделеева, с активным витальным поведением биологического, противодействием его собственно техническому (технике разного рода и материалам, например, пестицидам) неухоженной обочиной дорог, брошенностью поля, как при “сплошной коллективизации”, так и во время перестройки зарастающего не радующими нас травами, а сорняками, где крапива – далеко не худшее из них. Энтелехия живого – налицо, и это биологическое (его ухоженность и неухоженность), ставшее технической реальностью, стремится сбросить, забыть техническое, чтобы начать жить по Ч.Дарвину, Л.Бергу, И.Шмальгаузену, так сказать, спокойно и без технического насилования.

Выявление следов и определение степени техногенного воздействия на любой объект биосферы и в пределах верхней мантии и других сфер зависят лишь от инструментальных возможностей. Для гипотетического инопланетянина бесспорно техногенное развитие нашей планеты. Высадившись в глухой тайге и проведя измерения, он заключит, что планета заселена неразумными: домны – чадят, холодильники – фреонят, бомбы – взрываются.

Сделаем очевидный для меня вывод, лишь в малой степени объясняемый вторым началом термодинамики. Вроде бы как будто биологическое живое побеждает мёртвое физическое, изменяя его в направлении, благоприятном для себя; техническое – биологическое. Но это в целом, глобализуя вектор эволюции в одну сторону – в сторону (применим термин с осторожностью) прогрессивной эволюции. Но в каждой точке (для конкретной биологической и технической особи) движение обратное. Витальная сила живого, хотя бы на уровне простейших, побеждает, обращая вспять вектор техноэволюции. Может, СПИД вирусный генотип, коровье бешенство – первые звонки саранче человеческой?

И здесь, в заключение, хотелось бы привести две цитаты из книги Чайковского: одна напоминает девиз биолога и натурфилософа А.А.Любищева: если не хочешь быть осмеянным потомками, никогда не смейся над предками” (с.61); другую формирует сам автор и “научное сообщество переходит к новому видению явлений не тогда, когда публикуется решающий факт, а тогда, когда оно готово принять объясняющую его теорию” (с.53).

Б.Кудрин,
Бахтино, октябрь 2003.

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Зачем нам теория эволюции живой природы? Почему она вновь и вновь овладевает умами ученых, а то и всего общества? Конечно, она служит фундаментом нынешнего мировоззрения и потому привлекает внимание при обсуждении любых общих вопросов. Однако в последние годы появилась еще одна причина думать об эволюции: та теория эволюции, которой учат в школе и вузах, говорит лишь о процессах бесконечно медленных, незаметных глазу, а вокруг мы видим, наоборот, очень быструю эволюцию, она бьет в глаза и требует к себе внимания.

В последние 70 лет число людей на Земле утроилось, что преобразило и вскоре еще более преобразит облик планеты. Быстро меняется климат: отступили ледники, казавшиеся вечными, и обнажили могилы Средневековья. Быстро эволюируют виды, появились формы животных, столь живучие, что хоть беги (например, московские комары, крохотные и ненасытные). Быстро строится (особенно в городах) особая природа, приспособленная к тому, чего прежде никогда не было (например, к ядам и радиации). Многие виды птиц, прежде перелетные, зимуют теперь в городах. Исчезли такие вечные болезни, как оспа, и появились новые, столь же грозные. Живой мир меняется на глазах, и, как выяснено, периоды очень быстрых изменений в прошлом тоже не раз бывали. Исчезают многие виды, и попытки их спасать часто беспомощны. Всякий ли вид можно спасти? В учебнике дарвинизма (и иных старых теорий эволюции) ничего об этом не прочесть.

Словом, нужна теория эволюции, которая опишет процессы быстрые, медленные и катастрофические, которая поможет нам жить в мире кризиса и укажет, как из него выйти (если выход вообще есть, что пока неизвестно). Об этом и пойдет у нас речь – сперва о старых теориях, а затем и о вырастающей сейчас из них новой теории эволюции живой природы.

Исправлены ошибки, а новый материал собран в Добавления в конце книги. Замены текста (пп. 3-3, 3-6, 4-12*, 4-17, 5-1*, 5-12, 5-13**, 5-15, 6-6, 6-10, 6-15*, 6-17, 7-8, 8-8, 8-12, 9-4, 9-5, 9-7, 10-2*, 10-3, 10-10) призваны прояснить основную мысль (даны вместо лишних подробностей, полемического материала, уже выполнившего свою роль, и уходов в сторону).

Кроме коллег, названных в предисловии к «Эволюции», хочу поблагодарить тех, кто указал мне на ошибки. Это Елена Е. Коваленко, Е.Н. Панов.

Часть 1. Развитие представлений об эволюции

Что такое эволюция? Кто и когда впервые начал думать о ней? Можно ли считать факт эволюции строго установленным? Каковы движущие силы и механизмы эволюции? Как фактически шла эволюция? С какого времени можно считать эволюцию явлением, вполне признанным академической наукой? Как ни странно, из всех этих вопросов, вроде бы таких привычных, однозначно можно ответить лишь на последний: со времен Чарлза Дарвина. Даже в самом факте эволюции некоторые снова стали сомневаться, но никто, даже ярые противники идеи эволюции, не отрицают, что до Дарвина эта идея жила в науке на правах лжеучения, а после него стала предметом широкого исследования и обучения. В этом непреходящая заслуга английского натуралиста, которая останется за ним независимо от того, как пойдет в будущем развитие науки. А пойти оно может путями неожиданными.

Глава 1. Творение или развитие?

1-1. Дарвинизм и эволюция

Если в 1937 году ботаник В.Л. Комаров, президент Академии наук, мог уверенно писать, что «для своего времени Дарвин учел весь точно установленный материал биологии и геологии и дал поэтому исчерпывающую теорию», то через четверть века ситуация сильно изменилась: готовясь отметить столетие «Происхождения видов», западные историки науки погрузились в архивы, в старые книги и журналы и пришли к поразительному выводу – Дарвин пренебрег очень многим, причем все крупные натуралисты того времени указывали ему на неучтенный им материал, противоречивший его выводам; этот материал так и не нашел места в трудах Дарвина, однако это (вот странность) нисколько не помешало победе эволюционного учения.

После юбилея появилось много книг и крупных статей с изумляющими заглавиями вроде: «Darwin's metaphor: does nature select?» («Метафора Дарвина: отбирает ли природа?») или даже: «Evolution without evidence, Ch. Darwin and the Origin of Species» («Эволюция без доказательства – Дарвин и Происхождение Видов»). Естественно, советский читатель не узнал об этом ничего – ведь дарвинизм был неотъемлемой частью коммунистической идеологии. Удивительнее, что российский не знает до сих пор. Даже в последнем "академическом" издании "Происхождения видов" (СПб., Наука, 2001) комментарии игнорируют всю указанную деятельность дарвиноведов.

Многие до сих пор уверены, что дарвинизм – то же самое, что теория эволюции, и что поэтому ему противостоит *креационизм* – учение о творении Богом каждого вида в отдельности. Термин "креационизм" происходит от латинского *creatio ex nihilo* – «выбор из ничего» (отсюда и английское *creation* – творение). Наиболее радикальны "научные креационисты": они уверены, что, указывая на изъяны дарвинизма, ниспровергают эволюционную идею вообще. Это наивно.

Стороны не слушают друг друга и не знают никого, кроме друг друга. Далее я постараюсь показать, что эволюционная наука развивается на совсем ином интеллектуальном поле. Мне уже случалось писать, что "научный креационизм" – явление вовсе не научное, а политическое, что он вовсе не противник дарвинизму, а его оборотная сторона ("словно цирковые борцы, они нужны друг другу" [*Чайковский,* 1993, с. 139]), и недаром оба предпочитают спорить друг с другом, а не изучать нынешнюю науку. За прошедшие 10 лет ситуация еще

более прояснилась. Перегиб в одну сторону всегда рождает перегиб в другую. Сто лет уверений “либо Дарвин, либо творение” естественно привело верующих к мысли, что изъяны дарвинизма исправимы лишь возвратом к идее творения в ее самой примитивной форме. Но и креационизм ведь бывает разный.

С тем креационизмом, который распускается сейчас, никакой разговор невозможен, поскольку его адепты ничего не читают и не слушают. Причем происходит это не в первый раз. Вспомним, как раннее христианство, едва освободившись от гонений, само сразу же принялось за гонения и жгло библиотеки; как ученая Античность, увлекшись христианством и мистикой, беспечно растеряла всю ученость и даже грамотность. Землю опять стали считать плоской, а грамотных искали по монастырям (и не во всяком находили). Не будем пренебрегать мудростью отцов Церкви, но не будем и забывать, что они были очень различны – одни собирали античную мудрость, чтобы переосмыслить ее по-христиански, другие простодушно искореняли. И что умствовавшие отцы Церкви были всего лишь островками в океане невежества, затопившем античную мудрость. (Напомню, Высокое средневековье с его культурой пришло лет через 700 после падения Римской империи.) Так что если мы не хотим из мира свободы веры и настольных компьютеров прямиком вернуться в темный мир раннего Средневековья, то давайте не забывать прошлого.

Для начала напомню, что креационизмом именуются два течения мысли. Одно понимает эволюцию как непрерывное творение, а другое отрицает эволюцию вообще. Первое направление много дало науке о природе. Его лучшие представители далее названы не раз.

Его новым выразителем может служить православный просветительский сборник: Той повеле, и создашася. Современные учёные о сотворении мира / ред. А.В. Гоманьков. Клин, “Христианская жизнь”, 1999. К этому направлению примыкает и американский популяризатор Ариэль Рос, чьей книги (*Рос А.* В начале... . Заокский (Тульская обл.), “Источник жизни”, 2002 – многоточие оригинала) мы коснемся в п. 4 и в главе 11. Он не объявляет своей позиции, рассказывает многое об эволюции, но склоняется к долгому творению. Так, он допускает, что Вселенная создана до “шести дней творения”.

Креационистами именуют себя и сторонники направления, отрицающего сам факт эволюции. Поскольку отрицать изменение органического мира после всех открытий палеонтологии невозможно, данное направление объединяет тех, кто ее не знает или пытается уложить ее в библейские сроки (что, как мы увидим, почти то же). Книги этого направления спорят с дарвинизмом XIX века, и приводить их тут смысла нет.

Однако на немецком языке издан в 1992 году учебник ЮШ (см. список сокращений), спорящий с дарвинизмом середины XX века и даже приводящий данные из биологии и геологии, в самом деле для теории эволюции трудные. Отстаивая краткость земной истории и указывая на несовершенство изотопных методов, дающих древним слоям огромные (в том числе миллиарды лет) возрасты, авторы тем не менее самокритичны: “Конструктивное толкование распада изотопов в рамках модели сотворения следует рассматривать как нерешенную проблему в учении о сотворении” (ЮШ, 163). С такими креационистами уже можно беседовать. В учебнике много интересных и полезных сведений, но, к сожалению, почти нет ничего из науки последнего полувека. И спорит он только с вариантами дарвинизма.

Поэтому надо различать дарвинизм и эволюцию. Эволюция – явление природы, а дарвинизм – лишь один (притом старый) способ толковать некоторые

свойства этого явления. Тот, кто взялся отрицать явление, обязан уметь опровергнуть данные о самом явлении, а не удобное ему толкование.

1-2. Что такое эволюция

Противников идеи эволюции, даже ярых, можно понять: ведь книги по эволюции нередко и впрямь вызывают оторопь. Судите сами – в известном американском руководстве читаем: «Эволюцию можно рассматривать как изменения любого свойства данной популяции с течением времени. В некоем общефилософском смысле в этом и заключается суть эволюции» (*О.Солбриг*, *Д.Солбриг*. Популяционная биология и эволюция. М., 1982, с. 21). Философия тут ни при чем (любой философ сразу скажет, что смысл слова «эволюция» здесь не раскрыт, а лишь загнан в слово «изменение»), но не будем придираться к словам, а прочтем дальше:

«В одном из весьма популярных определений эволюция рассматривается как изменение частоты отдельных генов из поколения в поколение. Это очень точное определение». Подобное определение есть во многих книгах. Но если так, то креационисты правы – умнее и честнее призвать Бога, чем пытаться понять, какие гены должны были изменить частоту, чтобы, к примеру, появился фотосинтез (принято считать, что первые организмы им не обладали).

Кстати, сама по себе религиозность авторов и их призыв к Богу вовсе не означают отказ от понимания эволюции. Вот определение эволюции, которое дал французский палеонтолог-иезуит Пьер Тейяр де Шарден полвека назад:

“***Эволюция – что это? Теория? Система? Гипотеза? Нет, но зато нечто большее: общее условие, которому должны отныне удовлетворять, чтобы быть осмысленными и истинными, все теории, гипотезы, системы. Свет, освещающий все факты, изгиб, который принимают все линии – вот что такое эволюция***”.

А вот определение из советской энциклопедии, благополучно перешедшее в новейшее (2000 г.) российское издание:

“Эволюция (биол.), необратимое ист. развитие живой природы. Определяется изменчивостью, наследственностью и естеств. отбором организмов. Сопровождается приспособлением их к условиям существования, образованием и вымиранием видов, преобразованием биогеоценозов и биосферы в целом”.

Слова о биосфере добавлены в новом издании (веяние времени), но в целом мы видим, как и в советское время, не определение явления, а декларацию конкретного взгляда на него. Работать с таким “определением” невозможно. Однако и у дарвинистов бывали приличные определения. Например, старый польский учебник «Эволюционизм» Станислава Сковрона (русский перевод [*Сковрон*]) дал такое определение эволюции:

«Эволюцией называется в основном необратимый процесс, происходящий во времени, благодаря которому возникает что-то новое, разнородное, на более более высокой ступени развития. Говоря об эволюции, мы не имеем в виду действия какой-то таинственной силы, а естественный процесс... Астроном говорит об эволюции планетарных систем и звезд, геолог – об эволюции Земли, а биолог – об эволюции живых существ… Языковед старается с эволюционных позиций подходить к вопросам своей специальности, мы говорим об эволюции наших взглядов на разные проблемы; можно, наконец, говорить об эволюции какой-нибудь машины… Первые часы, автомобили, пишущие машины выглядели иначе, чем современные. Изменения, которые они претерпевали, происходили постепенно,

и имея перед собой очередные модели, можно было бы легко восстановить эти постепенные изменения.»

Определение неидеально (я бы уточнил: ***эволюция живого есть эволюция биосферы, в ходе которой эволюируют входящие в нее сообщества, в свою очередь состоящие из эволюирующих видов)***, но с ним можно работать. Оно ясно говорит, что эволюция живого – частный случай эволюции, и это очень важно. Еще важнее, что в определении *явления* нет ни слова о какой бы то ни было *теории,* призванной объяснять это явление.

Зато сразу встает вопрос о том, что в биологической эволюции особенно, а что обще с другими формами эволюции (космической, языковой и т.д.). Сковрон его не коснулся, наоборот, он прямо назвал биоэволюцией «процесс, происходящий благодаря специальным биологическим механизмам и подчиняющийся собственным законам.» Поэтому стоит заметить, что бывают хорошие определения эволюции вообще. Так, в дни Дарвина философ Герберт Спенсер дал такое определение:

“***Эволюция есть интеграция материи и сопутствующее ей рассеяние движения, причем материя переходит от состояния неопределенной, бессвязной однородности к состоянию определенной , связной разнородности, а сохраненное движение претерпевает параллельные изменения***”.

В последние 40 лет в теории общих свойств эволюции достигнут важный прогресс (чего, кстати, совсем не учитывают ни дарвинизм, ни «научный» креационизм). Ими мы займемся позже (и увидим, что определение Спенсера поразительно актуально – надо лишь заменить “рассеяние движения” на “рассеяние энергии”), а сейчас поговорим об эволюционизме раннем.

1-3. Начало идей эволюции – в религии

В сущности, *эволюционизм* (совокупность знаний об эволюции) старше самой науки. Все древние культуры имели свою *космогонию* (мифы о рождении мира). В восточных космогониях обычным сюжетом было “мировое яйцо”, из которого вылупился мир. Следы этого мифа проникли и на Запад (рис. 1). В древних космогониях для нас существенна идея законов природы, которых и боги не в праве нарушить. Греческая космогония дошла до нас в поэме Гесиода, жившего в -VII веке (будем, как принято, например, у историков астрономии, ***обозначать даты до новой эры в виде отрицательных***). Поэма называется «Теогония» («Происхождение богов») и цитируется далее в переводе В. Вересаева. Поэт обращается к музам:

Всё расскажите, – как боги, как наша земля зародилась,
Как беспредельное море явилось и шумные реки,
Звёзды, несущие свет, и широкое небо над нами;
Кто из бессмертных подателей благ от чего зародился,
Как поделили богатства и почести между собою...
И сообщите при этом, что прежде всего зародилось.

Это напоминает чем-то программу научного исследования. Вот как отвечает поэт (чьими устами вещают те же музы):

Прежде всего во вселенной Хаос зародился, а следом
Широкогрудая Гея, всеобщий приют безопасный,
Сумрачный Тартар, в земных залегающий недрах глубоких,
И, между вечными всеми богами прекраснейший, Эрос.

Гея – это богиня земли и, одновременно, сама земля; Эрос – бог любви. Если

вдуматься, это важные мысли: сперва появилась первичная субстанция (хаос), т.е. мир мыслится отнюдь не вечным. Первичным духовным началом названа любовь (тогда как вражда отодвинута в состав младших божеств). Света и тьмы сперва не было, их породил Хаос:

Черная Ночь и угрюмый Эреб родились из Хаоса.
Ночь же Эфир родила и сияющий День, иль Гемеру...

Далее, первые боги (а с тем и первые сущности) порождены бесполо, равно как и первые поколения их детей:

Гея же прежде всего родила себе равное ширью
Звёздное небо, Урана, чтоб точно покрыл ее всюду
И чтобы прочным жилищем служил для богов всеблаженных;
Нимф, обитающих в чащах нагорных лесов многотенных.
Также еще родила, ни к кому не всходивши на ложе,
Шумное море бесплодное, Понт. А потом, разделивши
Ложе с Ураном, на свет Океан породила глубокий...

Океан – это обтекающая землю кругом река и, одновременно, речной бог. Как видим, каждое начало двулико – природный объект или явление и антропоморфный (подобный человеку) бог этого объекта или явления. А половое порождение вторично. Этим сразу задано миропонимание – то самое, которое характерно поныне (так, в дарвинизме существует нерешенная проблема происхождения полового процесса – чем он выгоднее бесполого размножения?). Для сравнения отметим, что в китайской космогонии Инь и Ян (женское и мужское начала) первичны.

В обильных порождениях Геи нет принципа наследственности: она (а затем и другие богини) порождала самых немыслимых чудищ. Этот процесс порождений Геи пресек последний ее сын Кронос, оскопив своего отца Урана. Оскопил он его, кстати, серпом – орудием культурного земледелия, знаменуя тем самым начало нового типа и этапа жизни. Нету еще в «Теогонии» и понимания роли солнца: свет и тьма – самостоятельные сущности, рожденные задолго до солнца и, одновременно, солнечного бога – Гелиоса (внука Геи и Урана). Появление растений и животных по сути не привлекло внимания греческого космогониста, и в этом его крупный просчет (с нашей точки зрения) по сравнению с еврейской космогонией. Чья возникла раньше – предмет споров, в которые мы вступать не будем.

* Библия: мир и человек сотворены дважды

В книге Бытия (первая книга Священного писания евреев и христиан) читаем, что Бог (его происхождение не рассматривается) сотворил,

Рис. 1. Бог — архитектор мира. Миниатюра из английской Библии XIV века. Вряд ли художник сознавал, что воспроизводит идеи древних космогоний — рождение Вселенной из “мирового яйца” и управляющие ею законы, которым сами боги вынуждены подчиняться. (Эти законы у греков выступали в облике богинь: мудрости — Афина, судьбы — три Мойры, и справедливости — Фемида. От них у христиан остался только механический инструмент (циркуль) в руках Творца)

как и у греков, сперва землю, затем свет (день первый), а за ними небо (день второй). На третий день «И сказал Бог: да произрастит земля зелень, траву, сеющую семя, дерево, приносящее плод,... в котором семя по роду его». В этом выражении «семя по роду его», употребленном несколько раз, можно видеть намек на идею естественного происхождения организмов и на принцип наследственности, то и дело нарушаемый у греков.

И лишь в четвертый день Бог создал небесные светила. Здесь – обычное для ранних мифов непонимание роли Солнца, уверенность, что оно – всего лишь сгусток дневного света. Однако тьма уже (в отличие от греков) мыслится как отсутствие света, а не как особая сущность.

На пятый день Господь творил водных животных, а на шестой – наземных. Водные растения не упоминаются, хотя особо отмечено появление суши из вод, а затем – растений на суше (в день третий).

Наконец, тоже в шестой день, Бог творит человека. Природа человека выступает в главе 1 книги Бытия двойственной: с одной стороны, к человеку отнесено то же, что и к животным, божеское обращение «плодитесь и размножайтесь, и наполняйте землю» и так же, как животным, отданы в пищу растения; но с другой, Бог призвал человека обладать землею и животными (не разрешив, но и не запретив поедать их), а самого его объявил своим образом и подобием – как мужчину, так и женщину.

Однако, едва закончив описание творения в главе 1, книга Бытия в главе 2 начинает совсем другую трактовку творения человека. Тут уже «по образу и подобию» создан лишь мужчина, он получает в пользование рай, узнаёт от Бога запрет на плоды «древа познания добра и зла» и нарекает имена всем птицам и наземным животным – всё это без женщины. После этого Бог стал творить женщину из ребра человека. Ни о каком «размножайтесь и наполняйте землю» речи нет. Об их размножении сказано лишь после грехопадения, когда «и нарек Адам жене имя Ева (жизнь)». Тогда и Бог обрек ее на тяжкие роды и на подчинение мужу, а Адама – на тяжкий труд для пропитания. И обоих, изгнав из рая, лишил бессмертия.

Но это что! Есть в Библии иной взгляд и на всё творение. В «Притчах Соломоновых» *мудрость* говорит: «Господь имел меня началом пути Своего, прежде созданий Своих, искони... Я родилась, когда еще не существовали бездны,... когда еще Он не сотворил ни земли, ни полей, ни начальных пылинок вселенной». Вдумаемся: история вселенной, начинаемая с мудрости (не сотворенной, а родившейся), за которой следовали «начальные пылинки вселенной», а вовсе не твердые небо и земля, – вот уж неожиданный для нас взгляд древних евреев на эволюцию. Библия, как и другие священные книги, несет следы разнородных верований разных эпох.

1-4. Религия и наука о рождении мира

В греческих богов давно никто не верит, и мы спокойно можем указывать на различные исторические слои в их мифах. Никого не коробят даже прямые противоречия – так, у Гесиода в стихе 217 «Теогонии» три Мойры (богини судьбы) рождены богиней ночи, а в стихе 904 – ее внучатым племянником Зевсом и его второй женой Фемидой. Ясно, что поэт собирал и обрабатывал *разные* мифы, причем в ранних мифах Зевс побаивается Мойр, а в поздних повелевает ими. Но с Библией иначе: она до сих пор – священный текст для многих, и они отрицают всякие в ней противоречия. Не будем спорить, однако встает вопрос: чему при этом верить, а чему нет?

Еще около Рождества Христова грекоязычный иудей Филон Александрийский, фило-

соф и богослов, предложил трактовать непонятные и противоречивые места Библии как иносказание. Его идею отвергли, но она не раз возрождалась в христианском богословии, и именно из нее в XVII веке родился **конкордизм** (от лат. *concors* – дружный, согласный) – теория, по которой наука не противоречит священному Писанию, а раскрывает его новый смысл. Этот смысл якобы не мог быть высказан Богом прежде, пока люди не созрели для понимания. В частности, шесть дней творения были истолкованы конкордизмом как шесть *геологических эпох*, так что первая глава Бытия теперь выступала как бы описанием эволюции мира и жизни.

Допустим, говорят скептики (не только атеисты), конкордизм прав, но как объяснить прямые противоречия – внутри Писания и между Писанием и наукой? Как нам считать: человек первоначально создан наполнять собой Землю и повелевать природой (Бытие, гл. 1), или же – жить ограниченным числом особей в специально уготованном раю (Бытие, гл. 2)? Вопрос стал особо актуальным в XX веке, когда стало ясно, что завет «наполняйте землю» человек выполнил и перевыполнил; и актуальность его будет нарастать. Не менее актуален ныне и такой вопрос: человек – это оба пола (как в главе 1) или только мужчина (как в главе 2)? А как толковать то место Библии, где прямо сказано, что светила созданы лишь на четвертый день, когда земля уже зеленела растениями? Параллель с греческим мифом очевидна, а согласование с наукой отнюдь. И главное: если Бытописатель изрек для «незрелого» читателя прямую ложь, то верить ли остальному тексту Писания?

Что приличнее для христиан – выдумывать произвольные толкования противоречий (их приводит, не соглашаясь с ними, упомянутый в п. 1 христианин Рос, с. 352-356) или честно согласиться с противоречием? <<Непонятно, как растения, сотворенные на 3-й “день”, могли существовать без Солнца, сотворенного на 4-й “день”>> – пишет православный палеоботаник А.В. Гоманьков в упомянутом сб. “Той повеле, и создашася” (с. 188). По мне, лучше прямо признать, что Писание тоже собрано из мифов разных времен, но его сличения, хотя бы с греками, верующие христиане избегают.

А как быть с ископаемыми, которые явно принадлежат не тем видам организмов, что живут ныне? Значит ли это для верующего, что Бог творил неоднократно?

Высказана и мысль, что в 6 дней создана только жизнь на Земле; это позволяет верующим ученым примириться с данными о древности горных пород. Разумеется, спор верующего с неверующим (или иначе верующим) бессмыслен, и я не намерен вступать в него. Замечу только, что возможно всего четыре линии поведения: отрицание науки («научные» креационисты), отрицание религии (атеисты), отрицание обеих (нищие духом) и конкордизм. Последний как раз и можно назвать научным (без кавычек) креационизмом. С его самыми яркими представителями мы не раз будем иметь дело.

Надо еще добавить, что кроме естествознания есть также история и филология, и все они вместе ясно показывают, как священные тексты эволюировали и друг на друга накладывались. В частности, все древние культуры в момент появления их первых дошедших до нас текстов предстают перед нами носителями широких прав женщин. Отсюда и культы богинь. Следами этого в Библии являются творение обоих полов людей в главе 1 и наделенная свойствами богини библейская Мудрость в «Притчах Соломоновых». Затем, ко временам зрелой Античности, женщины повсюду вытесняются из общественной жизни, что сперва ведет к выхолащиванию культа богинь (они становятся безгласными женами

богов), а затем и к победе монотеизма (единобожия), где Бог мыслится мужчиной. Словом, Писание предстает делом рук человеческих, и это нисколько не мешало и не мешает многим ученым веровать, согласно их убеждениям.

Подлинный конкордизм и состоит, по-моему, в том, чтобы признать за любыми священными текстами человеческое порождение. В частности, чтобы согласовать Библию с наукой, надо прежде вего признать, что творение описано там разными авторами по-разному. Они жили в разное время, обладали различными уровнями ума и знания, подходили к вопросам веры с разных сторон. Если пользоваться нынешним языком, то в главе 1 книги Бытия человек трактуется как биологический вид, особенностью которого (если угодно – видовым диагнозом) является стремление к господству над природой и к познанию, а также – вера. Этот вид создан после всей прочей природы и поставлен повелевать ею. Итог трех тысяч лет господства такого взгляда на мир мы видим сегодня. В главе 2 Книги Бытия, вероятно написанной много позже главы 1, человек рассмотрен с позиций общественных и хозяйственных. К нашей теме относится лишь первая трактовка, но отнюдь не «Ева из ребра Адамова».

1-5. Эволюция у первых натуралистов

Сочинений философов, живших прежде Платона, до нас не дошло, и мы судим о них по отрывочным свидетельствам в трудах других ученых – в основном, ученых поздней Античности. Почти все сведения о ранних (ранее Демокрита) мыслителях собраны в книге “Фрагменты...” [*Лебедев*], которой мы и воспользуемся. (В цитатах я сверял перевод с оригиналом и другими переводами; кое-где его приходится подправлять, поскольку А.В. Лебедева мало интересовал биологический смысл текстов.)

В конце “Фрагментов” приведен небольшой чудом сохранившийся цельный текст – трактат “О седмицах” [*Лебедев*, гл. 66а], написанный вероятно около -600 года, т.е. самый древний греческий прозаический текст. Он описывает строение мира, но темы эволюции мы здесь не найдем. Это и понятно: поскольку все мифы касались рождения мира, то естественно, что первые натуралисты должны были данной темы избегать: желая заменить сказку рассказом, они нуждались сперва в понимании того, как мир устроен. И у первого известного по имени ученого (то был Фалес из Милета, главного греческого города на эгейском берегу Малой Азии) нет темы эволюции.

Зато ***Анаксимандр***[1] (ученик Фалеса, писавший около -550 года) этой темы уже коснулся. Его эволюционную схему лучше всего изложил историк -I века Диодор Сицилийский. При образовании мира «воздух приобрёл непрерывное движение, причём огнистая часть его стеклась в самые верхние места, поскольку подобной природе свойственно устремляться вверх (по этой причине Солнце и прочие множества светил были вовлечены во всеобщий вихрь), а илистая мутная часть... осела в одно и то же место в силу тяжести. Непрерывно вращаясь вокруг своей оси и сбиваясь в комок, она произвела из жидких частиц море, а из более твёрдых – землю.»

«Когда же воссиял огонь Солнца, земля сперва затвердела, а затем, поскольку от нагревания поверхность её забродила,... возникли гнильцы, покрытые тонкими оболочками, что и теперь ещё наблюдается в топях и болотистых местах... Как только влажные вещества стали живородить от нагревания указанным образом,[они] начали

[1] Ранние эволюционисты (до Ч. Дарвина и его круга включительно) здесь и в гл. 2 выделены ***полужирным курсивом***. В остальной части книги им выделены формулировки. *Светлым курсивом* по всей книге выделены смысловые акценты и напоминаемые известные понятия, тогда как **прямым полужирным** — понятия, используемые далее при построении теории.

по ночам получать пищу из тумана,… а днём отвердевать от жара. Наконец, когда утробные зародыши, вынашиваемые [в пузырях], выросли до зрелого состояния, обожжённые оболочки растрескались, и произошли всевозможные породы животных».

Вот еще два свидетельства: 1) «По мнению Анаксимандра Милетского, из нагретой воды с землёй возникли то ли рыбы, то ли чрезвычайно *похожие на рыб* животные; в них сложились люди, причём детеныши удерживались внутри вплоть до зрелости: лишь тогда те [утробы рыб] лопнули, и мужчины и женщины, уже способные прокормить себя, вышли наружу». 2) «Ещё он говорит, что вначале человек родился от животных другого вида, основываясь на том, что остальные животные скоро начинают кормиться самостоятельно и лишь один человек нуждается в долговременном вынянчивании, поэтому он в начале ни за что бы ни выжил».

Прошу обратить внимание на подчеркнутые мною слова: первый эволюционист, кажется, избежал ловушки, в которую затем попадались едва ли не все в течении двух тысяч лет: понял, что нельзя считать ныне живущих рыб предками наземных существ. Они всего лишь близки.

Как видим, эволюционизм Анаксимандра – сквозной, от космоса до человека. Вот с кого надо бы начинать курсы истории эволюционной идеи!

Анаксимандр открыл грекам совсем новый мир. В вихрях этого мира рождались и умирали целые космические системы, вспыхивали и гасли мириады звезд, рождались и вымирали виды животных. Причем всё происходило в согласии с обыденным опытом – так же, как ветер крутит пыль, как огонь рвется ввысь, как в гниющей луже появляются «черви», а из них мухи. Одно обидно – нет и намека на то, что Анаксимандр сам что-то наблюдал. Рассуждения его чисто умозрительны.

Но вскоре нашелся натурфилософ, подкреплявший свои взгляды на историю мира наблюдениями. То был уроженец Колофона (близ Милета) ***Ксенофан***. Он более полувека вел жизнь бродячего певца (рапсода), пока в старости (около -500 г.) его не приняла Элея – небольшой греческий город на юго-западе Италии. Ксенофан высмеял прежних поэтов (Гомера, Гесиода) за фантазии, за наделение богов человеческими чертами, в том числе – пороками. Если бы, говорил он, быки или львы могли рисовать, они изображали бы своих богов похожими на быков или львов. Сам он мыслил себе Бога единым, пронизывающим природу, т.е. стал творцом религиозного течения, именуемого *пантеизмом*. Разумеется, Бог, разлитый в природе, ни произойти, ни сотворить природу не мог, т.е. оба мыслились вечными. Зато Ксенофан говорил об эволюции Земли и тем самым – о геологии.

По Ксенофану, «из земли и воды вышла некая мешанина. Кажется, со временем земля освобождается от влаги. Это, как он (Ксенофан – *Ю.Ч.*) говорил, видно из того, что ракушки встречаются посреди суши и в горах; говорят, что в Сиракузах… найдены отпечатки рыбы и тюленей; на острове Парос – отпечаток анчоуса в глубине камня; и на Мальте – плоские камни с [отпечатками] всякой морской всячины. Это, говорит он, образовалось, когда море всё поглотило; затем отпечатанное грязью высохло. Все люди гибли, когда земля, опускаясь в море, становилась грязью, и рождались вновь, являя такую перемену в каждом мире».

Тем, кто полагает, что для таких выводов не надо много ума, предложу раздобыть ископаемую раковину и рассмотреть. Она выглядит как истинный камень (каковым и является: органическое вещество давно замещено в ней на минеральное), так что первое впечатление – что сходство с живым не большее, чем, напри-

мер, у облака, принявшего вдруг форму головы или цветка. Недаром спор о природе ископаемых продолжался в европейской науке 2300 лет – от Ксенофана до Ламарка. Множество раз ученые, в том числе и ведущие, объявляли ископаемые остатки растений и животных "игрой природы", причем последние примеры относятся уже к нашему времени; даже зная о биологической природе ископаемых костей и раковин, ученый мир то и дело готов объявить "игрой природы" тот или иной образец, не ложащийся в теорию. Мы с этим еще столкнемся.

Замечу: у Анаксимандра и Ксенофана речь шла не о том постепенном превращении одних организмов в другие, которое мы ныне именуем биологической эволюцией, а об их внезапном появлении. Происхождение человека у Анаксимандра напоминает выход бабочки из куколки (и, думаю, с него и скопировано). Однако так рассуждали и 2 тыс лет спустя, и вряд ли можно было додуматься до эволюции, минуя данный этап.

Кроме того, первые эволюционисты говорили больше о геологии, чем о биологии, но это не значит, что мы вправе пройти мимо их догадок. Вот, для примера, слова безвестного мыслителя, поражающие своей актуальностью (в XX веке мысль дважды высказывали заново, и она воспринималось как современная). Их сохранил для нас упомянутый ранее богослов Филон.

В книге "О вечности мира" он писал: "Тех, кто рассуждает о рождении и гибели мира, обычно вводят в заблуждение четыре явления: неровности земли, отступание моря, разушение всех элементов мироздания, гибель целых пород сухопутных животных. Для первого явления они приводят следующее объяснение... Если бы земля не возникла однажды, на ней не были бы заметны никакие возвышенности: все горы стали бы плоскими и все холмы сравнялись бы с поверхностью. При таком количестве дождей, ежегодно от века выпадающих на землю, все возвышенности непременно исчезли бы... так что всё повсюду имело бы ровный вид. А сейчас повсеместные неровности и многочисленные горные вершины, достигающие эфирной области, свидетельствуют, что земля существует не вечно" [С*толяров*, с. 53-54]. В части 3 мы увидим, что данная мысль оказалась весьма важной при обсуждении происхождения жизни и ее ранней эволюции и что вообще *биоэволюцию без геоэволюции понять не удается.*

Кого мог цитировать Филон? Высказывалась догадка, что мысль могла принадлежать Анаксимандру, – ведь он первый говорил о рождении и гибели миров. Мы не знаем его аргументов, а они должны были быть, и приведенный Филоном – первый дошедший до нас. Но аргумент слишком конкретен и свидетельствует о большем внимании к практике, чем мы видим во фрагментах Анаксимандра. Скорее, судя по уровню знаний, он высказан после Ксенофана и мог принадлежать безвестному пифагорейцу. Дело в том, что в начале -V века в Южной Италии, в философской школе Пифагора, развивались все формы тогдашнего знания, причем пифагорейцы хранили свои достижения в глубокой тайне, так что даже автора знаменитой "теоремы Пифагора" мы на самом деле не знаем.

Кстати, в работах школы пифагорейцев участвовали женщины, в остальной Элладе уже изгнанные из общественной жизни почти или вовсе начисто (в архаической Греции роль женщин была весьма заметна, что видно из мифов). Участие женщин и внимание к ним заметно влияло на пифагорейскую философию. Наоборот, полное невнимание к ним в остальной Элладе во многом определило ущербный характер греческой биологии.

Пифагор претендовал на всеведение, за что его ненавидел его младший современник Гераклит. Вопреки Пифагору, видевшему мир как неподвижную гармонию, Гераклит во всем видел движение и потому иногда считается [*Лункевич*] чуть ли не эволюционистом. В основе мира он видел огонь, под которым понимал сразу и жгущее, и творческое начало.

Среди ранних пифагорейцев известен врач Алкмеон, которому принадлежит первый подход к проблеме наследственности. Он первым из греков догадался, что человек мыслит не сердцем, а головным мозгом. По его мнению, сперма образуется в головном мозге как самом главном органе и по сосудам (очень мало тогда изученным) попадает в половой орган. При зачатии "воспроизводится пол того из родителей, от кого истекло больше семени". Мысль для нас нелепа, но она впервые утверждала равное участие женщины в наследовании свойств организма (до этого греки простодушно видели в ней лишь почву, засеваемую мужским семенем), и именно от нее берет начало идея *комбинирования наследственных свойств*.

Эту идею блестяще развил сицилийский врач, чародей, поэт и натурфилософ ***Эмпедокл***, писавший в середине -V века. Он развивал учение Алкмеона: "Во время соития часть сердца, очень маленькая и невоспринимаемая чувствами, исходит от мужчины и часть – от женщины; так и со всеми частями тела". И провозглашал большее:

Но и другое тебе я поведаю: в мире сем тленном
Нет никакого рожденья, как нет и губительной смерти:
Есть лишь смешенье одно с различеньем того, что смешалось,
Что и зовут неразумно рождением темные люди.

Значит, Эмпедокл додумался до той мысли, что материя неуничтожима и что видимые появления и исчезновения тел являются всего лишь изменениями комбинаций одних и тех же частиц (следующее поколение мыслителей назвало их атомами). Но почему их смешение приводит не к бестолковой мешанине, а к той природе, где есть столь многое, в том числе и люди? Потому, учил Эмпедокл, что подходящее соединяется мировой *Любовью* (как у Гесиода). Именно силой любви складывались в целое те первые организмы, которые были порождены землей.

Вот свидетельство совсем иного толка: «Сначала из как бы беременной земли там и сям родились отдельные члены, затем они срослись и образовали естество цельного человека». Сохранился фрагмент стиха:

Выросло много голов, затылка лишенных и шеи,
Голые руки блуждали, не знавшие плеч, одиноко
Очи скитались по свету без лбов, им ныне присущих.

А вот другое место: «По словам Эмпедокла, люди родились из земли, как лебеда». То есть в земле, словно в матке, могут вырастать части тела. Похоже на Анаксимандра, однако у Эмпедокла нет анаксимандровой идеи преобразования одного типа организма в другой. Человек произошел путем комбинирования частей, но не от другого животного, а прямо из земли.

1-6. От софистов до Аристотеля

Пусть рассуждения ранних философов и поражают нас иногда своей наивностью, но нельзя отрицать, что это был поиск истины. Наоборот, с перемещением в середине -V века философии в Афины на полвека возобладала иная линия: подбирать доводы в пользу наперед заданного тезиса. Проводили ее *софисты*

(т.е. “мудрствующие”) – так именовали платных учителей философии, учивших юношей добиваться положения в обществе. От них пошло словечко “софизм”, означающее нечто похожее на истину. (Пример: софизм “Рогатый”. То чего ты не терял, то твоё – верно? Верно. Рогов ты не терял, значит ты рогат.) Вместо философии на полвека воцарилась *риторика* – умение красиво строить речь. Такому повороту дел была историческая причина (росла публичность управления и права), но для науки настали тяжкие времена – ее стали презирать.

Первый афинский натурфилософ ***Анаксагор*** (младший современник Эмпедокла) пытался рассуждать о чем-то вроде частиц наследственности. Он учил, что все тела состоят из «семян всех вещей», так что с пищей (в том числе и растительной) человек получает мельчайшие частички всего того, из чего сам состоит, – мяса, костей, волос и всего прочего. Правда, ему еще не приходило в голову, что частицы живого должны чем-то качественно отличаться от частиц неживой материи, зато он впервые заявил, что частица может содержать в себе все свойства целого.

Анаксагор рассуждал о строении мира и многом другом, что навело на него гнев афинского общества, оформленный софистами в гневные обличительные речи. Ему удалось бежать из Афин, однако лет через 30 те же обвинения были брошены Сократу и привели к его казни.

Хотя Сократ не сказал ничего, прямо относящегося к эволюции, он для нашей темы весьма важен в двух планах. Во-первых, произвольным речам натурфилософов и корыстной риторике софистов он противопоставил вопрос “Откуда мы это знаем?”, а во-вторых, дал свое понимание мира как разумно устроенного богами для блага человека. Тем самым, творчество Сократа явилось рубежом в познании мира. У Сократа мир устроен благим началом, и надо понять его замысел, чтобы действовать разумно и нравственно.

От него эта мысль перешла в христианское богословие (где породила *естественное богословие*, о котором речь далее), а оттуда в нашу науку, где легла в основу дарвинизма и “антропного принципа” космологии. (См.: *Чайковский Ю.В*. Античная философия как общеобразовательный предмет // ВФ, 2002, N 9, а также гл. 7.) Естественное богословие и антропоцентризм (мировоззрение, полагающее человека центром мироздания) формально отвергнуты нынешней биологией (фактически они продолжают царить), но для той поры (-400 год) такие мысли были огромным достижением.

При всем том надо иметь в виду, что Сократ вырос среди софистов, и стиль его бесед с учениками во многом был софистическим: его вопросы ставили в тупик слушателей и достигали у них той же цели, что вопросы софистов – растерянности и ощущения своей ущербности. Это породило среди учеников группу ненавидящих Сократа, из которой и вышел главный его обвинитель. Однако Сократ по-видимому никогда не задавал каверзных вопросов ради позы и самоутверждения, он задавал их и самому себе. Он отказался бежать из тюрьмы, был казнен и тем одержал над софистами сокрушительную победу: все возникшие вскоре после этого философские школы были в какой-то мере сократовскими, а о софистах более не слышно.

Самой знаменитой сократовской школой была платонова Академия, и единственным в Античности, у кого можно найти идею *постепенного* изменения организмов, был ***Платон***. Но до чего странная то была эволюция!

Подробно описав в конце диалога «Тимей», как боги творили человека (мужчину), он заявил, что люди, жившие недостойно, в следующем поколении рождались

женщинами, что и побудило богов создать обоим полам механизм размножения. Далее, «дать начало племени птиц пришлось мужам незлобивым, однако легкомысленным, а именно таким, которые любили умствовать о том, что находится над землей, но в простоте душевной полагали, будто наивысшая достоверность в таких вопросах принадлежит зрению» (а не размышлению). «А вот племя сухопутных животных произошло из тех, кто был вовсе чужд философии». Еще более глупые обратились в пресмыкающихся, а совсем тупые – в водных животных. Так и повелось, что живые существа «перерождаются друг в друга, меняя облик по мере убывания или возрастания своего ума или глупости».

Ирония этой аллегории вроде бы очевидна, и она не касалась бы нашей (биологической) темы, если бы не два обстоятельства. Во-первых, Платон повторяет Анаксимандра отсутствием экологии (растения даже не упоминаются), чем уступает Библии, где растения созданы в пищу животным. А во-вторых, размышляя о возможности превращения одних существ в другие, Платон додумался до поразительной идеи – идеальное государство должно вывести породу идеальных людей путем отбора. Идее суждена была, увы, долгая жизнь, о чем поговорим чуть позже.

До *идеи постепенного усложнения организмов* никто в древности не додумался. Платон, подробно описывая создание мира, всюду говорил об однократных актах творения или переделки, после чего шло лишь повторение и ухудшение (деградация). Акты творения совершал Демиург – этим словом, буквально означающим “мастер, ремесленник”, Платон обозначил старшего из богов, творившего мир. Чрезвычайно любопытна та роль, которая отведена Демиургу. Описав творение космоса, Платон задал вопрос: “взирая на какой первообраз работал тот, кто его устроял, – на тождественный и неизменный или на имевший возникновение? Если космос прекрасен, а его демиург благ, ясно, что он взирал на вечное. ... Возникши таким, космос был создан по тождественному и неизменному [образцу], постижимому с помощью рассудка и разума” (Тимей, 29a).

Тут сформулирован главный пункт философии Платона – признание неизменного *мира идей*, с которого Демиург лишь считывал вечные истины мироздания. Это по сути то же самое, что соломонова “мудрость”, бывшая при творении “художницею” мироздания (п. 1-3*). Есть, правда и важное новшество: люди способны и обязаны познавать мир идей.

Всякая ли вещь имеет свою идею? В диалоге “Парменид” на вопрос, есть ли идеи у всякого сора и грязи, платоновский Сократ с некоторым колебанием отвечает: “Вовсе нет, я полагаю, что такие вещи только таковы, какими мы их видим. Предположить для них существование идеи было бы слишком странно” (Парменид, 130, cd). Нам это понадобится в п. 6-15*.

Как и в Библии, у Платона женщины произошли от мужчин. Это против более ранних религий, где мужчина и женщина сотворены одновременно, но вполне соответствует эпохе зрелой Античности, когда завершился процесс изгнания женщин из общественной жизни. Есть и тут важное новшество: женщина происходит от мужчины не материально (из ребра), а духовно – путем переселения души, недостойной снова жить в мужском облике.

После Платона пришло понимание того, что из эволюции земных толщ эволюция организмов сама по себе не следует. Аристотель (середина -IV века), воспитанник философской школы Платона и крупнейший ученый-энциклопедист древности, эволюцию

земных толщ признавал, а организмов – нет. Зато именно Аристотель впервые задумался о том, как связаны причина и следствие, и поныне мы пользуемся его пониманием причинности. По Аристотелю, для всякого объекта существует четыре типа причин:

материальная – из чего объект возник (создан),

формальная – форма, или сущность возникающего объекта,

действующая – откуда идет изменение или образоавние объекта,

целевая – ради чего возникает или существует объект.

Аристотель приводил примеры, и вот самый простой: дом сделан из камня и дерева – вот его материальная причина; мастер-строитель придал материалу форму дома – эта форма и есть его сущность, или формальная причина; деятельность строителей – его действующая (движущая) причина; а назначение дома – его целевая причина. Однако в разных сочинениях Аристотель понимал 4 причины различно, и нам надо изложить то понимание, которое нам понадобится далее.

Легко видеть, что причины делятся на две группы – первая и третья *предметны*, а вторая и четвертая *понятийны*. Предметные причины просты и наглядны, тогда как понятийные вызывают массу вопросов и порождают споры. Прежде всего, чем замысел (форма, сущность) отличается от цели (назначения)? Вопрос труден и неоднозначен, так что здесь замечу лишь, что дом проектирует архитектор, не обязательно знающий его будущее назначение, а цель определяет владелец, не обязанный понимать в строительстве. Далее, почему цель отнесена к причинам? Ведь обычно мы противополагаем причину и цель. Тут надо понимать мировоззрение Аристотеля – для него всё в мире осмысленно, ничего без цели не бывает, а значит, цель так же служит причиной, как и форма.

Что касается организмов, то он видел всего две причины их появления и существования: материальную и осуществляющую. Осуществление (*энтелехия*) являет собой самую важную и трудную часть его учения о причинах: она может выступать и как форма (самка, по Аристотелю, дает для потомства материю, а самец – форму), и как действие (душа строит для себя тело в ходе развития зародыша и ребенка), и как назначение (тело существует ради души). Всё это станет понятнее, когда мы займемся в главах 3 и 7 энтелехией в понимании ученых нашего времени.

Аристотель не был первым, кто исследовал животных (назову хотя бы Алкмеона и Демокрита), но он известен как «отец зоологии», поскольку его труды по зоологии – древнейшие, какие до нас дошли. Его “Возникновение животных” – первая книга по эмбриологии, а “О частях животных” – первая по сравнительной анатомии. Он выявил крупные группы животных (звери, птицы, рыбы и т.д.) и выстроил их в ряд, от самых сложных к самым простым (первый вариант *лестницы существ*). В отличие от нас, он не видел в этом свидетельств эволюции. В данных трактатах и в трактате “О душе” Аристотель развил свое понимание причин живого.

Наиболее известно его «Исследование животных». Это название чаще переводят как «История животных», что неверно: никакой истории там нет, а есть описание всех известных ему видов животных (около 500); у греков слово *хисториа* означало как раз «исследование». Здесь много данных об *изменчивости* животных, в том числе и диковинной. Так, дано описание козла, дававшего молоко, свиньи, имевшей по одному копыту на ноге и т.п. А в труде «О возникновении животных» Аристотель привел пример, объяснить который непросто и нам – о женщине, жившей с эфиопом: «Не дочь ее, а сын ее дочери родился эфиопом», т.е. темнокожим. (Ныне это

объясняют плазматической наследственностью.) Подробнее об этой книге Аристотеля см.: *Старостин Б.А.* // БШ, 1995, NN 5, 6; 1996, N 1.

*** Существенное и побочное**

Для нашей темы наиболее важен трактат "О частях животных". Здесь Аристотель ясно выразил идею единства строения животных, едва намеченному у Анаксимандра (в Новое время ее назвали теорией *единого плана строения*): рыбы, звери и люди устроены сходно. Ныне это всем известно, но Аристотель шел много дальше: отметив (в гл. 9 Четвертой книги) сходство "фигуры тела" четвероногих и насекомых, он смело заключил: моллюски тоже устроены так же, но только если их тело мысленно переломить пополам – так, чтобы рот и задний проход оказались рядом. Как увидим в главе 2, этой конструкции суждена была долгая жизнь.

Трактат явился первым опытом классификации животных. Описывая общие принципы классификации, Аристотель в главе 3 первой книги выразил уверенность, что "следует производить разделение по тому, что относится к сущности, а не является само по себе привходящим", т.е. побочным (*акциденцией*). Это важнейшее положение было впоследствии забыто, и до сих пор многие биологи ведут бесцельные споры о конкретных системах организмов, не задумываясь о сущности самих методов классификации как о чем-то лишнем. *Дарвинизм зиждется на неумении различить сущность и акциденцию*, хотя это умел еще Аристотель. В самом деле, идея выводить эволюцию из анализа изменчивости осмысленна, только если доказано, что достаточно регулярно изменения бывают сущностными; однако ни один пример изменчивости, приведенный Дарвином и после него, не затрагивает сути организации живого. Мы вернемся к этому еще не раз.

1-7. Наследственность, изменчивость, отбор

Аристотель был уверен в существовании *самозарождения*, т.е. в том, что организмы могут возникать помимо процесса размножения (как, по Анаксимандру, возникли в жидкой грязи первые животные). Естественно, что, признавая самозарождение любых животных и растений, нет нужды задумываться, возможно ли преобразование одних в другие. Удивляться господству идеи самозарождения не приходится: с одной стороны, сам процесс размножения был известен плохо, а с другой, господствовал такой взгляд на строение веществ, который прямо-таки подталкивал к этой идее.

А именно, все тела мыслились состоящими всего из четырех *стихий*, т.е превоэлементов (земля, вода, воздух и огонь), причем течение процессов (в том числе и жизненных) осуществлялось, согласно древней науке, всего двумя парами оппозиций (противоположных качеств) среды – парой *тепло-холод* и парой *сухое-влажное*. При таком понимании мира легко было допустить, что в почве могут рождаться сами собой любые организмы. Другими словами, в такой науке не было места принципу наследственности.

После Анаксагора прежнее представление о мужском и женском семени, смесь которых определяет и пол ребенка, и его свойства, можно было конкретизировать: каждая часть тела посылает свою частичку в половой орган, где они вместе и образуют "семенную жидкость". Все свойства ребенка, в том числе и пол, можно было теперь трактовать просто: от кого из родителей данная семенная частичка попала в зародыш, на того ребенок и похож данным свойством. Эту мысль высказывали многие, а наиболее четко – великий врач Гиппократ (около -400 г.). При

этом взаимоподгонку частичек в единый зародыш можно было понимать как итог эмпедоклова принципа любви, причем очень слабое у Эмпедокла место – «из... земли родились отдельные члены, затем они срослись» – теперь заменялось на гораздо более сильное: соединяться должны не они, а крохотные частицы живых тел, ответственные за передачу свойств.

Как ни странно, такое понимание *наследственности*, важное достижение античной «генетики», Аристотель не принял, подвергнув его убийственной критике. Сделать это было нетрудно – опровергающие примеры лежат на поверхности. Однако при этом была упущена одна глубокая мысль: наследственные частицы могут по-разному сочетаться, поэтому наследственность носит *комбинаторный* характер. Будучи отвергнуто авторитетом Аристотеля, это мнение, хотя и было известно из трудов Гиппократа, прозябало на задворках науки вплоть до XVIII века.

У Гиппократа есть интересное описание изменчивости, точнее, того, что в наше время назвали *наследованием приобретенного свойства* (НПС): обычай спеленывать головы младенцам, известный у одного народа, привел к появлению голов характерной формы, которая несколько поколений сохранялась после отмирания обычая спеленывать (это пример *длительной модификации* – явления, которое объясняют в наше время плазматической наследственностью). Однако никому тогда не пришло в голову счесть всё это материалом для появления новых форм организмов, как приходит нам.

Зато таковой материал при желании можно увидеть в эмпедокловом «смешении» частей, при котором сила любви *случайным* образом соединяет порознь выросшие члены. Эмпедокл (лет за 60 до Гиппократа) писал:

Множество стало рождаться двуликих существ и двугрудых,
Твари бычачьей породы с лицом человека являлись...
Женской природы мужчины, с бесплодными членами твари.

Эмпедокл понимал, что одной любви мало, что даже прекрасно собранное ею может оказаться ни на что не годным. И он объявил: ни на что не годные гибли, а годные оставались жить, т.е. происходил (если использовать нынешний термин) их *отбор*. Эдакий античный дарвинизм.

Кстати, не обошел этого места и сам Дарвин. В «Происхождении видов», в начале «Исторического очерка», есть цитата из «Физики» Аристотеля: «... Эти сами собой выгодно составившиеся сохранились, те же, у которых получилось иначе, погибали и погибают...». На этом цитата Дарвином оборвана, и Аристотель попал в дарвинисты. Однако далее у Аристотеля следует ссылка на Эмпедокла и резкая ему отповедь: «... Невозможно, чтобы дело обстояло таким образом. Всё упомянутое [целесообразное – *Ю.Ч.*] ... возникает или всегда одинаково или по большей части, но никак не с теми, которые образуются случайно или самопроизвольно». Выходит, что Аристотель скорее был первым «антидарвинистом».

Первый смутный намек на отбор мы видим уже в самом древнем тексте – в упомянутом выше трактате «О седмицах». Безвестный милетец писал о частях человека: «При благоразумии они существуют без страданий; и те, которые всё делают надлежащим образом, те в течение всей жизни бывают здоровы, полны бодрости и живут достаточно. А те, что плохо составлены по ошибкам заботящегося (curantis), наталкиваются на такие тяжкие страдания и такие испытания своих сил, каких не ожидали», и умирают. Этот примитивный “дарвинизм” никак еще не связан с идеей эволюции.

На другом берегу Эгейского моря, в Мегаре (к северо-западу от Афин) в дни Анаксимандра жил другой «дарвинист» – Феогнид, поэт-аристократ. Смена власти аристократов на власть демократов привела его к уверенности в безнадежной порче человеческой природы – за счет необдуманных браков лучших с худшими. Вот место из «Элегий» Феогнида:

…Выбираем себе лошадей мы, ослов и баранов
Доброй породы, следим, чтобы давали приплод
Лучшие пары. А замуж ничуть не колеблется лучший
Низкую женщину брать, только б с деньгами была!
Женщина также охотно выходит за низкого мужа,
Был бы богат! Для нее это важнее всего. (…)
Полипаид, не дивись же тому, что порода сограждан
Всё ухудшается: кровь перемешалася в ней.

Через двести лет Платон решил обернуть данный строй мыслей к пользе общества. В утопических мечтах об идеальном государстве он много внимания уделял вопросу создания и сохранения прослойки избранных, которые могли бы достойно управлять всеми. В диалоге «Государство» он прямо заявлял, что «лучшие мужчины должны большей частью соединяться с лучшими женщинами, а худшие, напротив, с самыми худшими и что потомство лучших мужчин и женщин следует воспитывать, а потомство худших – нет, раз наше стадо должно быть отборным».

В XX веке, когда родилась *евгеника* (идеология улучшения людей с помощью искусственного отбора), Платона признали первым ее теоретиком. Всё это считалось развитием дарвинизма и делалось именем Дарвина, однако надо понимать (это нам не раз потребуется), что дарвинизм – учение о естественной эволюции, о постепенном преобразовании организмов за счет различного выживания вариантов (а не за счет избирательного скрещивания).

«Отцом ботаники» признан Теофраст, знаменитый ученик Аристотеля. У него есть много описаний изменений растений под влиянием заботы человека или перемены климата, а также взятых у учителя примеров резких изменений животных (для нас они, по большей части, наивны: например, уверение, что ястреб-перепелятник на лето превращается в кукушку). В «Исследовании растений» (его тоже часто переводят: «История растений») Теофраст сравнил их с превращением личинки в насекомое, но, в отличие от Анаксимандра, не увидал тут эволюции. И все-таки Теофраст занял достойное место в истории эволюционизма – как увидим, через полторы тысячи лет именно его примеры были переосмыслены в догадки о происхождении видов.

Во время старости Теофраста, после -300 года, в Афинах открылась последняя из знаменитых философских школ – школа *стоиков*. Основатель ее Зенон Китийский учил, что “есть два вида огня: нетворческий (*атэхнон*), который превращает в себя свою пищу, и творческий (*тэхникон*), который умножает и сберегает все, присутствует в растениях и животных и, таким образом, является природой и душой”; что “бог пронизывает все вещество и на одном уровне выступает как ум, на другом – как душа, на третьем – как природа, на четвертом – как структурное единство”. Творческий огонь стоики называли также *пневмой*. Зенон же ввел понятие *сперматический логос* для переосмысления того, что Анаксагор называл “семенами всех вещей”: новое понятие обозначало не саму материю, а “порождающую способность всякой первичной пневматической структуры”. “Начало всего, по Зенону, природный и божественный закон” [С*толяров*, с. 61, 72, 52, 73]. Этим было резко улучшено то

раннее миропонимание (Гераклит, Анаксагор и даже Аристотель), когда основные понятия употреблялись слишком широко и потому размыто. Эволюции организмов тут нет, но есть то, без чего о ней нельзя начать говорить: *упорядоченность связана с активностью, и мир разделен на уровни по степени упорядоченности.*

Ранние стоики прославились и тем, что ввели понятие "*каталепсис*" – интуитивное ухватывание новой мысли как чего-то целостного [С*толяров*, с. 25-40]. Нам это понадобится при анализе эволюционного способа мышления.

1-8. Рождение идеи предначертанной эволюции

Больше ничего оригинального по нашей теме в рамках античного естествознания сказано не было. Это может звучать странно – ведь популяризаторы часто называют великим эволюционистом римского поэта Лукреция (-I век). Однако внимательные историки всегда признавали, что Лукреций не сказал по сути о появлении новых организмов ничего сверх Эмпедокла, он лишь подробно и талантливо пересказал идею о гибели тех, над кем недостаточно потрудились любовь и случай. Происхождения одних организмов из других у него, как и у Эмпедокла, нет. Зато Лукреций смог продвинуться в том, что в XX веке назвали генетикой – он подметил нечто, сходное с *рецессивностью*:

Может случаться и так, что дети порою бывают
С дедами схожи лицом и на прадедов часто походят.
Ибо нередко отцы в своем собственном теле скрывают
Множество первоначал в смешении многообразном...

Это изумительно как наблюдение, но тут нет и намека на идею исторического изменения организмов. Подробнее см.: [*Берг*, с. 49-59].

Раннее христианство и ранний ислам много потрудились, преследуя «языческую» мудрость и ее носителей. Именно в раннем Средневековьи погибла основная масса античных книг. В IV веке в Каппадокии (область в Малой Азии) был знаменит епископ ***Григорий Нисский***, признанный позже как один из отцов Восточной церкви. Он один из немногих в то время отстаивал право научного исследования богословских вопросов. К ним он относил и толкование творения, изложенного в книге Бытия; в труде «Толкование на шестоднев» он развил свое понимание развития мира. Вот как описал его историк философии Г.Г. Майоров в хорошей книге, кстати, написанной и изданной в годы, когда христианская мудрость у нас преследовалась: «Все вещи и события были созданы богом сразу, в едином вневременном акте, однако только в потенциальной форме, в форме... семян, содержащих в себе скрытую энергию и, так сказать, программу будущего развития. Затем все это множество семян последовательно, каждое в свое время, естественным путем и без дополнительного вмешательства бога развивается во все явления, которые составляли, составляют и будут составлять мир» (*Майоров Г.Г.* Формирование средневековой философии. М., Мысль, 1979).

Это уже близко к эволюции. Легко видеть здесь переосмысление идеи "семян всех вещей" Анаксагора и "сперматических логосов" стоиков, а также развитие идеи Аристотеля об энтелехии (переходе возможности в действительность). Важнее другое: Бог мыслится не как творец каждой вещи, а как творец программ, по которым вещи появляются в свой срок и по своим законам. Впоследствии христианские богословы назвали это *теорией вторичных причин,* нам же будет удобнее еще более поздний (XVII век) и более короткий термин – **деизм**. Он употреб-

ляется для обозначения всех религий, в которых Бог создал законы природы и далее не вмешивается в ход событий. Григорий не был деистом, но элемент деизма у него налицо. Противоположное понимание Бога как творца каждой вещи (непосредственно или через существ, творящих каждый раз по его воле) известно как **теизм**. Принято считать, что переход от теизма к деизму есть шаг к атеизму, т.е. к отказу религии. Это различение нам не раз понадобится.

Около 420 года мысль Григория повторил блаженный Августин, тогда – епископ в Гиппоне (север Африки), главный из отцов Западной церкви, в книге «О граде Божием». По-гречески он не читал, но тоже видел, по словам Майорова, в шести днях творения «не временную, а логическую последовательность»; «Как в семенах содержатся все будущие растения, так и материя мира с самого начала содержит в себе все, что она может когда-либо произвести на свет». Августин и перенес эту идею в западный мир.

Читателю может быть странно: разве эволюция – раскручивание раз и навсегда заданных потенций? Разумеется, *мы называем эволюцией иное* (см. п. 2), но первоначально смысл слова значил именно разворачивание потенций (латинское *evolutio* означает «разматывание» – например, нити). В наши дни эволюция не мыслится без приспособления к среде обитания (а дарвинизм даже выводит ее нацело из оного приспособления), но не надо забывать, что понятие эволюции куда старше наших эволюционных теорий.

Августину же принадлежит мысль, что развитие природы спланировано до конца, что шесть дней творения соответствуют шести историческим эпохам, и мы живем в шестую, а потому должны готовиться к концу света, описанному в книге Нового Завета, именуемой Апокалипсис [*Майоров*].

1-9. Богословы, мореплаватели и эволюция

С крушением греко-римской культуры античная наука погибла. Возникнув снова, наука долго витала в рамках толкования Писания. Лишь в XII веке французский философ и богослов Пьер Абеляр заявил публично, что оно может содержать ошибки. Он не отрицал богодухновенности священных текстов, однако обращал внимание на то, что между небесным автором и земным читателем неминуемо встает “брат третий” в лице писателей и переписчиков, искажающих истину. По Абеляру, в случае противоречия между священными текстами надо искать истину средствами разума. Естественно, он подвергся церковным гонениям.

Абеляр продолжил шедшую от Филона традицию толкования Библии, положил начало филологическому анализу Библии, сильно укрепил позицию тех, кто следовал принципу “Понимаю, чтобы верить”, в том числе и будущих ученых-натуралистов.

Однако лишь через 400 лет в либеральной Голландии Борух Спиноза решился пойти дальше: заявил, что “не нужно приспосабливать ни Писание к разуму, ни разум к писанию”. За это еврейская община отлучила его. Но вернемся к эволюции.

В XIII веке писали уже об изменчивости под влиянием климата и заботы человека, а изредка и о превращении вида в вид – наиболее известен в этом плане знаменитый богослов и ученый ***Альберт Великий***. Он сделал важный шаг вперед, к идее эволюции – отметил самопроизвольную изменчивость как способ перехода к новому виду растений: примеры, когда-то приведенные Теофрастом, он охарактеризовал как *трансмутацию* одного вида в другой (термин он взял из алхимии).

Снова пришлось открыть мир ископаемых организмов, причем лишь к концу

XVII века утвердилась мысль, что они – не «шутка природы», не камни в форме костей или раковин (рис. 2), а остатки древних животных. Никто долгое время не замечал, что среди ископаемых есть формы, отсутствующие в мире нынешних организмов. Это было и невозможно, пока не был инвентаризован мир организмов нынешних.

И вдруг эволюционная тематика стала актуальной: мореплаватели обнаружили в Новом свете неизвестных дотоле животных и неведомую расу людей, так что встал вопрос: как они пережили Всемирный потоп?

«Проблема происхождения впервые была, удивительным образом, поставлена богословами, а не биологами. Благодаря географическим открытиям, с 1492 года передовые люди узнавали о большом числе дотоле неизвестных видов животных, так что старая проблема – как эти животные могли уместиться в Ноевом ковчеге, – вновь оказалась в центре внимания. Было найдено следующее объяснение: до потопа существовали не все известные нам сегодня формы, но только ограниченное число основных групп. Лишь после потопа виды развились из этих групп по аналогии с тем, как развиваются домашние животные. Например, родилось допущение, что многие виды диких оленей и диких быков – не действительные виды, а вариации нескольких архетипов[2]» (*Wichler G.* Charles Darwin the founder of evolution and natural selection. Oxford, 1961, p. 3).

Историк науки Джерард Вичлер сослался на работу 1559 года «Ноев ковчег, его форма и вместимость» Иоганна ***Бутео***, который вычислил, что ковчег не мог вместить все виды известных животных. Замечу, что этот тезис, по сути эволюционный, напечан ровно за 300 лет до книги Дарвина и что далее эволюционная традиция никогда не прерывалась (в том смысле, что видно знакомство авторов с идеями предшественников), хотя временами становилась незаметной для современников.

Удивление Вичлера нуждается в пояснении: 370 лет – с того года, когда Колумб водил напоказ по улицам кастильских городов пленных индейцев, и до отмены рабства в США после победы Севера в Гражданской войне, западная наука то и дело возвращалась к вопросу о том, являются ли все люди единым биологическим видом. Научные доводы не удавалось отделить от эмоций чисто грабительских: завоевателям выгодно было счесть индейцев и негров не людьми, а говорящим скотом, и, соответственно, в науке появилось течение мысли (позже оно получило имя: *полигенизм*), подбиравшее аргументы в пользу того, что людей следует относить к нескольким видам.

Булла римского папы, объявившая в 1512 году всех людей потомками Адама, долгое время не имела никакого влияния на ход дел в колониях: как раз католические завоеватели вели себя наиболее жестоко, подчас до нелепости. Однако булла послужила важной идейной поддержкой противоположному течению мысли (*моногенизму*), видевшему, как видим и мы, во всех людях членов единого вида. Если понимать вид как потомство единственной пары, то, поскольку никаких индейцев в Писании не упомянуто, получается, что индейцы произошли от какой-то расы Старого света, и их происхождение оказывалось как-то связанным с расселением. К этой мысли мы еще вернемся.

Другой источник пищи для эволюционной мысли предоставляли ископаемые. В 1575 году Бернар ***Палисси***, художник-керамист и ученый-самоучка, устроил в Париже

[2] Здесь *архетип* — первоначальный образец (*греч.*). Этот термин употреблял еще Филон в значении “прообраз, идея”, но здесь он значит “первопредок”. Впоследствии данное смешение смыслов стало обычным.

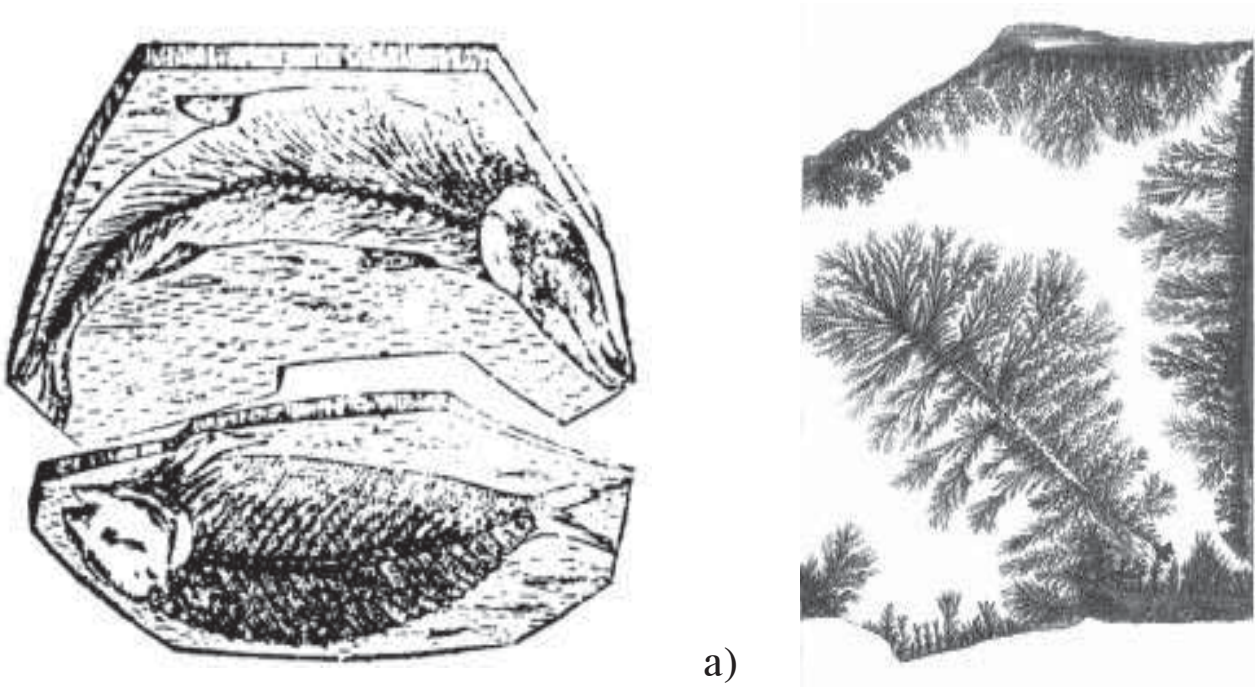
выставку ископаемых, где впервые провел сравнение ископаемых форм с ныне живущими. В 1580 году он высказал в печати вот какую мысль: поскольку всё в природе находится «в вечной трансмутации», то многие ископаемые остатки рыб и моллюсков относятся к вымершим видам. Заметим, что термин «трансмутация» (означавший у алхимиков превращение одних элементов в другие, в том числе простых металлов в золото) применен здесь, как и у Альберта Великого, в том смысле, какой мы вкладываем ныне в слово «эволюция». Вскоре Палисси попал в тюрьму, где и умер.

Еще один путь к эволюции лежал через проведенную Альбертом аналогию трансмутации видов с разведением домашних пород. Как ни странно, в печати ее первым из мирян развил знаменитый «королевский пират», один из организаторов разгрома англичанами испанской «Непобедимой армады», Уолтер ***Роли*** (или Рэли, Raleigh). Сидя в тюрьме, он написал книгу «История мира» (1614), где, естественно, коснулся и потопа. Развивая идею Бутео, он утверждал (пересказ Вичлера):

«В ковчеге не требовалось места для всех видов животных, поскольку некоторые группы видов развились только после потопа путем скрещивания, как мул (лошадь с ослом) и гиена (волк с лисой). Сэр Уолтер Роли объяснял, однако, что затем новые виды стали результатом не только скрещивания, но и непосредственных изменений существующих видов. Эти изменения были вызваны, как говорил Роли, новой окружающей средой; например, европейская дикая кошка развилась из индийской пантеры, и наш черный дрозд изменил цвет и размер в Вирджинии, тем же путем, каким и люди изменяются в росте и цвете [кожи] на разных материках... Роли был убежден, что изменения в природе аналогичны развитию рас при одомашнении...».

Тема стала популярной, и в 1620 году ее коснулся английский мыслитель, в общем-то от биологии далекий – Френсис ***Бэкон***, политик, философ и утопист. Едва ли не первым он высказал мысль, что виды могут изменяться путем накопления «ошибок природы», т.е. *случайных* изменений.

Во Франции богословы традиционно, со Средних веков, стояли на страже догм, а в Италии добились в течение XVII века полного разгрома науки, прежде – лучшей в



а) б)

Рис. 2. а): “Два рыбоподобных камня” — из книги “Музей металлов” (Улисс Альдровранди, умер в 1605 г.), опубликованной в 1648 г. б): Здесь наоборот: дендрит (проросшая в расщелине скалы кристаллизованная соль) описан как ископаемое растение — из книги “Допотопный гербарий” (Иоганн Шойхцер, 1709). Замечу: сам Шойхцер отверг прежнее мнение, что дендрит - растение

Европе. Показательна судьба натурфилософа Луцилио ***Ванини***, который в молодости покинул Италию, но в 1619 году все-таки угодил на костер инквизиции во Франции, в Тулузе. За что? Даже его враги не могли объяснить это толком. Просто за вольнодумство. Нам же важно, что он был, вероятно, первым итальянским эволюционистом.

В книге (1615 г.), стоившей ему жизни, Ванини, между прочим, повторял Альберта: трактовал известные нам замечания Теофраста как свидетельствующие о превращении вида в вид. Опираясь на подобные авторитеты, он шел дальше: выстраивал живые существа в порядке их сложности и совершенства, говорил об их (в том числе и человека) происхождении друг от друга. Один из его диалогов так и назван: «О первоначальном происхождении человека» (De prima hominis generatione).

После сказанного не будем удивляться, что крупнейший французский философ Ренэ ***Декарт***, написав около 1630 года космогонический трактат (где мир рождался из вихря), даже не пытался печатать его. К нашей теме там относилась такая мысль: «Чтобы лучше понять природу растений и животных, гораздо предпочтительнее рассуждать так, будто они постепенно порождены из семени, а не созданы Богом при начале мира... И тогда, *поскольку мы будем помнить, что на самом деле всё это возникло не так*, мы изложим природу явлений значительно лучше». Цензурный характер выделенной мною оговорки очевиден, однако столь же очевидно, что цензура проникает не только в тексты гениев, но и в их мысли.

В напечатанной книге («Рассуждение о методе», 1637) Декарт был еще более осторожен, но и это вызвало бурную реакцию церковников, не только католических, но и протестантских. На много лет вся дискуссия вокруг тем, которые мы зовем эволюционными, оказалась связана с именем Декарта. Для одних выделенная выше его оговорка была искренним руководством (так, даже еретик Спиноза рассуждал вполне в ее рамках: “Будем ли мы представлять природу в форме протяжения или в форме мышления, мы в любом случае найдем один и тот же порядок, одну и ту же связь причин” – вот первая формулировка *параллелизма бытия и мышления*), для других же эволюционный смысл идей Декарта был очевиден. Они-то нам и интересны.

1-10. Вот он, основатель эволюционизма

Дело оставалось за обобщающим трудом, который появился в Англии, пережившей революцию. Читатель уже, наверное, не удивится, узнав, что и его автором был отнюдь не натуралист. Это был юрист, богослов и финансист Мэтью ***Хэйл***. В 1660 году, будучи ненужным ни республиканским властям (уже), ни королевским (еще), он удалился в свое поместье и написал натурфилософский трактат «Первоначальное происхождение человеческого рода, рассмотренное и испытанное согласно свету природы». Опубликован после смерти автора, в Лондоне, в 1677 году.

Вичлер ограничился одной цитатой из Хэйла: «Мы не должны воображать, что все виды и роды были сотворены в той форме, в какой мы видим их сегодня, – нет, сотворены были только те виды и роды, которые мы зовем архетипами», а остальные развились из них под влиянием «множества обстоятельств». Влияние книги Роли очевидно.

Некоторые из «обстоятельств» Вичлер затем перечислил, и одного этого, по-моему, вполне достаточно, чтобы историки эволюции постеснялись писать что-либо прежде, чем прочесть Хэйла самым внимательным образом. Увы, этого не

произошло – Хэйла едва упоминают, и то изредка. Историю эволюционизма принято начинать с середины XVIII века, с робких намеков Бюффона (о нем поговорим далее). Почему?

У истории науки свои законы. Как и любой ученый, историк может докопаться сам до чего угодно, но далеко не всё может объяснить обществу. Оно услышит и воспримет лишь то, к чему готово. А принять эволюционное учение из уст богослова и креациониста оно не готово и ныне.

Да, как ни странно, в книге со столь «эволюционным» заглавием Хэйл ставил ту же цель, что когда-то Августин, – доказать справедливость книги Бытия и опровергнуть идею вечности мира Аристотеля. Возможно даже, что Хэйл, повторив заголовок диалога Ванини, полемизировал со злосчастным еретиком, допускавшим, что человек мог произойти естественным путем. Понятно, почему книга Хэйла никогда не имела широкого круга читателей: верующие не очень-то нуждаются в подтверждении своей веры научными аргументами, натуралистам же нужны другие, небогословские, доводы. Когда мода на такие книги прошла, ее вообще перестали читать. А ведь в ней собрано и осмыслено почти всё то, чем впоследствии стал знаменит Дарвин.

Своих наблюдений Хэйл привел мало, и они тонут в книжной учености, порою старомодной. Многословие Хэйла подчас изнурительно, некоторые мысли повторяются десятки раз, а главное поминается походя. Книга направлена против Декарта, однако многое изложено прямо по Декарту. Так, происхождение Земли объяснено как опускание более массивных частиц к центру хаотической массы (что, кстати, похоже на нынешнее объяснение), но этот механизм назван библейским. Да, всё так, но ведь прошлое не выбирают! Основателем эволюционизма явился креационист Хэйл.

Между прочим, слово «*эволюция*» упомянуто им тоже один раз, а ведь это – первое известное ученым применение данного слова в биологическом смысле. Говоря о человеческом семени, Хэйл заметил: “Оно должно в скрытом виде содержать по меньшей мере все то устройство человеческого организма (или же как минимум его абстрактный принцип или образ), в эволюции (evolution) которого должно состоять соединение и формирование человеческого организма”. У Хэйла, как видим, речь идет об индивидуальном развитии, и только явное сходство с “потенциями” отцов Церкви (см. п. 8) позволяет видеть тут подход к эволюции в нашем смысле слова.

Как и у Декарта, сотворена из ничего у Хэйла лишь первичная хаотическая материя, остальное развитие мира он соглашался называть творением лишь «по аналогии». Бог мог бы построить мир и всё живое мгновенно, но, по Хэйлу, иногда использовал такие методы и «такие времена», которые «в некотором смысле идентичны естественному процессу». Как видим, в Англии даже богослов и придворный мог выражаться несколько прямее и смелее, чем независимый французский философ Декарт. И открыто проводить эволюционную точку зрения через всю историю мира – от космогонии до социологии (если допустимо применять тут наши слова).

Эволюция не могла уложиться в шесть дней, но для Хэйла библейская версия была нерушимой, и вот мы видим у него рассуждения в духе конкордизма (см. п. 4), правда – весьма невнятные: исследователям предстоит выяснить, «в каком порядке и характере времени это было».

У Хэйла предвосхищены многие споры о роли **случайности**, возникшие с рождением дарвинизма. Он, признавая эволюцию за счет случайных сочетаний (подоб-

ной тому, какая образовала английский язык – «странную смесь» элементов более древних языков), видя тут необъятный источник возможностей (ведь разнообразие слов – результат комбинаций букв алфавита) и допуская (подобно Альберту) самопроизвольное изменение «семян» (мы именуем это мутациями), решительно отвергал «случайное соединение атомов» в качестве источника упорядоченности, говоря, что получение чего-либо упорядоченного таким путем невероятно (incredible), а потому невозможно. Тут нужно не случайное соединение атомов, а «обычное, естественное и необходимое соединение естественных причин и действий». (Если воспользоваться нынешним языком: случайной может быть встреча, но не формообразование – вполне в духе **номогенеза**, учения XX века – см. гл. 4.) И мы сейчас, через триста с лишним лет, когда механизмы наследственных изменений в значительной мере выяснены и стала ясна роль самосборки (см. п. 3-13), можем лишь признать полную правоту Хэйла.

Отдал он дань и древнему учению о частицах наследственности («семенных молекулах»), из которых якобы сам собой собирается зародыш: «Форма этих маленьких семенных молекул… есть работа разума, выбора, избрания, намерения наиболее разумного и мудрого существа, а никак не простого случая…». Эти молекулы были первично сотворены, они попадают в землю, воздух и воду от тел умерших, а затем складываются в низшие организмы. Что же касается высших растений, то тут Хэйл настаивал на наследственности: «Так, некоторые говорят: злак может братиться в плевел, и плоды могут выродиться в ходе культивации… Но во всех этих трансмутациях, как улучшающих, так и ухудшающих, соблюдается принцип семенной специфичности».

Совсем близко Хэйл подошел к дарвинову пониманию изменчивости, рассуждая о культурных растениях. Сославшись на Бэкона, он убеждал, что культурные воздействия могут как улучшать, так и ухудшать их свойства. Эту мысль о случайном характере эволюционных вариаций он уточнил: «Возможно, что виды, ныне различные, были первично одним видом, но приобрели некоторые случайные различия с течением времени». Таким путем он допускал появление новых пород собак, видов врановых и т.п. При этом он провел параллель между уродствами и эволюционными новациями, очень важную для дальнейшего развития эволюционной науки.

1-11. Человек – модель эволюции

Как и прежние эволюционисты, главную цель Хэйл видел в объяснении эволюции человека. И человек же был для него главным фактическим примером эволюции, ибо о нем больше всего известно. Конечно, он не выводил человека из животных – Адам был для него одним из «архетипов», сотворенных Богом. Понять предполагалось лишь разнообразие рас. Точно так же понимал он и эволюцию остальных живых существ, только речь шла не о расах, а о видах – опять похоже на Дарвина.

Основной моделью эволюции стало для Хэйла заселение Америки. Собрав все сведения о путешествиях в Новый свет до Колумба (а мы-то наивно полагаем, что их собрали лишь в XX веке) и допустив существование в прошлом сухого пути туда из Азии (это нынешней наукой признано), он пришел к выводу, что отличия тамошних людей и животных вызваны «перерывом в сношениях» и накоплением изменений у переселенцев. Примерно так писал впоследствии Дарвин о галапагосских вьюрках.

Более того, в своих рассуждениях о *центре творения* (Capita specierum), каковой видел в Азии, Хэйл подошел к основной идее *биогеографии*. От вопросов расселения он, как и многие, естественно перешел к вопросам роста численности, столь волновавшим англичан в дни детства Дарвина и столь актуальным ныне. Он прикидывал, сколь быстро небольшая группа может заселить «пустую» страну, чем предвосхитил знаменитое учение Мальтуса. Беды, снижающие численность людей (эпидемии, голод, войны и междоусобицы, наводнения, пожары) он трактовал как акты высшей воли, как «коррективы», избавляющие мир от «перегрузки».

Заодно он сформулировал такие же «коррективы» в отношении низших животных и отметил, что (хотя те размножаются много быстрее людей) их численность ограничивается их поеданием другими животными, а также «равновесием тепла и холода»; тем самым, он оказался одним из творцов учения о балансе природы – учения, предварявшего нашу экологию. Глядя, как хищники преследуют жертв, Хэйл утверждал «непрерывное вторжение и превосходство более сильных, активных и живучих», в чем некоторые историки видят зачаток идеи борьбы за существование, а с тем – и естественного отбора. Это вряд ли законно, поскольку здесь нет речи о борьбе между близкими формами (например, между двумя хищниками за жертву или между двумя породами травоядных – за участок). У него нет и того слабого подобия отбора, что было у Эмпедокла и Лукреция. А вот что сходное с Дарвином есть, так это – баланс природы, представленный в форме баланса каждого вида (скорее даже – популяции) со средой.

Словом, не продолжая описания взглядов замечательного дилетанта – о них давно пора написать книгу, признаем, что первый труд, специально посвященный биоэволюции вышел в свет за 125 лет до первой эволюционной книги Ламарка и что его можно уверенно назвать первой книгой по научному (без кавычек) креационизму.

1-12. Дорожки от Хэйла к Дарвину...

Не имея возможности проследить всю историю эволюционизма от Хэйла до Дарвина, наметим пунктиром три параллельных пути от первого ко второму – через анализ 1) накопления изменений и их перемешивания, 2) приспособлений («влияние условий» и случайное улучшение), 3) избыточности населения и баланса со средой.

Все три легко прослеживаются, и остается неясным лишь одно: что знал о них Дарвин? Хэйла быстро забыли, но заложенное им учение (научный креационизм) развивалось и имело блестящее продолжение. Достаточно сказать об известной книге «Мудрость Бога, явленная в трудах творения» (1691), автор которой, знаменитый ботаник Джон ***Рэй*** (Ray), развивал многие мысли Хэйла (например, о балансе). Это течение мысли хорошо было известно Дарвину как *естественное богословие*.

Естественное богословие – учение, трактовавшее все явления мира как гармонию, говорящую о божьей мудрости, проявленной в ходе творения, учение, ставившее целью увязать религию с наукой. По сути очень старое (см. п. 6), оно возникло теперь как реакция христианской мысли на успехи естествознания, становившегося во второй половине XVII века самостоятельным мировоззрением. Эти успехи породили стремление обосновать христианскую точку зрения на мир, исходя из успехов науки. По книге Вильяма Пэйли «Естественное богословие» (1802) Дарвин учился в колледже и до старости благодарно вспоминал ее. Он мог не знать

имени Хэйла, но знал его мысли. Достаточно сказать, что Пэйли начал с воображаемого примера, который есть у Хэйла (философ, никогда не видевший часов, обнаруживает неизвестно кем сделанные часы и рассуждает – могла ли их сделать природа?), а всю книгу построил по образцу книги Рэя. К нашей теме относятся три аспекта естественного богословия – конкордизм, адаптационизм и селекционизм.

О *конкордизме* мы уже говорили в пп. 4 и 10. Пусть сам его принцип и был высказан смутно еще Хэйлом, а затем многими уточнен, но для укоренения эволюционной идеи требовалось большее – показать, что в ходе «творения» живые организмы действительно изменялись. В 1665 году знаменитый физик Роберт ***Гук*** издал книгу «Микрография», где, в частности, описал микроскопическое строение раковин – нынешних и ископаемых. Он пришел к выводу: ископаемые раковины принадлежат не просто организмам, но организмам, какие в нынешних водах не встречаются.

Вывод, хотя и повторял идею Палисси столетней давности, был чересчур смел: состава фаун никто не знал, на что вскоре же и указал Рэй. Осторожно признав эволюцию в пределах рода, он отрицал возможность вымирания какого-либо вида (ибо тем были бы нарушены и природный баланс, и мудрость Творца) и уверял, что описанные Гуком *аммониты* (раковинные головоногие моллюски) еще будут найдены живыми в водах океана. (На самом деле те вымерли в меловом периоде.) Чтобы продолжать спор, предстояло создать две науки – фаунистику и палеонтологию.

Адаптационизм, т.е. учение о приспособленности каждого организма к своим условиям обитания, был еще старше – рассуждения о пользе тех или иных органов можно найти у древних греков. Он всегда носил характер славословия в адрес богов, но в XVII веке открытие множества новых фактов заставило всерьез задуматься – действительно ли все свойства каждого организма полезны. И если да, то всегда ли – самому владельцу? Сводку доводов о полезности дал Рэй, за следующие сто лет тут родилась целая литература. Вот пример из книги Христиана Конрада Шпренгеля «Раскрытая тайна природы в строении и оплодотворении цветов» (1793):

«Премудрый творец природы не создал ни единого волоска без какой-либо определенной цели», однако «для насекомых было бы мало пользы в том, что большинство цветов выделяет сок и что сок этот защищен от дождя, если бы в то же время им не была обеспечена возможность легко находить эту предназначенную им пищу. Природа, которая ничего не делает наполовину... позаботилась о том, чтобы насекомые могли уже издали замечать цветы путем зрения или обоняния...».

Наряду с серьезными описаниями приспособлений, бывали курьезные – один ботаник уверял, что оболочка некоторых дынь имеет дольчатую форму для того, чтобы удобнее делить ее за столом; один анатом убеждал, что человек наделен ягодицами для того, чтобы, удобно усевшись, размышлять о величии божьем и т.д. Словом, когда Пэйли сел писать свой учебник, сказано было, казалось, всё возможное. Однако и он внес свою лепту, сформулировав *вероятностный аргумент*: если пользы не видно, можно сделать непроверяемое предположение и назвать его вероятным.

Например, Пэйли писал: «А в рыбьем глазу радужка неспособна к сужению. Это большое отличие, вероятный смысл которого тот, что ослабленный водой свет никогда не бывает слишком резким на сетчатке». Теперь можно было доказать всё.

Селекционизм, т.е. утверждение, что изменение видов в природе происходит путем, аналогичным селекции домашних пород человеком, был разработан мень-

ше всего, но и он присутствовал. Сама аналогия бытовала в литературе, как мы видели, с XVI века, а наиболее четко выражена в ранней рукописи ***Чарлза Дарвина*** (1844 г.): «Предположим теперь, что некое Существо, одаренное проницательностью, достаточной, чтобы постигать совершенно недоступные для человека различия в наружной и внутренней организации и предвидением, простирающимся на будущие века, сохраняло бы с безошибочной заботливостью и отбирало бы для какой-нибудь цели потомство организма... я не вижу никакой причины, почему бы оно не могло создать новую расу» (*Ч. Дарвин*. Соч., т. 3. М.-Л., 1939, с. 133).

Это похоже с виду на дарвинизм, но это пока еще – естественное богословие: “Существо” явно наделено божественным сверхразумом. Однако дело даже не столько в сверхразуме (для отбора он не нужен), сколько в малозаметном словечке «безошибочно»: в действительности выгодное качество дает выгоду не “безошибочно”, а при сочетании (чаще всего редком) выгодных обстоятельств. В другом месте (с. 86) Дарвин заметил, что «природа не позволяет своей расе портиться от скрещивания с другой расой, и сельские хозяева знают, как трудно это предупредить».

Но как раз природа (если она – не Бог) позволяет спариваться всем, кто может, и новый вариант не рождается с запретом на встречу со старыми, а значит не может находить себе пару «безошибочно». Для безошибочности нужно то самое “Существо”. Ко времени написания «Происхождения видов» оно (вместе со сверхразумом) из записей Дарвина исчезло. Чем “Существо” было заменено? Когда мы поймем это (см. гл. 5), мы поймем, что такое дарвинизм и чем он отличен от естественного богословия, а чем с ним схож и что можно от него взять для работоспособной теории эволюции.

1-13. ... и мимо

От Хэйла шли дорожки и мимо Дарвина. Прежде всего, Дарвину была совсем чужда мысль проводить эволюционную идею через всю историю мироздания, как делали это многие, начиная с Анаксимандра. Вопрос о происхождении жизни тоже не занимал его. Если сравнивать с предшественниками, то эволюционизм Дарвина более похож на взгляды Рэя, признававшего «трансмутацию» то ли в рамках рода, то ли вида.

Утверждение эволюционной идеи в умах было невозможно без указания места, занимаемого историей жизни в истории мира, и младшие современники Хэйла активно этим занимались. Гук, например, в 1667 году выступал в Лондоне с лекциями «О землетрясениях», в которых учил, что Земля, подобно организму, стареет, и рассматривал переходы между видами в качестве следствия эволюции природы как целого.

Существенной тут была мысль Гука о медленных, незаметных наблюдателю, изменениях в течении многих веков, усвоенная впоследствии и ламаркизмом, и дарвинизмом. Наоборот, рассмотрение Земли как организма выглядело фантазией и прошло незамеченным. К этой теме мы еще вернемся в части 2.

Столь же мало внимания привлекло высказывание английского священника Томаса ***Бернета***, описавшего (1681) декартову космогонию и сделавшего вот какой вывод: жизнь должна была зародиться, при содействии солнечного света, на границе загрязненного (вулканами) воздуха, воды и плававшей в ней «жирной материи». Наземные же организмы, как считал Бернет, появились после частичного высыхания вод. Если бы не жуткое для нашего глаза название его книги («Священная история Земли»), его имя, надо полагать, украшало бы все книги по истории эволюции.

А помните цитату об архетипах в начале п. 10? И у Роли, и у Хэйла под архетипами понимались те виды, которые были сотворены Богом прямо при создании мира. Сколько их было и каких именно? Для ответа предстояло развить научную дисциплину, которая получила имя *сравнительной анатомии.* Начало ее восходит к Аристотелю, а в Новое время первым ее опытом было «Исследование природы птиц с их описанием и простодушными рисунками, взятыми с натуры». Ее написал французский зоолог Пьер Белон (1555). Один из этих «простодушных» (naifs) рисунков предлагаю читателю разглядеть: тут впервые дано детальное сравнение скелетов человека и птицы (рис. 3).

Разумеется, в те времена никому в голову прийти не могло, что данное сходство можно истолковать как происхождение людей и птиц от общего предка. Сходство трактовалось как единство божественного замысла. Через сто лет единый замысел видели уже в строении всех животных.

Так, итальянский анатом Аврелий Северино, изучавший самых различных животных (позвоночных, насекомых, моллюсков), писал: «Прототип, лежащий в основе всех сотворенных животных, настолько очевиден, что всякий анатом замечает это почти помимо своей воли». Читая это, можно даже подумать, что автор действительно сравнивал планы строения очень различных животных и находил в них важное сходство, но это не совсем так. Его познания в строении позвоночных (этого термина еще не существовало) были ниже, чем у Белона, о котором он вряд ли знал. А единый прототип он понимал по Платону: образцом творения служил человек, остальные оценивались сравнением с ним, и черты сходств анатом искал не столько в строении, сколько в поведении; лиса, например, была образцом коварства, осел – глупости и т.д.

Зато Северино первым стал сравнивать разные члены, служащие сходной цели – легкие и жабры, руку и хобот, рожки улитки и глаза позвоночных. Позже такие сходства назвали *аналогиями*. Отмечены им и сходства, впоследствии получившие название *гомологий*: между шерстью зверей и перьями птиц, между конечностями зверей и человека, между рукой человека и его ногой. Заметим кстати, что в Италии говорить всё это было накладно – хотя Северино и заявлял об отличии анатомии человека от анатомии животных, ему пришлось однажды иметь дело с инквизицией.

Впоследствии, в дарвинизме, аналогии были истолкованы как независимые приспособления к одной и той же функции, а гомологии – как следствие происхождения от общего предка. Другие эволюционные теории отказываются от столь простого деления всех сходств; наиболее из них известен упомянутый выше номогенез.

В 1672 году в Англии мысли о единстве плана строения развил знаменитый врач и натурфилософ Томас Виллис. Анатомируя омара, он пришел к выводу, что у ракообразных «не кости покрыты мясом, но мясо покрыто костями». Назвав панцырь наружным скелетом, Виллис стал искать и находить такие же вывернутые сходства с позвоночными во всем, в том числе и в передвижении – потому, мол, рак и пятится назад.

Вот сколько сказано до Хэйла об архетипах. Хэйл видел их как первично созданные виды, но в 1678 году в Англии был напечатан труд немецкого ботаника, математика и философа Иоахима Юнга, где **архетип** понят иначе, по Филону: идея архетипа есть идея *поиска единого во многом.*

Тем самым, Юнг положил начало тому, что через 160 лет после его смерти

п урфилософ Иоганн Вольфганг Гёте назвал **морфологией** – общей наукой о форме. Морфологию и сравнительную анатомию часто рассматривают как синоноимы, но это не совсем точно – первая есть теоретический итог второй. Задача морфологии, науки о фундаментальных сходствах, в некотором смысле противоположна задаче *систематики* – той части биологии, что изучает различия организмов. Подробно этот вопрос будет рассмотрен в главе 6, в том числе в п. 6-11 будет дано более точное понимание морфологии по Гёте.

1-14. Появление эволюционной философии

Эволюционисты никогда не исчезали совсем, но их было мало, и они не печатались. Среди них был великий философ и математик Готфрид Вильгельм ***Лейбниц***, который в молодости сам обшарил горы и рудники Южной Германии и Северной Италии с молотком в руке. Вечно чем-то увлеченный философ написал книгу «Первичная Земля» (Protogea), проявив завидную эрудицию в вопросе, для него побочном, но не удосужился издать ее, и она пролежала в рукописи полвека, увидев свет лишь в 1749 году, а первый ее перевод с латыни на современный язык (французский) появился еще через 110 лет, в год выхода «Происхождения видов». Но отнюдь не устарел: несмотря на всеобщее признание эволюции Земли, общество 300 лет (от Бутео и Палисси до Ламарка и Дарвина) обсуждало один и тот же вопрос – происходила ли на самом деле эволюция живого.

Доводы Лейбница в пользу биологической природы ископаемых костей и раковин всё еще были актуальны, но важнее была постановка вопроса: «И не вероятно ли, что в больших изменениях, которым подвергался земной шар, большое число животных было преобразовано?» Он по-прежнему не имел ответа. А блестящее

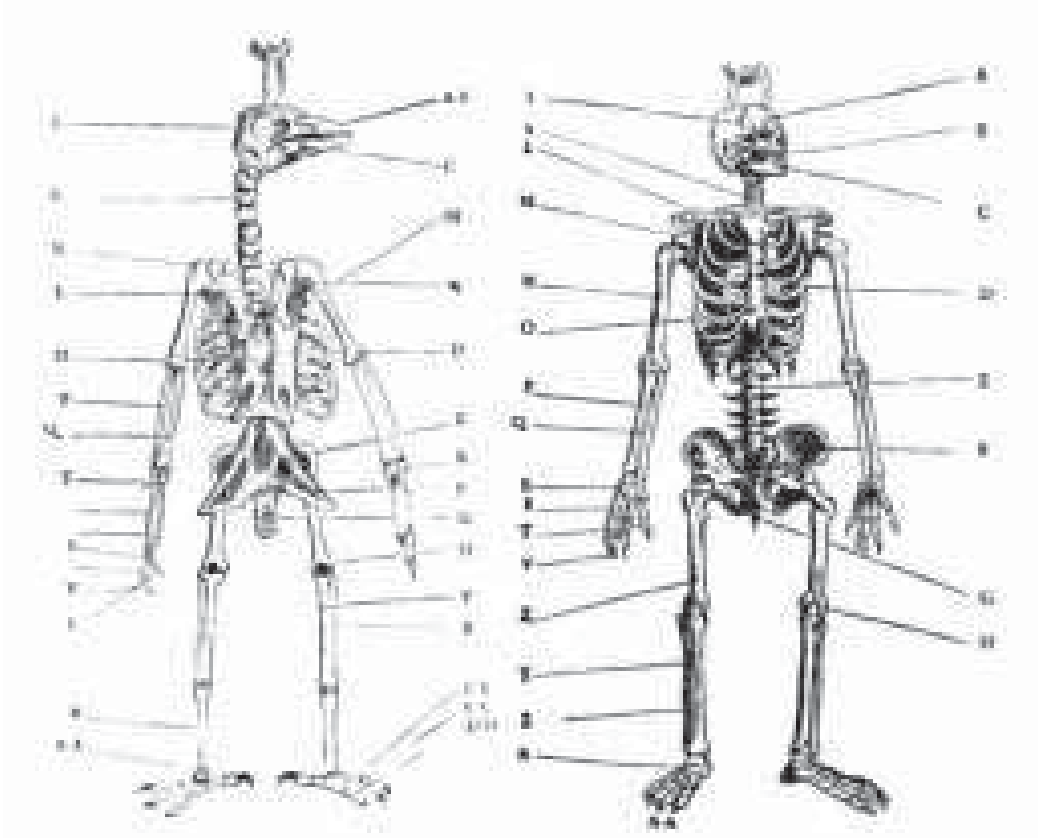


Рис. 3. Из книги “Исследование птиц” (Пьер Белон, 1555). Гомологичные кости обозначены одинаковыми цифрами и притом почти всюду верно

предисловие Бертрана Сен-Жермена к французскому изданию “Протогеи” служит не только лучшим очерком предыстории палеонтологии, но и укоризненным памятником нашему небрежению к ученым прошлого. Ведь ни современники Дарвина, ни мы с вами, не осведомлены о трудах большинства предшественников нисколько. Часто пишут, что палеонтология родилась 200 лет назад в трудах Жоржа ***Кювье***, а она, оказывается, вдвое старше. В этом есть заслуга и Лейбница, и более ранних авторов, труды которых он использовал, но не назвал [*Чайковский*, 2000].

В “Протогее” ясно проведена идея древности жизни и изменения облика Земли, констатировано вымирание многих видов морских животных, но ничего более об эволюции организмов не сказано. Примерно в то же время (1690-е годы) Лейбниц в одном из писем заявлял, что “всё во Вселенной так связано, что настоящее таит в себе зародыш будущего” – мысль, которую мы видели еще у отцов Церкви. И далее сформулировал знаменитый “закон непрерывности”, который обычно выражают формулой “Природа не делает скачков”; для организмов это значит, что даже между самыми несходными видами можно указать цепочку промежуточных и притом слабо различающихся видов. Тут-то Лейбниц и выразил скупо свое видение эволюции: “Поскольку, как я считаю, этот закон создает совершенную непрерывность в плане последовательности, он создает нечто подобное и и в плане одновременности”. Вот первый проблеск идеи, которая позже породила теорию *параллелизма индивидуального и исторического развития*.

О ней речь пойдет в главе 2, пока же приведу место, показывающее, что Лейбниц распространял принцип непрерывности на виды живого: “Что касается постепенного перехода видов, то ... философы высказали ряд соображений о пробелах в ряду форм или видов. В природе все совершается постепенно, в ней нет скачков ... Но для красоты природы, требующей раздельных, отчетливых восприятий, необходимы видимость скачков и, так сказать, музыкальные интервалы в явлениях ... На каком-нибудь другом небесном светиле могут быть виды, промежуточные между человеком и животным” (Лейбниц Г.В. Соч., т. 2, М., 1983, с. 486-487). Вот и всё, что есть у него об эволюции. Могу добавить, что набожный Лейбниц понимал ее как *непрерывное творение*. Так понимали ее многие.

С 1735 года ботаник Карл ***Линней***, вскоре ставший высшим авторитетом в систематике, утверждал, что виды организмов неизменны; однако в поздних работах он перешел на позицию того ограниченного эволюционизма, который тянулся тоненькой ниточкой от Альберта и Роли. В 1774 году Линней писал, что “Бесконечно Сущий сперва, в продвижении от простого к сложному и от малого к многому, при начале растительной жизни, создал столько растений, сколько есть естественных порядков. Что Он Сам затем растения этих порядков перемешал путем скрещивания, что появилось столько растений, сколько есть разных отчетливых родов. Что затем Природа эти родовые растения... перемешала между собой и умножила существующие виды, все, какие возможно”.

Для утверждения идеи эволюции в умах ученых нужна была новая идеология, и она была в середине XVIII века найдена – в химии. Точнее, в понятии *химического сродства*. В 1744 году в Париж привезли редкостного уродца – негритёнка с белой кожей, голубыми глазами, рыжими волосами и похожими на лапы животного руками. Среди глазевших на него обывателей (шутивших, естественно, о легкомысленном поведении негритянки) был крупный физик Пьер

Луи ***Мопертюи*** (он навечно вошел в пантеон математической физики как автор принципа наименьшего действия). Он быстро понял, что перед ним вовсе не помесь, а именно уродство, т.е. результат неправильного развития. И написал «Рассуждение о белом негре», с которого началась новая история эволюционизма.

У Мопертюи поставлены вместе три вопроса – почему дитя похоже на обоих родителей, как происходит развитие зародыша и откуда берутся уродства. К тезису древних о смешении мужской и женской «семенных жидкостей» (про авторов предыдущего века он вряд ли знал) Мопертюи добавил следующее: плавающие в этих жидкостях частицы соединяются в зародыш точно так же, как в ходе химической реакции собираются в единое вещество элементы – по законам, аналогичным закону химического сродства. Свойства «частиц», аналогичные химическому сродству, он охарактеризовал как «нечто аналогичное желанию, неприязни, памяти». Замечательно, что свои допущения, для нас чисто произвольные, он полагал выведенными из опытных данных. Это важно запомнить, ибо все мы исходим из практики, но каждая эпоха видит практику в чем-то своем. Согласно Мопертюи, опыт заставляет принять три допущения:

<<1. Что семенная жидкость всякого вида животных содержит несметное множество частиц для формирования, путем комбинаций, животных того же вида.

2. Что в семенной жидкости каждого индивида частицы, годные для образования черт, сходных с его собственными, присутствуют в гораздо большем числе, и к ним он имеет наибольшее сродство, как бы много ни имелось других [частиц] для других черт.

3. Что касается того тела, которое формируется из семени каждого животного вида из частиц, свойственных этому животному, то было бы смелой догадкой думать, что каждая частица предназначена для своих зародышей (germes) >> (*Maupertuis P.-L.* Oeuvres. T. 2. Lyon, 1756, p. 120).

Конечно, тут гораздо больше взято не из опыта, а из античной натурфилософии. Под опытом он, вероятно, имел в виду суждения анатомов XVII-XVIII веков, объяснявших уродства неправильным смешением “семенных жидкостей” отца и матери. Как и многие до него, Мопертюи полагал, что частицы организма одного вида могут служить для сборки организма другого. В виде примера он приводил кишечных паразитов, появление которых толковал как самосборку частиц организма-хозяина. Объяснение для нас наивно, но оно навело физика на один из самых глубоких вопросов биологии – откуда берется сходство. Например, почему так похожи земляные черви, личинки насекомых и глисты? Мопертюи склонен был видеть здесь, выражаясь нынешним языком, сходство законов формообразования; примерно так по законам химии и физики растет кристалл: при одних условиях углерод кристаллизуется в графит, при других – в алмаз, но никак не в кристалл вроде соли.

1-15. Морфология и законы эволюции

Законы морфологии хорошо видны там, где они нарушаются, – нарушения сами по себе закономерны. Белый негр, урод среди негров, реализовал ряд свойств, обычных у европеоидов. Имея совсем немного подобных примеров (вот где могла бы помочь всеми забытая книга Хэйла), Мопертюи нащупал общее правило, которое морфология XX века сформулировала так: признак, являющийся уродством у данного таксона, почти всегда присутствует в качестве нормы у какого-то другого таксона.

Вот примеры. Чем тяжелее уродство, тем у более далекого вида оно может

явиться нормой. Так, если нарушение пигментации – относительно безобидный дефект – образует признаки другой расы (белый негр), то, к примеру, «заячья губа» (несращение половин верхней губы) обычна у низших обезьян (лемуров), а руки, похожие на лапы, сходны с конечностями зверей других отрядов. Самые тяжелые дефекты, из числа совместимых с жизнью, выводят за рамки класса (например, конечностей не имеют змеи) или даже за рамки типа (двуголовыми в норме бывают лишь некоторые черви).

Всего этого Мопертюи не знал, но понял главное: то, чем одни виды отличаются от других, могло сперва возникнуть как уродство. Примеры он видел в работе селекционеров, когда те скрещивают носителей редких аномалий. Почти все его мысли есть у Хэйла, но установки их сильно различны: Хэйл предварял естественное богословие, а Мопертюи (отнюдь не чуждый богословия как такового) страстно спорил с основной посылкой естественного богословия – идеей полезности каждого свойства.

Он писал (1747 г.), что великий Ньютон видел видел целесообразность (понятую как божественный замысел) в однообразии орбит планет и строения животных, но «если единообразие, наблюдаемое нами во многом, является доказательством, то не опровергается ли это доказательство бесконечным разнообразием, которое мы наблюдаем во многом другом?» Так, некоторые видят целесообразность в складках жесткой кожи носорога (без них она не могла бы сгибаться), но забывают при этом о черепахе, панцырь которoц в самом деле не сгибается. Тем самым, Мопертюи сопряг два основных в билогии вопроса: откуда берутся и как связаны сходство и различие? То есть поставил *проблему разнообразия*. «Настоящий философ не должен позволить ни ослепить себя частями Вселенной, где блещет порядок и соответствие, ни поколебать себя частями, в которых он этого не находит». Мопертюи здесь близко подошел к пониманию того, что (если пользоваться нашим нынешним языком) морфология и систематика взаимодополнительны друг другу. Подробнее см.: [*Чайковский*, 1990, с. 29, 33, 63].

Мопертюи, как и за сто лет до него Декарт, делал оговорки, предназначенные церковным властям: мы конечно «должны верить», но вправе обсуждать, «по каким законам Мир сохраняется, а смертные индивиды множатся?» Здесь налицо «чистое поле, и мы можем предлагать идеи». Мопертюи был верующим, но вряд ли искренне признавал за собою «чистое поле» лишь вне собственно эволюционной проблематики.

В 1748 году в либеральной Голландии вышла анонимная книга «Теллиамед, или беседы индийского философа с французским миссионером об отступании моря, образовании суши, происхождении человека и прочем». В диковинном имени философа читалась фамилия автора: им был Бенуа ***Де Малье*** (De Maillet), давно умерший французский дипломат, востоковед и геолог-любитель. Книга, написанная около 1716 года, повторяла древнюю идею о том, что морские животные могли породить наземных, т.е. исходила из аналогии с превращением личинки в насекомое, что далеко от эволюции в нашем понимании. Однако морфологическая догадка Анаксимандра (недаром ведь выводившего людей из рыб, а не из беспозвоночных) была теперь разработана: были построены ряды сходств, пусть и фантастические (например: рыбы – летучие рыбы – птицы).

Самое понятное у Де Малье – нечто вроде отбора: «Пусть сто миллионов из них (рыб, выброшенных на сушу – Ю.Ч.) погибнет, будучи неспособными свыкнуться с новой средой; достаточно, если это удастся двоим, чтобы возник новый

вид». Пусть столь резкие скачки (образование сразу наземных *классов* из рыб) невероятны, но в принципе, как мы узнаем в части 2, образование *видов* и даже *родов* может идти у животных именно так, а у растений таким образом могут, как мы узнаем в части 3, возникать даже классы. Кстати, Де Малье, признавая образование новшеств за счет скрещивания, дал оригинальное определение рода: **род** – это множество способных скрещиваться видов. Остальные натуралисты считали, вслед за Рэем, что скрещивание идет лишь в рамках вида (что неверно).

Книга Де Малье (как и труды Мопертюи) сразу же попала на рабочий стол крупнейшего натуралиста Жоржа Луи ***Бюффона***, одного из основателей французской зоологии. Де Малье щедро цитировал предшественников и послужил для Бюффона источником мудрости XVII века, которая сквозит в его «Естественной истории» (первые тома ее вышли в 1749 г.) повсюду.

Бюффон не только перевел на французский Ньютона, не только руководил Королевским ботаническим садом и музеем при нем, но еще и создал в своем поместьи металлургический завод, где, между прочим, ставил опыты по растеканию расплавов, надеясь так понять геологическую эволюцию. Наблюдал он и осаждение осадков из вод. В результате Бюффон пришел к поразившему всех выводу – что наблюдаемые земные толщи никак не могли образоваться за библейские 6 тысяч лет, что Земле как минимум 75 тысяч лет. Срок этот нам сейчас кажется смешным, но *геохронология* родилась именно с этого подсчета Бюффона.

Конечно, ему пришлось извиняться перед богословами. Сам он позже в кругу друзей назвал эти печатные извинения насмешкой, но нам они до сих пор здорово мешают: мы не можем точно сказать, какие из его осторожных фраз – маскировка, а какие выражают действительные сомнения.

Описывая вид за видом, Бюффон отмечал, наряду с приспособлениями, признаки, явно бесполезные. Зачем, к примеру, свинье вполне сформированные пальцы, которыми она не может воспользоваться? Тем самым, возникало еще одно сомнение в правоте естественного богословия, утверждавшего, что Господь сотворил каждый волосок на пользу его обладателю или же человеку. Не лучше ли сказать, что первично создан лишь прототип, или общий план, который затем без конца варьируется?

Как великий человек Бюффон позволял себе странности – например, начисто отвергал систематику в духе Линнея. Зато преуспел в морфологии. Соединив мысли многих (от Белона и Роли до Мопертюи и Де Малье – никто из них назван не был), он решил, что общность плана строения можно истолковать как общность происхождения. Если вспомнить, что даже среди немногочисленных эволюционистов царил тогда взгляд Рэя (изменение в рамках *вида*), то это – очень смелая мысль.

К сожалению, мы не можем точно сказать, в каких рамках Бюффон видел общность плана строения. Вне эволюционной темы он понимал его широко. Вот пример, (свидетельствующий, кстати, о склонности Бюффона к математике): «возьмите скелет человека, наклоните кости таза, укоротите кости бедер, голеней и рук, удлините таковые ступней и ладоней, соедините вместе фаланги, удлините челюсти, сократив лобную кость, и, наконец, удлините также позвоночник ... это будет скелет лошади». Вскоре такие сопоставления стали модны (см. рис. 4), но это еще не эволюция.

Гораздо менее определенна речь Бюффона в отношении *изменения* общего плана: «Существует первичный общий план, который можно проследить очень далеко и деградации которого гораздо более медленны, чем у внешних форм и других видимых отношений». И всё же главное сказано – эволюировать может

не только внешняя форма (о чем говорили до него многие), но и общий план. Всё дело в темпах.

В 1760-х годах великий зоолог признавал эволюцию в рамках семейства, т.е. допускал, что все виды одного семейства могли произойти от единого предка. В этом он нашел много последователей, в том числе, как ни странно, и в лице Линнея. Их взаимная нелюбовь не смогла помешать сближению взглядов: Бюффон нехотя признал, что, кроме видов, нужны и другие таксоны (хотя бы семейства), а Линней строил поздние издания своей «Системы природы» прямо-таки по образцу «Естественной истории» Бюффона, ставшей бестселлером. И в частности, признал эволюцию почти в тех же, что у Бюффона, рамках (см. п. 14). С годами воззрения Бюффона тоже менялись, но в обратную сторону. В 1770-х годах он сузил рамки эволюции не только близкими видами, но и мелкими организмами (поскольку полагал крупные организмы малоизменчивыми). Слон, носорог, лев и им подобные виды вообще не меняются, сколько бы лет ни прошло. Такой странный для нас вывод был связан прежде всего со слабой изученностью ископаемых костей, но вопрос гораздо глубже, чем может казаться. Как Рэй за сто лет до Бюффона, так и Дарвин через сто лет после него – многие совершали в старости отход от своих эволюционных взглядов. Сходство, казавшееся им прежде явным свидетельством родства, вдруг переставало свидетельствовать.

Что им возразить? В самом деле, многие сходства никак с родством не связаны. Все четырехногие столы сходны вовсе не потому, что произошли от стола-предка, а потому, что служат сходным целям и реализованы сходными средствами. Принято считать, что именно ввиду сходства целей сходны по форме рыба, кит и пингвин. Общее происхождение поэтому предпочитают иллюстрировать сходствами бесполезными (те же пальцы свиньи). Однако возразить сторонникам независимого творения всех видов (путем вариации единого плана) нечего, пока не показано, как на самом деле идет превращение вида в вид, и в эволюцию остается лишь верить или не верить. В нее и не верили.

Крупнейшие после кончины Бюффона (1788 г.) морфологи Гёте и Кювье добились результатов без ссылки на эволюцию. Гёте выдвинул знаменитую «позвоночную теорию черепа», утверждавшую, что череп позвоночных сложен из видоизмененных позвонков (рис. 5). Ее даже можно подать как шаг к *эволюционной морфологии*, если считать, что первые шесть позвонков бесчерепных предков постепенно преобразовались в череп. Но можно обсуждать это и на языке вариации единого плана (божественного замысла). На этом языке и говорил Кювье. Он преобразовал морфологию введением двух положений – о *четырех типах* животных и о *корреляции органов*. Четыре установленные им типа строения – *позвоночные, членистые, мягкотелые* (моллюски) и *лучистые* (радиальные) – должны были пресечь разговоры о едином плане строения всех животных: таковой план можно искать лишь в пределах типа.

Зато в этих пределах Кювье творил чудеса. Как-то ему принесли выломанный в местном, близ Парижа, карьере камень, из которого торчала пара зубов. Кювье уверенно заявил, что они принадлежат вымершему сумчатому, что и оказалось в действительности, когда образец был отпрепарирован. Помог тут именно принцип корреляции органов, гласящий, что далеко не любое сочетание свойств возможно в рамках одного организма, – такие зубы могли быть только у сумчатого.

*** Эволюция и катастрофы**

Смену фаун Кювье объяснял катастрофами земной поверхности, приводившими к сменам суши и моря, причем нигде не объяснил, каков был механизм появления новых форм. Их прямое творение после каждой катастрофы он отрицал ("я не говорю, что нужно было новое творение") и даже признавал постепенное преобразование одних форм в другие: "вариации привели постепенно классы водных животных к их теперешнему состоянию" (*Кювье Ж.* Рассуждение о переворотах на поверхности земного шара. М.-Л., 1937, с. 150, 81). Данные фразы заставляют включить его в число эволюционистов, хотя это – отдельные фразы, а знаменит он отрицанием эволюционных работ своих современников.

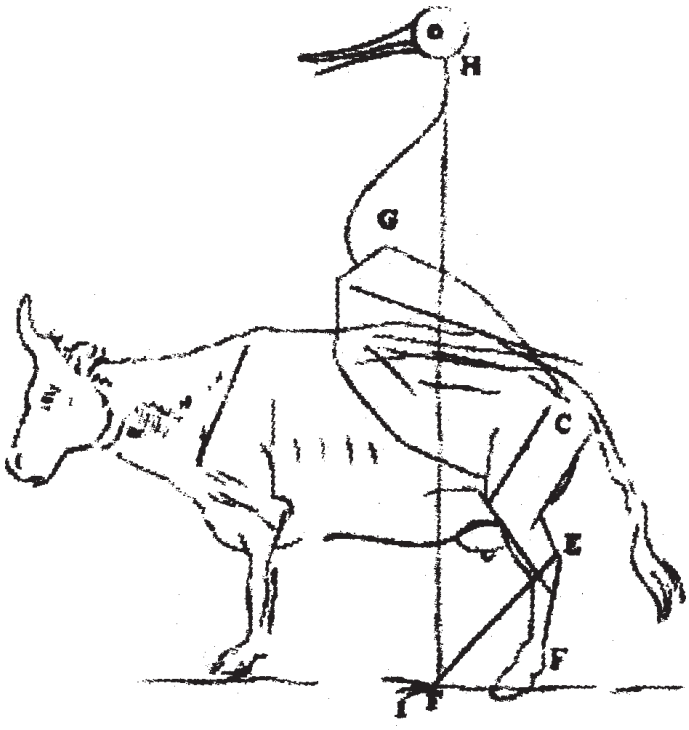


Рис. 4. Сходство опорных аппаратов коровы и птицы, как его представлял голландский анатом Питер Кампер на лекции для студентов (1772 г.)

До Кювье в науке говорили про одну катастрофу – Всемирный потоп, взятый христианством из восточных мифов. Кювье отверг эту идею, видя на каждом материке следы не менее трех катастроф, а причину каждой видел в опускании и подъеме материка: "Это был ряд мелких катастроф и перемен на земном шаре, по всей вероятности довольно кратковременных" (с. 249). Крупнее была последняя катастрофа (ок. 6 тыс. лет назад), но и она не была Всемирным потопом: "в результате этого переворота опустились и исчезли страны, населенные до того времени людьми", но "тот же переворот осушил дно последнего моря и образовал страны, ныне обитаемые" (с. 243).

Об эволюции Кювье говорил мало и с насмешкой, но жил он в эпоху головокружительных перемен (революция, Наполеон, реставрация), а в такие времена люди особенно склонны видеть перемены и в природе. И вот, когда он как-то раз разглядывал зуб динозавра, кто-то сострил: «Кювье ищет свою переднюю ногу». Эволюционизм властно стучался в дверь науки.

1-16. Эволюция и физиология

Итак, одной морфологии для понимания эволюции мало. Чтобы понять, как фактически шло преобразование организмов в ходе истории Земли, надо привлечь палеонтологию, но и ее недостаточно: креационист скажет, что ископаемые лишь иллюстрируют ход последовательного творения, и возразить ему, оставаясь в рамках палеонтологии, нечего. Эволюция останется предметом веры, пока не будет показано, как изменения могут фактически совершаться и наследоваться в череде поколений.

Разумеется, сразу решить такую задачу невозможно (как мы узнаем, до конца она не решена и поныне), но ее надо было хотя бы поставить. Как обычно в эволюционизме, это сделал не биолог-профессионал, а талантливый дилетант – врач и поэт ***Эразм Дарвин***.

Он заявил о себе поучительной поэмой «Любовь цветов» в духе Гесиода и Лукреция, чем изрядно навредил себе и своему делу: публика охотно раскупала его поэмы, они издавались на разных языках, но ученый мир их игнорировал. Когда Э. Дарвин все же написал и издал серьезный научный трактат «Зоономия» (1794-96, Лондон), было поздно: ученые его читали редко – даже 39-ю главу, ту, где шла подробная речь об эволюции. От них эту традицию переняли многие историки науки. К счастью, не все.

Английский историк науки Питер Баулер так описал его взгляды: "Эразм Дарвин... был деистом, убежденным, что Бог замыслил живые существа *самоусовершенствующимися* во времени. В своем постоянном желании преодолеть трудности внешнего мира они развивают новые органы посредством механизма, который... стал знаменит как "наследование приобретенных свойств". Результаты усилий особей наследуются их потомками, так что по наколении в ходе многих покоплений может сформироваться целый новый орган. По-видимому Дарвин полагал, что всеобщим результатом такого усилия приспособиться к среде может быть постепенный прогресс жизни в направлении более высоких ступеней организации" (*Bowler P.* Evolution. The history of an idea. Berkeley, 1984, с. 77).

Здесь нужны два замечания. Во-первых, НПС не придумано Э. Дарвином, а заимствовано из древнего общего мнения (см. п. 1-7); зато ему принадлежит, как верно отметил Баулер, понимание данного наследования как *фактора эволюции.* Во-вторых, тексты Э. Дарвина действительно не дают уверенности, что он имел ясное представление о прогрессе как итоге эволюции, хотя неявно касался его многократно.

Подобно дилетанту Де Малье, Э. Дарвин внимательно штудировал предшественников, но, в отличие от него, мало их цитировал. Видно его знакомство с трудами геологов, а также с воззрениями эволюционистов XVII -XVIII веков. Он знал о параллели развития Земли и жизни, о самозарождении жизни на границе сред, об изменении аммонитов и их вымирании, об идее борьбы и параллелях между выживанием в природе и селекцией на ферме, о происхождении видов растений путем скрещивания первичных видов, о «семенных молекулах» и *случайности* вариаций – словом, едва ли не всё, что было сказано до него об эволюции. Многое он при этом добавил – например, *борьбу между близкими видами*. В поэме "Храм природы" он писал:

Деревья, травы вверх растут задорно,
За свет и воздух борются упорно.

Ему же принадлежит выражение *«миллионы веков»* эволюции (вместо бюффоновых 75 тысяч лет). Но всё это было лишь базой, на которой он строил свое учение. В цитированной поэме «Храм природы» он в примечании отметил: «Один натуралист... считал возможным, что первыми насекомыми были пыльники и рыльца, каким-то образом отделившиеся от материнского растения (наподобие цветов валлиснерии[3]), и что из них с течением времени развились другие насеко-

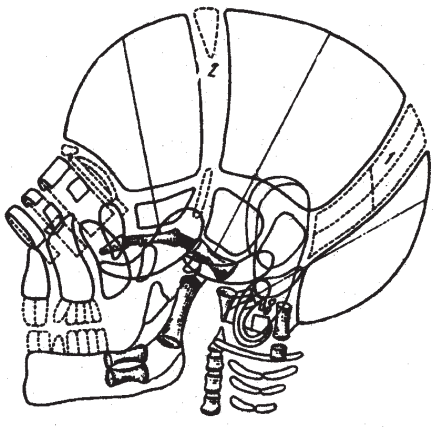


Рис. 5. Череп человека, представленный в виде шести воображаемых преобразованных позвонков (из книги Карла Каруса, 1841 г.)

[3] Валлиснерия — водное двудомное растение семейства водокрасовых, мужские цветки которого отрываются от растения и свободно плавают; некоторые наталкиваются на женские цветки и опыляют их.

мые, одни из которых получили крылья, другие – плавники, а третьи – когти, благодаря непрерывным усилиям добыть пищу или обезопасить себя от повреждения. Однако эта идея не легче для понимания, чем превращение гусеницы в бабочку».

Кого он имел в виду? Такие сказочные построения, обычные в старину, давно уже никем из ученых не поминались, но нам важно другое: кто-то еще до Э. Дарвина видел в усилии организма фактор эволюции. Эту мысль поэт-врач подробно развил. Отсюда и пошел **физиологический эволюционизм**. В нем главный поставщик новшеств – не слепая случайная изменчивость и не предустановленные потенции, а *собственная активность особи как самостоятельный фактор эволюции*.

«Многие органы животных образовались в резул великих потребностей: полового чувства, чувства голода и чувства самосохранения» – писал врач-мыслитель. Не надо думать, что речь идет только о сознательных желаниях. Нет, активность автор видел на всех уровнях жизни, вплоть до микроскопических пульсирующих «волокон»: «Особенности форм животных, отличающие их друг от друга,... образуются постепенно из сходных живых волокон и видоизменяются при воспроизведении». Итак, еще двести лет назад мыслитель указал на процесс наследственного изменения: это – изменения «волокон» при «воспроизведении», т.е. примерно то, что мы называем мутациями.

Один из биографов Э. Дарвина прямо сравнил «волокна» с ДНК, и даже если это натяжка, трудно найти лучшее сравнение. В последнем издании «Зоономии» (1801) они несут не только наличные качества, но и *способности к развитию* (formative aptitudes).

Их можно сопоставить с генами как носителями не только элементарных биохимических, но и морфологических, и эмбриологических функций: по Э. Дарвину, в высших животных «эти волокна и молекулы, плавающие в циркулирующей крови родителей, собираются в соответственных железах самца или самки»; их смесь служит основой для порождения зародыша в матке. Пока еще это в духе Хэйла , Мопертюи и прочих, но вот и новое: «В одних своих частях зародыш сходен с отцом, в других с матерью – в зависимости от количества или активности волокон или молекул в момент их соединения». В наших терминах это примерно значит: развитие управляется активностью генов, а эволюция – это изменение ранних стадий развития зародышей. Насколько знаю, до нашего героя этого не заявлял никто.

А вот как включена в процесс эволюции *случайность*: «Бюффон... думает, что люди произошли от семейства обезьян (жившего на берегах Средиземного моря), которое случайно научилось... передвигать кончик большого пальца навстречу кончикам остальных пальцев руки, чего обыкновенные обезьяны не делают; у последующих поколений эта мышца постепенно становилась больше, сильнее и активнее». Случайна тут, как видим, попытка, а не наследственное улучшение.

«Многие потратили немало сил, пытаясь объяснить законы жизни законами механики и химии» – сетовал Э. Дарвин; при этом упускали из виду главное – «жизненный принцип, животворящий дух», которым наделены *даже растения*. Организму, учил он, вовсе не нужно понимать цель производимых им движений, важно совершать сами движения. Если каким-то движением удается избежать неприятности или опасности, оно постепенно станет привычкой, а затем и изменит нужный орган. Так, различные формы птичьих клювов возникли из-за усилий птиц питаться различными видами пищи.

Словом, был дан второй (после Хэйла) синтез знаний об эволюции.

1-17. Ламарк и идея прогресса

Ценители учения Э. Дарвина нашлись. В 1798-99 годах в парижском научном журнале появилась по частям работа врача и натурфилософа Жана ***Кабаниса*** «Отношения между физической и нравственной природой человека», где упоминается Э.Дарвин и изложена, среди прочего, идея физиологического эволюционизма. Кое в чем она развита. Например, допущено глубинное, а не только связанное с внешней средой, развитие: «Организмы могут к тому же без всякой видимой порчи своей природы подвергаться глубоким изменениям в своих внутренних положениях; приобретать совсем новую способность (aptitude) к новым впечатлениям и движениям». В 1802 году Кабанис издал свою работу отдельной книгой. Преподавая сам и много занимаясь реформой образования, Кабанис хорошо знал парижскую профессуру, в том числе был близок с крупнейшим тогдашним натуралистом, который сам вскоре стал учить студентов идее эволюции, прежде ему чуждой. Имя натуралиста было Жан-Батист ***Ламарк***.

В 1800 году на первой же лекции Ламарк прямо изложил одно из главных положений Э. Дарвина – развитие органов под влиянием регулярного упражнения: «Птица, которую влечет к воде потребность найти добычу, необходимую ей для поддержания жизни, растопыривает пальцы ног, когда хочет грести и двигаться по поверхности воды. Благодаря этому кожа, соединяющая пальцы у их основания, приобретает привычку растягиваться. Так с течением времени образовались те широкие перепонки между пальцами ног, которые мы видим теперь у уток, гусей и т.д.».

Э. Дарвин не упомянут (ни тут, ни когда-либо позже), но есть на него намек: о могуществе природы сказано: «Известно, что время для нее не имеет границ и что поэтому она всегда им располагает». На самом деле «известно» было тогда совсем иное – что Земле 6 тысяч лет; даже Бюффон, смело удесятиривший этот возраст, отнюдь не полагал его безграничным. О безграничных «миллионах веков» писал в те годы только Э. Дарвин.

Ламарк был из тех ученых, которым проще придумывать самому, чем учиться у других. Он и по-французски читал мало, не то что на других языках, так что нет оснований полагать, что он мог сам читать толстую «Зоономию». Однако он явно ее видел – иначе нельзя понять, почему вышедшая вскоре «Философия зоологии» Ламарка посвящена тем же темам и скомпонована примерно так же, как «Зоономия», хотя прежде 65-летний Ламарк ничем подобным не интересовался. Известно, что к физиологической теме его обратил Кабанис (на которого Ламарк не раз ссылался); он же, вероятно, показывал Ламарку «Зоономию» и рассказывал ее идейное содержание.

Нет, Ламарк не был простым плагиатором – он переработал идею физиологической эволюции вполне творчески. Да и вряд ли можно вообще говорить о плагиате в то время, когда никаких норм цитирования вне экспериментальной науки установлено не было. Правда, под конец жизни Ламарку пришлось отвечать на чей-то упрек, и оценил он свою доктрину уклончиво: «Она первая, как мне кажется, какая была представлена, т.е. единственная теория, какая существует, так как я не знаю никакой работы, дающей другую теорию, имеющую столь широкое основание». Спрашивали же его, надо полагать, вовсе не про «другую теорию», а про ту самую, про заимствованную у Эразма. Подробнее о теме “Э. Дарвин и Ламарк” и вообще о феномене “избегания предтеч” см. [*Чайковский*, 2000; 2002].

На счет «широкого основания» Ламарк был прав – его дал физиологическому эволюционизму именно он: «Я мог бы доказать, что отнюдь не форма тела или его частей

обусловливает привычки и образ жизни животных, но что, напротив, привычки, образ жизни и все прочие воздействующие обстоятельства с течением времени создали форму тела и его частей у животных». На самом деле доказать это не удалось пока никому, но именно в этой скупой лекционной фразе впервые заявлен знаменитый тезис о том, что *функция определяет форму*. Есть и противоположное мнение – что форма определяет функцию. На мой взгляд, обе достаточно однобоки, о чем мы не раз еще поговорим.

Ламарку принадлжит первый подход к тому, что в наше время получило имя **экологического эволюционизма**. В 1802 году он выпустил две свои первые эволюционные книги: “Гидрогеологию” и “Исследования о живых телах”. О них можно прочесть в работе [*Чайковский*, 2002], а здесь скажу лишь, что “Гидрогеология” впервые рассматривала роль организмов в образовании земных толщ, а вторая книга явилась как бы предварительным наброском главной эволюционной книги Ламарка «Философия зоологии» (1809); но есть в ней и мысли, позже явным образом не выраженные. Например, только тут Ламарк решился высказаться на самую опасную тему – о возможном животном происхождении человека.

В противоположность Э. Дарвину, Ламарк с восторгом уподоблял организм механизму и в начале «Философии зоологии» появление новых форм объяснил тем, что «жидкости организма при ускорении их движения преобразуют клеточную ткань, место своего движения, открывают в ней себе проходы, образуют разные каналы, наконец создают здесь различные органы, отвечающие состоянию данной огранизации». Эти движения и «влияние обстоятельств» – вот «две основные причины нынешнего состояния различных животных». Допустим, но как быть с растениями?

Тут-то ему и помогла та мысль Кабаниса, что активность бывает внешняя и внутренняя. По Ламарку, растения и низшие животные «живут только раздражениями, получаемыми извне», но по мере усложнения организации всё больше играют роль внутренние движения и внутренняя активность (кабанисовы «впечатления»): «...Природа, вынужденная вначале заимствовать у окружающей среды *возбудительную силу* для жизненных движений и действий несовершенных животных, сумела, всё более и более усложняя животную организацию, перенести эту силу внутрь самих существ и сумела наконец передать ее в распоряжение особи».

Тем самым, чем сложнее устроено животное, тем легче ему эволюировать. Продолжая мысль, Ламарк пришел к своему главному принципу, принципу *градации*. (В наше время его называют принципом **прогресса**, или повышения организации.) До него многие, в сущности следуя Платону, писали о *деградации*, т.е. об упрощении организации по мере удаления от человека. В ней видели и путь эволюции: Бюффон, например, писал о деградации лошади в осла. Ламарк, сам еще будучи в плену платоновой идеи («чем ближе стоит животная организация к организации человека, тем она совершеннее»), отважился ее переосмыслить: деградацию мы видим всюду лишь потому, что «берем общий ряд животных в направлении, обратном избранному природой». На самом деле, по Ламарку, главное – градация (усложнение животных в силу внутренней активности), и все наблюдали бы одну ее, если бы не превратности внешних обстоятельств.

Вот ясное выражение данной идеи в начале главы 6 “Философии зоологии”: «Если бы природа создала одних только водных животных и если бы эти животные – все и всегда – жили в одинаковом климате, в однородной по составу воде, на одной

и той же глубине и т.д. – очевидно, в организации этих существ наблюдалась бы правильная и равномерная градация». В реальности же, как был уверен Ламарк, *градация то и дело прерывается и искажается процессами приспособления*. Вот главное его отличие от Ч. Дарвина, видевшего в эволюции лишь цепь приспособлений.

Заявив идею прогресса как общую тенденцию организмов, Ламарк встал перед проблемой – почему существуют одновременно низшие и высшие организмы? Почему низшие не стали высшими? Решил он ее гениально просто: низшие моложе высших, поскольку низших постоянно поставляет процесс самозарождения жизни. Цитированный выше Баулер изобразил этот принцип (совсем в наши дни забытый) наглядной диаграммой (рис. 6). Пусть жизнь в наше время и не самозарождается, так что ламарково объяснение наличия низших нас сейчас не устраивает, но это никак не в упрек великому французу.

Как и Э. Дарвин, Ламарк видел основной способ образования приспособлений в активности особей, однако принцип упражнения органов относил только к высшим животным. А у низших животных и у растений эволюция состоит, по Ламарку, из одних лишь реакций на изменение среды – в этом слабое место его учения. Другая его слабость – нет никакого механизма наследования. Гениальная догадка Э. Дарвина об активности и изменчивости «волокон и молекул» напечатана после завершения книги Кабаниса и осталась Ламарку неизвестна. Он смог лишь повторить старую, как мир, установку – что приобретенные особью улучшения наследуются. Короче говоря, в области анализа наследственности у него зияла пустота.

В том же 1809 году, когда на прилавки французских книготорговцев легла «Философия зоологии», в Англии, в семье покойного уже Эразма Дарвина, родился внук Чарлз. Когда он вырос и отплыл в кругосветное плавание, книга Ламарка всё еще лежала на тех же прилавках. Несмотря на громкое имя автора, эволюция вновь оказалась ненужной. До поры.

Глава 2. Победа эволюционной идеи

2-1. Научная революция

Итак, даже беглый анализ, проведенный в главе 1, убеждает, что эволюционное учение – не детище Ламарка или Дарвина, а мировоззрение, столетиями формировавшееся. Притом перечень натуралистов был у нас очень краток – опущены все, без кого изложение еще сохраняло связность.

Будучи старше самой науки, эволюционная идея время от времени овладевала умами ученых, хоть и немногих. С середины XVII века можно уже говорить об эволюционном учении, обоснованном фактическим материалом (пусть и отрывочным). Дважды, у Хэйла и Э. Дарвина, мы видим даже синтез различных воззрений, причем у обоих эволюция организмов выступала как часть эволюции мира (их синтез был более общ, чем у Ламарка и у Ч. Дарвина.) Но в целом общество оставалось на позициях креационизма, о твердыню которого неизменно разбивались разрозненные волны эволюционного натиска. Эволюционизм оставался чем-то вроде лженауки, но все-таки, излагая его историю, приходится с начала XIX века говорить уже не столько об отдельных людях, сколько о целых направлениях исследований.

Хоть и твердят нам, что наука не знает национальных границ, но опыт истории, в том числе истории эволюционизма, говорит иное. Там, где наука задевает мировоззрение, она всегда одета в яркие национальные одежды.

Позже, когда мировоззрение сложится и станет единым для почти всех, когда научная работа приобретет характер выяснения деталей, тогда только и воцарится на время то, что американский методолог Томас Кун назвал в 1963 году *нормальной наукой*. Ее и можно считать безнациональной.

Забегая вперед, скажу, что типичной нормальной наукой является "синтетическая теория эволюции" (СТЭ), т.е. нынешний вариант неодарвинизма (кавычки означают, что, на мой взгляд, никакого синтеза в ней нет, как нет и теории эволюции, а есть лишь популяционная генетика 1930-х годов). Наоборот, при появлении дарвинизм был вполне национальным учением. Сравнив учение Дарвина со взглядами английских философов, весьма квалифицированный современник заключил, что это – "учение чисто английское, включающее в себя не только все особенности направления английского ума, но и все свойства английского духа" (*Данилевский Н.Я.* Дарвинизм. СПб., 1885, т. 1, ч. 2, с. 478).

Близкую мысль видим и в наши дни: "Западная биология сформировалась под доминирующим влиянием англо-американской, крайне прагматичной пуританской культуры. Здесь из двух выбирают то, что лежит ближе" [*Гродницкий*, с. 84]. Мы вернемся к данной теме в конце главы 4, а здесь замечу, что при рождении дарвинизм в целом был творческим (зовущим к поиску нового) учением, чего никак не скажешь про СТЭ.

Как мы уже знаем, отнюдь не всё, до чего ученый может додуматься, он способен объяснить согражданам. Так, толкование наблюдаемой изменчивости как причины и итога эволюции, ведет начало от французского монаха-математика Бутео, но развитие получило через 65 лет в Англии, в книге мореплавателя Роли, и в Англии легло в основу дарвинизма. Наоборот, идея физиологического эволюционизма (где первым и главным фактором выступает собственная активность особи), сформулированная английским врачом Э. Дарвином, не получила в Англии развития, зато нашла себе подлинную родину во Франции, где развилась под именем *ламаркизма*.

Смену одного состояния нормальной науки на другое Кун назвал *научной революцией*. Крупной научной революцией в биологии была победа эволюционной идеи в середине XIX века, малой – смена в 1930-х годах старого дарвинизма на СТЭ. Сейчас нам пора узнать еще об одной мало известной научной революции.

В середине XVIII века стены Парижской Академии наук сотрясала растянувшаяся на много лет дискуссия *преформистов* и *эпигенетиков*. Первые отрицали развитие зародыша в яйце – по их мнению, все части организма предсуществуют в зародыше и лишь увеличиваются в размерах по мере роста. Вместилищем зародыша считалось либо яйцо, либо спермий, но в обоих случаях приверженцы преформизма оказывались перед двумя главными вопросами: почему дитя похоже на обоих родителей и где находятся зародыши будущих зародышей? Неубедительность их ответа бросалась в глаза даже современникам: преформисты просто-напросто признавали главным родителем либо отца, либо мать, что же касается вопроса о будущих поколениях, то предполагалось, что в зародыше заложен будущий зародыш, в нем следующий и так далее до конца времен. (Отражением подобных взглядов, присущих, как полагают этнографы, нашим далеким предкам, можно считать игрушку – матрешку.)

Эпигенетики, наоборот, придерживались мнения, что зародыша как такового заранее нет, а есть лишь «идея» будущего организма. В конце концов они

одержали верх после того как в 1759 году Каспар Фридрих Вольф (германский врач и эмбриолог, долго работавший в России) доказал прямыми наблюдениями, что растущий зародыш усложняет свое строение, а не просто увеличивается в размере.

Дискуссия длилась до начала XIX в., хотя решающее слово, в сущности, было произнесено еще до Вольфа. Его произнес Мопертюи, о чем у нас шла речь в главе 1: предсуществуют не зародыши, а частицы наследственности. Его не услышали, но и Вольф с его экспериментальными доказательствами был не сразу услышан, хотя принять их было куда легче, чем отвлеченные рассуждения Мопертюи.

В год смерти Мопертюи (1759) в своей диссертации Вольф высказал следующую мысль: сходство между различными видами вызвано тем, что организмы образуются в ходе онтогенеза посредством одних и тех же сил. В 1781 году эту мысль развил анатом Иоганн Фридрих Блюменбах, введя понятие *формообразующей силы* (nisus formativus) – направляющей силы, свойственной всем организмам и ответственной, в частности, за развитие их зародышей. Только после этого идея эпигенеза вытеснила идею преформации, и можно говорить о состоявшейся тогда научной революции.

И это тоже закономерно – научное сообщество переходит к новому видению явлений не тогда, когда публикуется решающий факт, а тогда, когда оно готово принять объясняющую его теорию. Запомним это обстоятельство.

Теперь нам надо вернуться немного назад, во времена юности Ламарка, дабы осветить другую ветвь эволюционной мысли, почти забытую ныне.

2-2. Немцы выходят на эволюционную сцену

В 1784 году на сцену эволюционизма вышла новая интеллектуальная сила – немецкая натурфилософия: появился первый том «Идей к философии истории

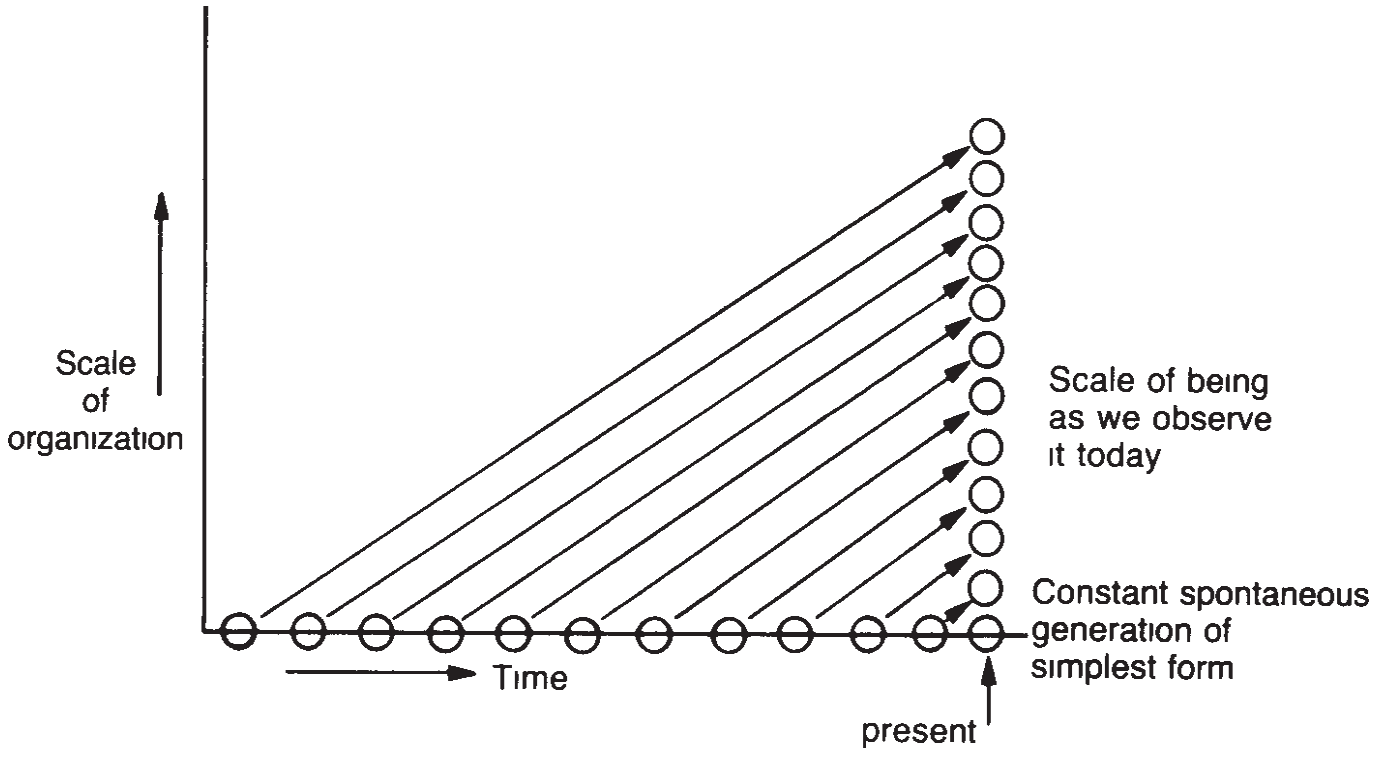


Рис. 6. По Ламарку, прогресс постоянно преобразует низшие формы жизни, возникающие путем самозарождения, в высшие, так что нынешние низшие вовсе не являются древними (по Bowler, 1984)

человечества» Иоганна ***Гердера*** (Herder), старшего друга великого Гёте (Goethe). Относительно самой эволюции организмов Гердер был еще осторожнее Бюффона (которого часто упоминал), он избегал прямо говорть о физической связи между разными видами, но совершенно ясно описывал изменения, происходившие в царстве животных во времени. Например: “если возрастать должны были воля и и некое подобие разумности в животном, то голова его стала наполняться мозгом и увеличиваться в размерах; три главные части тела образуют теперь некую пропорцию между собой, тогда как раньше не было никаких пропорций, как, например, у насекомых, червей и т.д.”. Перед нами та форма эволюционизма, которую со времен Лейбница называют *непрерывным творением*.

Бюффонову мысль о едином плане строения Гердер смело развил:

«… даже еще весьма неразвитые существа по внутреннему строению некоторых главных частей очень напоминают человека. Уже земноводные удаляются от такого основного типа, и еще более далеки от него птицы, рыбы и насекомые, живущие в воде существа – эти последние постепенно теряются среди растительных образований и окаменелостей». Для Гердера «вполне вероятно, что и в морских существах, и в растениях, а может быть, и в тех существах, которые мы называем неодушевленными, заложены одни и те же основы, задатки органического строения… Вполне возможно, что для взгляда вечного Существа, который усматривает единую взаимосвязь всего, форма льдинки, вокруг которой складывается снежинка, составляет аналогию к образованию эмбриона в чреве матери».

Тут легко просматриваются идеи отцов Церкви (п. 1-8), но нам важнее, что Бюффон соединен с Мопертюи: единый план прочерчен не только через все живое, но и через неживое. Есть и новое: кристаллизация заявлена как аналогия образованию зародыша. Это позволило Гердеру развить и идею Вольфа – Блюменбаха. Развил ее Гердер вот каким образом: «… Природа, склоняясь к бесконечному разнообразию живых существ, по-видимому все живое на Земле создала по единой протоплазме (Hauptplasma) огранического строения». Пусть прямого признания эволюции тут и нет, но именно отсюда ведет начало наша уверенность в едином корне всего живого.

Наиболее проницательные исследователи уже тогда видели, что рассуждения о силах, движущих развитие зародышей, указывают на какой-то весьма общий закон живой природы. У историка науки Джозефа Нидхэма находим замечательное суждение английского эмбриолога Джона Хэнтера, написанное в 1786 году: «Если бы мы расположили животных в ряды от менее совершенных до наиболее совершенных, мы, вероятно, нашли бы, что несовершенное животное соответствует некоторой ступени развития самого совершенного». Это и был первый подход к данному закону.

Однако для развития этой мысли в теорию потребовался иной, неанглийский, коллективный ум. Параллель между индивидуальным и историческим развитием была разработана в Германии.

2-3. Связь всего со всем. Биосфера

В 1790 году Иммануил Кант углубил идею параллелизма «сил». Тезис Канта звучит так: *силы, через которые материя воздействует, суть те же, посредством которых она существует*. Легко понять, что мысль эта относилась ко всему на свете и продолжала Спинозу и Лейбница. С зоологией Канта увязал, пусть и

туманно, зоолог Карл Фридрих ***Кильмейер*** (у которого учился великий Кювье) в своей знаменитой речи 1793 года в Штутгарте. Она называлась «О взаимосвязи органических сил в ряду организмов»). В своей речи он заявил: «Сила, благодаря которой происходит развитие индивидуума, тождественна силе, которая производит различные организации на Земле».

Мысль получила развитие. В 1808 году анатом Фридрих Тидеман писал: «Следя за метаморфозом лягушек, я пришел к заключению, что они во время развития последовательно проходят организацию червей, моллюсков, рыб и только под конец становятся лягушками». Здесь конкретизирован тезис Хэнтера (пусть и неверно фактически: черви и моллюски развиваются по пути первичноротых, а позвоночные – по пути вторичноротых, поэтому единого ряда на деле тут нет), иначе говоря, фиксирован *онто-морфологический параллелизм*, т.е. параллель между развитием организма и повышением организации вдоль морфологического ряда «от низших к высшим».

Естественно, эрудиты напомнили, что нечто похожее говорил еще Аристотель во второй книге «Возникновения животных»: «Ведь не одновременно возникает животное и человек или животное и лошадь; то же относится и к другим животным: завершение наступает напоследок, и то, что составляет особенность каждой особи, является завершением развития.»

Об эволюции в тех немецких построениях речи еще не было, но она неизбежно должна была пойти – ведь и осторожный Кильмейер на лекциях для студентов и в письмах друзьям (где выражался смелее, чем в речи перед начальством) прямо говорил о параллели между развитием одного организма и последовательным появлением организмов на Земле. Например, в 1801 году он в письме к Кювье писал: “Я полагаю, что различия между ископаемыми животными и ныне еще живущими на Земле объясняются не столько… исчезновением видов, а скорее изменением созидательных сил… идущих параллельно с революциями нашей Земли”. И далее: “Возможно, что эти законы тождественны с теми законами, по которым еще теперь возникают мимолетные и остающиеся вариететы… тюльпанов и гвоздик” (*Канаев И.И.* Карл Фридрих Кильмейер. Л., 1974, с. 43-44). Отсюда и пошло общеизвестное достижение немецкого эволюционизма – *теория параллелизма индивидуального и исторического развития*, упомянутая в п.1-9. Замечу, что наблюдение за “вариететами” (изменчивостью) цветков очень похоже на то, чем через полвека стал знаменит Ч. Дарвин.

Взаимосвязь явлений была тогда отмечена натурфилософами и в другом – в том, что ныне мы именуем *глобальной экологией*. Гердер писал: «Земля способна была создавать органические строения – растения, а потом животных и человека»; «животные – старшие братья людей. Людей еще не было, а животные были, и позднее, куда бы ни приходили люди, местность была уже занята...». Здесь Гердер едва ли не первый заявил (если выражаться нынешним языком), что эволюция – процесс экологический. Если до него все эволюционисты (и, что греха таить, почти все после него) поминали среду обитания лишь во фразах вроде «среда влияет», то у Гердера среда сама эволюирует.

Кое-что у Гердера звучит так же, как до него у Хэйла и после него у Дарвина: «Каждый вид заботится лишь о себе, как будто он один на белом свете, а на самом деле рядом с ним другой вид, который ограничивает его поле деятельности». Но Гердер был мастер поворачивать вопрос неожиданно: «И лишь в таком соотношении противопоставленных друг другу пород нашлось у творящей Природы средство сохранить целое» – закончил он приведенную мысль. А вот и совсем недарвинская установка:

«Если Природа бросит живое существо, кто же позаботится о нем, – ведь весь мир сотворенных существ вечно воюет... друг с другом!» То есть одной борьбы недостаточно, нужна еще некая позитивная активность природы. Напомню, что всё это было сказано до Э. Дарвина, увидевшего фактор эволюции в активности каждой особи.

Итак, природа активна, она сама творит. Но как именно? Начав с утверждения в духе естественного богословия («Всякой области Земли чудесным образом дано Природой все необходимое для нее: и то, что растение даст, но и то, что оно притянет к себе и возьмет»), Гердер стал развивать отнюдь не веру в чудо, а уверенность в физиологическом единстве природы: “растения впитывают как раз горючее вещество, флогистон, убивающее животных и во всех животных телах способствующее гниению! Замечено было, что это полезное свое дело, очищение воздуха, растения производят не с помощью тепла, а с помощью света...». Различие ролей света и тепла понимали тогда немногие, и Гердер был среди них. А главное, на всем этом построен первый эскиз экологической эволюции:

«...Меня не огорчает, что погибли виды крупных животных. Погиб мамонт, но погибли и великаны; другим было прежде соотношение между родами живых существ. А теперь мы видим на Земле равновесие, причем не только в целом, на всей Земле, но и очевидное равновесие в каждой отдельной стране и части света. Культура может еще изгнать животных из той или иной страны, но едва ли может она совершенно искоренить целую их породу, – по крайней мере, такого не случалось еще ни в одной большой части Земли; а, с другой стороны, разве не приходится природе вместо животных хищных и диких питать все больше животных прирученных и домашних? Итак, на Земле... в ее теперешнем состоянии, не вымерло ни одного живого рода, хотя я и не сомневаюсь, что раньше, когда Земля была совсем другой, могли жить на ней и совершенно другие живые существа и что позже, когда природа или искусство совершенно изменят Землю, сложится на ней и другое соотношение между живыми существами.»

Увы, нынешный экологический эволюционизм не столь оптимистичен. Через 36 лет после Гердера старый слепой Ламарк оценил возможности природы весьма мрачно, отнюдь не по Гердеру (и, замечу, забегая вперед, не по Вернадскому):

«Человек, ослепленный эгоизмом, становится недостаточно предусмотрительным даже в том, что касается его собственных интересов: вследствие своей склонности извлекать наслаждение из всего, что находит... вследствие беззаботного отношения к будущему и равнодушия к себе подобным, он сам как бы способствует уничтожению средств к самосохранению и тем самым – истреблению своего вида. Ради минутной прихоти он уничтожает полезные растения, защищающие почву, что влечет за собой ее бесплодие и высыхание источников, вытесняет обитавших вблизи них животных, находивших здесь средства к существованию, так что обширные пространства земли, некогда очень плодородные и густо населенные разного рода живыми существами, превращаются в обнаженные, бесплодные и необитаемые пустыни. Подчиняясь своим страстям, не обращая внимания ни на какие указания опыта, он находится в состоянии постоянной войны с себе подобными... вследствие чего народности, весьма многочисленные в прошлом, мало-помалу исчезают с лица земли. Можно, пожалуй, сказать, что назначение человека как

бы заключается в том, чтобы уничтожить свой род, предварительно сделав земной шар непригодным для обитания.»

Ламарк, как видим, оказался неожиданно весьма близок нам, к нашим мрачным прогнозам. Его подчас именуют основателем *экологического эволюционизма*, хотя, как видим, он должен делить таковой титул с немецкими натурфилософами.

Одним из самых знаменитых натурфилософов был Лоренц ***Окен.*** В 1805 году он издал книгу «Зарождение», где, кстати, развил Гердера: «Подобно тому как все животные находятся в соответствии друг с другом и всякие изменения в их численности есть... переход пищевых веществ из одного состояния в другое, так и в растительном мире все организмы также находятся в соответствии друг с другом... Но не только растительный мир находится в указанном равновесии, но, как сказано выше, он находится в таком же соответствии с животным миром». Эволюция живого в целом выступала как процесс перераспределения живого вещества (что было огромным достижением – ведь трансформисты обычно рассуждали тогда лишь об изменении данного вида в заданной среде). Отсюда легко следовала та идея, которую веком позже В.И. Вернадский назовет (со ссылкой, заметьте, на Окена) *сохранением живого вещества*, идея постоянства массы **биосферы**.

2-4. Эволюция романтическая

«Зарождение» Окена удивительно уже титульным листом, где изображена пара сплетенных змей, кусающих себя за хвосты (рис. 7). В наше время некоторые склонны видеть тут предвосхищение ДНК, но мне больше нравится то мнение, что кусающая себя змея – древнеегипетский символ вечности, а сплетенная пара символизировала для Окена переплетение ролей полов в зарождении организма [*Райков*, 1969, с. 28].

Историки науки до сих пор спорят – была ли книга Окена умозрением или обобщением фактов. В самом деле, его поразительные утверждения, что «всякое живое тело (буквально Fleisch, т.е. мясо) состоит из первичных зверьков (Urtierchen) и что «семя действительно соединяется при оплодотворении с женским пузырьком», являются как бы заявкой на *кл чную теорию*. Они заявлены как достоверные факты, однако первые известные нам на сей счет достоверные данные опубликованы куда позже: яйцо млекопитающего впервые описал крупнейший эмбриолог Карл ***Бэр*** (позже, в России, известный как зоолог-эволюционист и географ Карл Максимович Бэр) в 1827 году, а проникновение спермия в яйцеклетку установлено еще много позже, в 1840 году; что же касается самой клеточной теории, то о ней тоже стали писать гораздо позже книги Окена – лишь с 1838 года. Откуда же Окен мог взять всё это?

На мой взгляд, перед нами обычный пример исторического заблуждения: мы привыкли вести историю всякого учения от трудов его “основателей”, которых признали основателями их современники а не от тех работ, где данные мысли действительно были высказаны впервые. Такие работы почти всегда остаются незамеченными.

Зато само «Зарождение» Окена являет редкий и похвальный пример труда молодого натурфилософа, понимавшего, что с предметом размышлений следует ознакомиться самому, глазами и руками. В этом он следовал великому Гёте, с которым сперва дружил, а потом поссорился на почве приоритета и политических разногласий.

Не терпя Блюменбаха и его лекций, Окен не только посещал их, но и ходил к нему в лабораторию – анатомировать животных и наблюдать развитие их зародышей.

Сам Окен опытных открытий не сделал, но конечно же слышал разговоры зоологов о всяческих новых наблюдениях, а его блестящая интуиция и огромная начитанность позволили ему высказывать то, что у других позже стало открытиями. К сожалению, он не сообщил нам, чьими замечаниями (возможно устными) он воспользовался, но как раз в этом он поступал, как подавляющее большинство ученых. Об эволюции Окен тогда еще не говорил, но для нее очень важны три его тезиса из «Зарождения».

Во-первых, развитие зародыша представлялось у Окена как наращивание числа клеток, что делало более понятной всю теорию Вольфа. Позже зоолог Мартин Ратке открыл, что ранние стадии *эмбриогенеза* (развития зародыша) в действительности состоят в актах последовательного деления и перемещения клеток.

Во-вторых, Окен модифицировал схему Мопертюи: если у того развитие трактовалось как самосборка частиц наследственности, то у Окена – как самосборка клеток. Отрицая общепринятую тогда возможность зарождения живого из неживого, он был уверен, что организм, состоя из «инфузорий» (клеток), после смерти разлагается вновь на отдельные «инфузории». По сути, этим он развивал древние идеи Эмпедокла и Анаксагора. Разнообразие организмов (животных и растений) понималось Океном как результат разнообразия комбинаций составляющих их клеток.

В-третьих, отсюда прямо следовала идея постоянства совокупности «инфузорий». Именно в такой форме Окен предвосхитил Вернадского.

Эволюция самих организмов в «Зарождении» подана, как и у Гердера, коротко и туманно: «Первое и постоянное стремление инфузорий – образовывать растения. Это ведет к образованию водорослей и грибов, а последние опять распадаются, пока им не удастся превратиться в настоящее растение» и т.д.

Реакция коллег на эту романтику была отрицательна. Как писал в 1814 году Тидеман, «в зародыше и его оболочках существует деятельность, благодаря которой происходят питание, рост и произрастание. Эту деятельность можно именовать ... вместе с Блюменбахом Nisus formativus, однако само явление не станет от этого более понятным».

Еще критичнее был настроен крупнейший тогда философ Георг Вильгельм Фридрих Гегель. В параграфе 249 “Философии природы” (1817 г.) он прямо отверг эволюцию в нашем ее понимании: “Мыслительное рассмотрение должно воздержаться от такого рода туманных … представлений, как например представление о так называемом происхождении растений и животных из воды или представление о происхождении более развитыж животных из низших”. Эволюцию он понимал совсем иначе: “На природу следует смотреть как на систему ступеней, происходящих с необходимостью одна из другой, ... но этот процесс не следует представлять себе так, будто одна ступень естественно возникает из другой ... Метаморфоза свойственно только понятию как таковому”. А позже добавил: “Представление, будто роды развиваются постепенно во времени, является совершенно бессодержательным”.

Страннно? И да, и нет. Да, с нашей нынешней позиции всякое развитие протекает во времени, но Гегель, вслед за Спинозой, признавал соответствие бытия и мышления, а потому не спешил видеть *процесс* всюду, где видно простое и сложное. Это мы понимаем простое раньше сложного, в природе же, создан-

ной Богом, всё иначе. То же, как мы видели в п. 2, раньше говорил Гердер.

Вопреки Ламарку (которого он знал и цитировал), Гегель был уверен, что ряд животных форм можно равным образом "читать" как от низших к высшим, так и в обратном направлении. "Во всякой системе наиболее абстрактное является первым членом ... Но это не значит, что из водного животного естественным образом возникло земное...". К этим воззрениям нам не раз еще придется обращаться.

Впрочем, романтиков всё это не остановило. С 1817 году Окен издавал в Веймаре журнал «Isis», где в 1819 году поместил свою статью «Появление первых людей». Здесь с истинным философским бесстрашием он довел до логического завершения (каковое обычно есть абсурд) идею, которую можно обозначить как самосборку зародыша. Споря с идеями в духе Анаксимандра и Де Малье (о них мы говорили в гл. 1), он писал: «Мысль о том, что уже готовые водные животные выползли или были выброшены из воды и затем постепенно, путем многих перерождений и под давлением обстоятельств, восприняли человеческие формы, – есть детское и бессмысленное представление».

После этого можно бы ожидать холодной и рассудительной критики в стиле Кювье, но верный себе Окен буквально огорошивал читателей: первые человеческие зародыши вышли из морской слизи. Тут он сталкивался с трудностью, еще Анаксимандром отмеченной – человеческое дитя слишком беспомощно. Отметив ее, он не испугался: «Двухлетний ребенок был бы, без сомнения, в состоянии поддерживать свою жизнь, если бы находил пищу вокруг себя. […] Такой ребенок должен выглядеть, как на нашем рисунке, где он плавает в жидкости, имеет зубы, но еще висит на пуповине... и дышит жабрами подобно рыбе, проворен в движениях, открывает глаза и ищет, что проглотить».

Высказав прямо-таки античную уверенность, что маткой первых людей было море, и добавив лихо, что «современное естествознание отвергает все другие теории», Окен продолжал: те двухлетние эмбрионы, которые не погибли в море, а были вынесены на берег «в зрелом состоянии», находили червей, грибы, плоды растений. «У них находилось время и для забав, так как они выбирались на такое место дюжинами. Почему бы такой малютка не мог научиться издавать звуки..?» И этот перепев Анаксимандра – в просвещенной Германии XIX века! (См. рис. 8). Нелепо? Прошу не спешить с выводами. Изложив фантазию Окена, Райков привел вовсе уж ошеломляющую параллель – со сделанным примерно в то же время в Кенигсберге докладом Бэра, ученого, точного до педантичности. Пусть в нем и нет мифоподобных сцен, но главная мысль та же: человек мог произойти только в воде. Непонятно как?

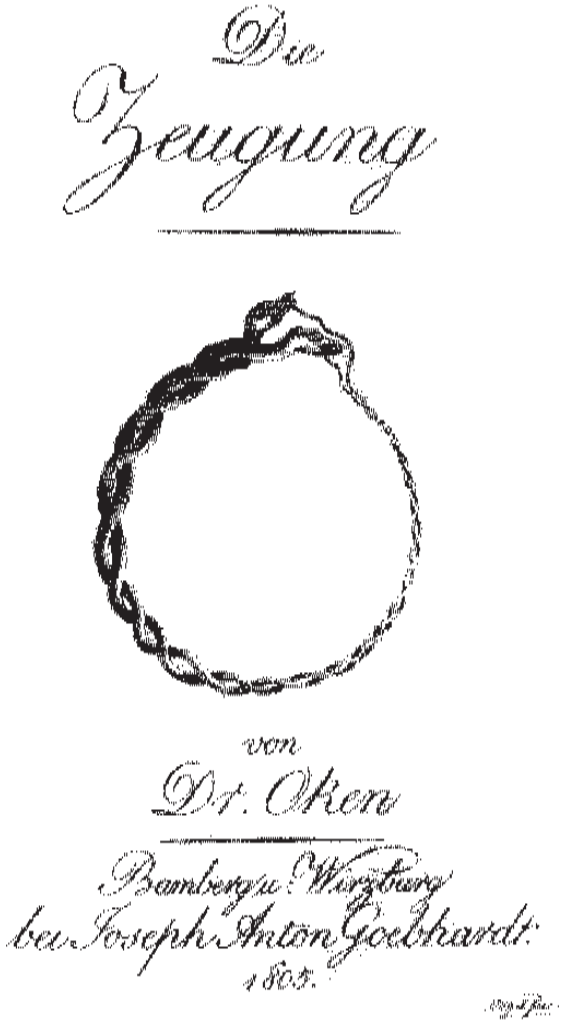


Рис. 7. Титульный лист "Зарождения"

Да, но и Бэра это не испугало: «Вы не должны требовать от меня, чтобы я объяснил вам, как возникли в море первые зачатки человека. Полнейший предрассудок думать, что натуралист может что-либо подобное объяснить.» Тут же Райков привел афоризм Бэра: море «было некогда беременно человеческими зачатками». Конечно, афоризм можно понимать по-разному, но очевидно, что Окен лишь доводил до предела бытовавшую тогда научную моду.

В 1825 году Ратке доказал, что зародыши птиц имеют что-то вроде жабер, и это как бы подтверждало фантазии Окена, будто первые дети до двух лет дышали жабрами. Даже прямо наталкивало на мысль, что предки птиц были рыбами. Вот тут-то и стали горячие головы утверждать, что «зародыш птицы проходит через класс рыб», повторяя кратко прежний путь эволюции. Виднейшим из таких авторов был опять-таки Окен.

Правда, Бэр в 1828 году предостерегал от поспешных выводов: по его наблюдениям, зародыш птицы вовсе не проходит через класс рыб, а просто зародыши рыбы и птицы сперва сходны, а потом развиваются по-разному; и в частности, жаберные щели попросту характерны для зародышей всех позвоночных, но лишь у рыб развиваются в жабры. В этом состоит *закон сходства зародышей* Бэра: “Общее в каждой достаточно крупной животной группе формируется раньше, чем специальное”, причем “зародыш высшей животной формы никогда не бывает подобен другой животной форме (взрослой!), а лишь ее зародышу”, и “чем дальше погружаемся мы в глубь развития (эмбрионального), тем более находим сходства даже у очень различных животных” [*Лункевич*, т. 2, с. 381]. С тех пор эмбриология признает это как непреложный факт (с поправкой относительно стадии дробления, которую позже сделало развитие микроскопической техники – см. п. 4-13).

Горячих голов это не остудило – возможно потому, что ни у Бэра, ни у его последователей данный простой вывод нигде не пояснен наглядным рисунком. Так или иначе, но в 1831 году романтик Окен писал в своем «Учебнике натурфилософии»: «Животные совершенствуются мало-помалу, прибавляя один орган к другому, совершенно так же, как усложняется тело отдельного животного. Царство животных совершенствуется путем увеличения числа органов». Постепенно эта мысль, обрастая фактами, превратилась в упомянутое выше учение о параллелизме индивидуального и исторического развития организмов. Оставалось добавить к этому еще один тезис – что именно через изменения пути развития зародыша происходит эволюция видов, – и новая теория обрела бы цельность. Однако немцы этого шага не сделали, его сделал француз, ученик Ламарка.

2-5. Развитие зародышей и эволюция

В 1802 году Ламарк опубликовал книгу «Исследования организации живых тел», где, как и на лекциях, обращался к эволюции [*Чайковский*, 2002]. Хотя в чтении иностранной литературы его заподозрить трудно, но тут опять звучали модные за рубежом мысли – на сей раз немецкие. Теперь его занимала связь сил, движущих эволюцию, с силами, формирующими сам организм, и мысль его была проста: поскольку «привычка упражнять» орган приводит не только к его росту и совершенствованию, но и к изменению до неузнаваемости, то приобретение новых органов можно, в принципе, понять, если допустить, что зародыш тоже живет и упражняет свои задатки. Эта идея Ламарка легко связывается с идеей

самозарождения – в сущности, по Ламарку, организм каждый раз заново самозарождается в ходе развития яйца [*Нидхэм*]. Идея уже по тем временам наивна.

В одной рукописи Кювье пародировал Ламарка: «Привычка жевать, например, привела через несколько поколений к появлению зубов; привычка гулять – к появлению ног». Кювье видел здесь логический абсурд: следствие стоит у Ламарка впереди действующей причины.

Лет полтораста ирония Кювье почти всем казалась уместной. Но только – почти. Ламаркисты считали и считают, что надо говорить не о «привычке гулять», а о необходимости ползать – она действительно преобразует плавники в ласты и лапы, если у данных организмов есть к тому задатки. Что это значит – задатки, мы узнаем позже, в главе 6 (когда займемся эволюционными *тенденциями*), а здесь заметим, что ирония Кювье может быть направлена и против дарвинизма – ведь там тоже следствие (появление нового органа) стоит впереди причины (гибели тех, кто им не обладает). Так что смеяться над Ламарком не стоит, лучше вспомнить девиз биолога и натурфилософа А.А. Любищева: если не хочешь быть осмеянным потомками, никогда не смейся над предками.

У Ламарка нет еще прямой связи эволюции с изменением условий зародышевого развития – на нее указал младший коллега Ламарка, столь же блестящий и увлекающийся натуралист Этьен ***Жоффруа Сент-Илер*** (Жоффруа – не второе имя, а первая фамилия). В том же 1802 году (год выхода книги Ламарка) он прославился тем, что добыл в египетской экспедиции ценнейшие образцы животных и, главное, сумел отстоять их в казалось бы безнадежной борьбе с англичанами.

Когда брошенный Бонапартом на произвол судьбы французский экспедиционнный корпус сдался англичанам, те потребовали сдать им все научные материалы; уверения ученых, что в чужих руках еще не описанные находки бессмысленны и погибнут для науки, были напрасны, и тогда Жоффруа в отчаяньи заявил, что уничтожит их прежде, чем англичане, ведущие переговоры о капитуляции, успеют вызвать отряд солдат, который мог бы захватить их силой. Англичане уступили.

В наш лживый век трудно поверить, что они не только уступили, но и выполнили уговор: ученые и находки в целости отбыли во Францию. Что ни говори, 200 лет назад люди были несколько иные.

К нашей теме относятся привезенные в Париж мумии священных животных – по ним зоологи впервые точно установили, что за 2-3 тыс. лет не произошло сколько-нибудь заметной эволюции данных видов. Кювье торжествовал, доводов Ламарка о недостаточности срока (вот где послужили ему эразмовы «миллионы веков» – увы, только ему) никто не слушал, и каждый остался при своих взглядах. Кювье, получив в руки недоставaвший ему аргумент в

Рис. 8. Так представлял себе Окен первичный эмбрион

пользу неизменности видов, принялся за свою знаменитую *теорию катастроф*. А Жоффруа должен был задуматься: так есть ли на самом деле эволюция? Долгие годы эволюция казалось бы не занимала его: как и немцы, он накапливал знания о фундаментальных сходствах животных, не касаясь причин. Сами эти данные были великолепны, что мы узнаем далее. Но сперва ему предстояло еще лет 20 ссориться с Кювье, другом молодости.

2-6. Знаменитый спор

В 1820 году Жоффруа сделал в Парижской академии наук доклад о **едином плане строения** позвоночных и насекомых. Не подозревая, что повторяет Т. Виллиса (о нем см. п. 1-13), он смело заявил, что членистоногие устроены в принципе так же, как позвоночные. В частности, «насекомые живут внутри своего спинного хребта, подобно тому, как моллюски живут внутри своей раковины». Кювье ответил презрительно: «Нам говорили глупости». Сам он придерживался *теории четырех типов* (п. 1-15), которую разработал, во многом опираясь на ранние работы того же Жоффруа. Согласно Кювье, про единый план строения можно говорить лишь в пределах одного типа. А Жоффруа одной фразой свел три типа к единому плану.

Впрочем, легко сказать: «Как моллюски внутри раковины» – ведь двустворчатая раковина не делится на сегменты, так что даже поверхностного сходства с другими типами тут нет. А в общем строении тем более: если позвоночное и насекомое действительно похожи по общему строению (голова с глазами и ртом, конечности по бокам туловища, органы выделения и размножения рядом и т.д.), то моллюск устроен совсем иначе. И десять лет лихая формулировка Жоффруа не имела продолжения, а вельможный Кювье презрительно от дискуссий уклонялся.

В декабре 1829 году умер Ламарк – нищий, слепой и почти всеми брошенный. Над его могилой от имени профессоров выступил Жоффруа. Оценив заслуги покойного, он резюмировал: неудачно выбирая порой частные доказательства, Ламарк не имел равных «в установлении общих принципов». Кювье откликнулся сдержанным похвальным некрологом, где упирал на фактологические книги Ламарка – «Флору Франции», «Естественную историю беспозвоночных» и т.п. А через семь недель между двумя академиками начался бой.

В начале 1830 года двое молодых анатомов представили в Академию рукопись, в которой всерьез утверждали (вслед за Аристотелем, п. 1-6), что головоногий моллюск каракатица повторяет строением позвоночное животное. По их мнению, если человека мысленно перегнуть в области пупка, то не только близостью ротового и анального отверстий, но и многими другими свойствами такой «человек» окажется схож с каракатицей.

Жоффруа, наспех ознакомившись с текстом, пришел в восторг и взялся как академик представить его высокочтимым коллегам. На заседании 15 февраля он простодушно сказал: «Представьте себе позвоночное животное, ходящее на голове. Это было бы как раз положение одного из тех акробатов,которые запрокидывают назад плечи и голову, чтобы ходить на руках и ногах». Роковые слова: дальше, несмотря на оговорки докладчика о «первом и грубом сравнении», академики его всерьез не слушали. Слишком уж веяло от таких слов всеми осмеянной немецкой романтикой.

Кювье на докладе не было, но он вскоре же потребовал обсудить его и через

неделю явился в Академию с рисунком, каковой надлежало бы сделать самому Жоффруа. На нем видно, что при перегибе позвоночного никакого сходства с моллюском в плане внутреннего строения не получается (рис. 9). В этом пункте победа Кювье была бесспорна.

Менее очевидна его победа в вопросе о едином плане строения позвоночных как свидетельстве эволюции. Дискуссия продолжалась и летом стала вроде бы оборачиваться в пользу Жоффруа: когда 12 июля Кювье стал утверждать, что одна вымершая птица из отряда куриных близка к современному лебедю, а его оппонент Д. Блэнвиль – что та ближе к ястребиным, Жоффруа резонно заметил, что эту ископаемую птицу можно рассматривать как **промежуточное звено** между отрядами. Кювье (всегда отрицавший наличие переходных форм) так занервничал, что прибег к административному аргументу: в открытом заседании критика неуместна.

Замечу, что столь резкий ход был для вельможного Кювье отнюдь не характерен, что лишь после потери всех четверых детей (последняя дочь, любимая Клементина, умерла в 1828 г.) стал он раздражителен. У него были в тот день причины нервничать: началась Июльская революция, а он входил в несколько властных структур. На заседании через неделю он вел себя так же резко, а еще через неделю, когда академики протестовали против произвола властей, вообще покинул Париж. И вовремя: началось народное восстание, и правительство пало. Но на престол взошел новый король, который вскоре же дал барону Кювье еще один титул – пэра Франции. Кювье уживался с любой властью.

Заседания Академии возобновились в октябре, и теперь Жоффруа сам делал доклад о переходных формах. Ждали ответа Кювье, зал был полон, причем Жоффруа заметил не только любителей науки, но и «манифестантов». Кювье готов был ответить, но его июльский аргумент неожиданно был обернут против него же – президент Академии (возможно, боясь политических акций) заявил, что если господин барон намерен дискутировать с предыдущим докладчиком, то надо организовать закрытое заседание. Кювье уклонился – теперь акция президента выглядела насмешкой. На том дискуссия и кончилась. В вопросе о промежуточных формах, столь важном для эволюционизма, победа скорее осталась за Жоффруа, однако общество запомнило только зимнюю победу Кювье [*Амлинский*].

Жоффруа, увидав невозможность доказать эволюцию, исходя из ее результатов, решил доказать ее, исходя из механизмов. Он серьезно взялся за почти забытую «Философию зоологии» Ламарка и вскоре представил в Академию обширный доклад «О степени влияния окружающего мира на видоизменение животных форм…», опубликованный в 1833 году. Увы, реакции Кювье не последовало: пока доклад ждал печати, тот в расцвете сил и на вершине карьеры (только что стал министром) неожиданно умер. А доклад стоил ответа – более, чем всё написанное Этьеном Жоффруа об изменяемости организмов. В нем ламаркизм соединен с немецкой натурфилософией и развит настолько, что в 1915 году Н.А. Холодковский, зоолог, поэт и переводчик, предлагал даже ввести термин **жоффруизм**.

2-7. Что такое жоффруизм

Опираясь на глубокие морфологические исследования, свои и Кювье, Жоффруа превратил в теорию то, что до него было набором голых и несвязных идей. По словам того же Райкова, «Природа, по Сент-Илеру, как бы штампует животных по

одному идеальному образцу, а разнообразие в их внешнем устройстве зависит от разнообразных влияний со стороны внешних условий». Отличие от Ламарка здесь во-первых – в признании «идеального образца» (его, как мы знаем, называли еще и архетипом), а во-вторых – в том, что внешние влияния действуют не на взрослый организм, а на растущий, или даже на его зародыш. Жоффруа писал в докладе:

«Если вы хотите узнать, почему возникает сдавленная и полуэллиптическая форма головы у лягушки… то взрослое животное не даст вам удовлетворительного ответа». Однако, будучи головастиком, «лягушка имела в известной степени организацию рыбы, поскольку ее органы дыхания помещались под затылком и состояли из больших жабер», так что части ее черепа «стойко сохраняют расхождение в ширину, вызванное вклиниванием жабер между покровами ушной области». Это чисто механическое объяснение было в то время очень убедительным.

Тот же процесс Жоффруа видел в эволюции: «Постарайтесь, освободившись от иллюзий и предрассудков прежних времен, отдать себе отчет в последовательности явлений различия в развитии существа, прошедшего все фазы своей жизни: перед вами в сжатом виде будет в некоторых отношениях… последовательность явлений различия, порожденных одно другим. Обратить свое внимание на это – значит обратить испытующий взор на картины великих эпох мира».

Это – первая ясная формулировка того самого, что через 35 лет Эрнст ***Геккель*** описал так: «Онтогения представляет собой короткое и быстрое повторение (рекапитуляцию) филогении[4]"; в 1872 году он же назвал это *основным биогенетическим законом*. По сути налицо лишь переформулировка упомянутого параллелизма между индивидуальным и историческим развитием, самая смелая и неудачная: создается впечатление, что при развитии особи игнорируются законы формообразования.

Вместо развития по данным законам тут предполагается, что организмы тащат за собой сотни миллионов лет своеобразный «исторический хвост».

Если это лишь бесполезный "хвост", почему (должен бы задуматься Геккель) он не отсечен естественным отбором? На

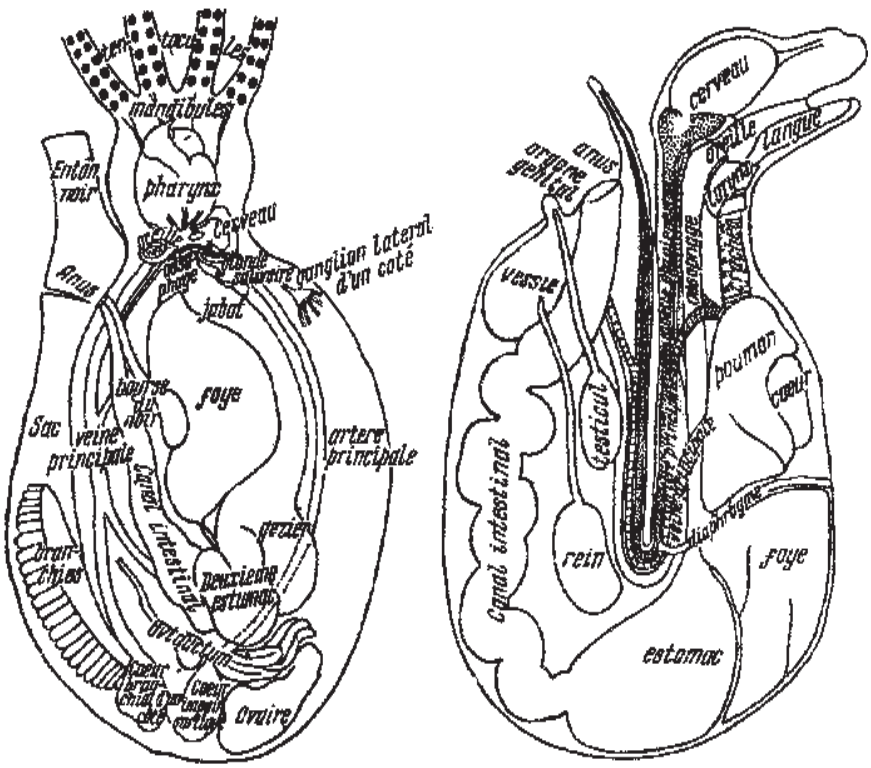


Рис. 9. Схема организации головоногого моллюска (слева) и позвоночного (справа, перегнуто в середине позвоночника), по Кювье

4 *Филогения,* в понимании Геккеля, историческое развитие, при котором процесс эволюции представляется в форме родословного древа. Есть другое, более широкое значение термина (почти синоним эволюции), которым мы пользоваться не будем.

самом деле организмы никакого “хвоста” не тащат: более тщательный анализ ранних стадий развития показал, что повторение пути – лишь кажущееся. На самом деле онтогенез не повторяет историю, а история есть последовательность онтогенезов (см. далее, п. 4-13). Увы, “закон” Геккеля был частично обоснован поддельными рисунками, что в старости признал сам Геккель (ЮШ, с. 128). Один подправленный Геккелем рисунок см. в обзоре, где Геккель признан классиком: *Richardson M.K., Keuk G.* // BR, 2002, N 4, с. 499.

У Жоффруа было новым еще и то, что изменение влияний среды рассматривалось как основной фактор эволюции. В основе концепции лежала аналогия с уродствами: ссылаясь как на споры времен Мопертюи и Вольфа, так и на новейшие опыты, где у зародышей искусственно вызывались уродства, Жоффруа убеждал, что новое эволюционное приобретение вида может быть закреплением массового уродства. А массовые уродства могут возникать при ухудшениях условий среды, порождающих ненормальное развитие зародышей. Ярче всего это Жоффруа показал на воображаемом примере эволюции крота.

Еще Ламарк приводил утерю кротом глаз как пример «неупотребления органа», а Жоффруа приложил к нему «*закон компенсации*», восходящий к Аристотелю («Природа везде, взяв с одного места, отдает другой части» и «Общих и многих средств защиты природа, однако, не дала одному и тому же животному» – *Аристотель*. О частях животных. II, 14; III, 2).

Жоффруа развил принцип в духе физиологии питания. Вот как изложил дело его биограф: «Морда крота, употребляемая им на то, чтобы рыть землю, служит для весьма трудной работы; поэтому она сильно увеличивается в размере, и вместе с ней растут и все соседние части, особенно весь орган обоняния… за счет того, что другой, примыкающий к нему орган подвергается самой тяжелой атрофии: именно глаза и испытывают это вредное воздействие» [*Амлинский*, с. 333]. Замечу от себя, что *атрофия* значит по-гречески отсутствие питания; этим держится тут вся трактовка редукции глаз: они, мол, в ходе роста организма остаются без питания, тогда как чрезмерному питанию (*гипертрофии*) подвергается нос.

Жоффруа был уверен, что подобными чисто механическими построениями можно объяснить все то, чем крот отличается от других зверей. В этом состоял его ответ на главное возражение противников эволюции, утверждавших, что в природе нет переходных форм: их, по Жоффруа, и не должно быть, если виды образуются путем резких уклонений (variations brusques) и их массового наследования. В вопросе наследования Жоффруа не продвинулся дальше Ламарка, зато ответил на другой, столь же важный вопрос: что заставляет животных подвергаться модифицирующим воздействиям? Ну, крот, положим, полез в землю от какой-то особой напасти – спасаясь или в поисках жилья и пищи. Но нет ли какой-то общей модифицирующей причины? И Жоффруа указал ее – это *дыхание*, тот воздух, каким мы дышим.

В том же докладе читаем: «Изменения, неощутимые от одного века к другому, в конце концов… суммируются; вследствие этого дыхание для некоторых систем органов становится затруднительным и, наконец, невозможным». Под дыханием здесь, как видим, имеется в виду снабжение кислородом каждого органа. «Тогда животное создает для себя ставшее ему необходимым для существования новое устройство, улучшающее или изменяющее легочные клетки, в которых

происходит дыхание. Возникшие изменения – полезные или гибельные – распространяются и оказывают влияние на всю остальную организацию животного». С помощью этой мысли он объяснил, как ему казалось, весь процесс превращения рептилии в птицу. (Мысль была сумбурна, ее не заметили, но именно она оказалась близкой к основной идее российской школы физиологического эволюционизма, возникшей в начале XX века, – мы узнаем об этом в главе 4.)

Не многим чаще историки науки отмечают фразу, следующую за вышеприведенной: «Если эти изменения приводят к вредным последствиям, то животные, у которых они возникают, гибнут и заменяются другими животными со слегка измененными формами, притом измененными таким образом, что они соответствуют новым условиям». О гибели неприспособленных писали многие, начиная с древности, ново же утверждение, что «*слегка* измененные» вытесняют прежних. (У других эволюционистов более приспособленными всегда считались сразу носители готовых новых приспособлений.) Вот этот-то тезис *использовал через пять лет Дарвин для первого эскиза теории отбора*.

Однако у Жоффруа отбору подвергаются (и в этом суть жоффруизма) не случайные уклонения, а результаты целесообразной реакции организма на изменения среды. Есть, правда, и важная общая черта: и Жоффруа, и Дарвин ввели в оборот данное положение, даже не пытаясь его хоть чем-то обосновать. И если вытеснение неприспособленных приспособленными действительно наблюдается, то «слегка измененные формы» к этому, как оказывается, абсолютно неспособны, о чем мы еще узнаем в части 2.

*** Гомология**

Важнейшим достижением Жоффруа явилась идея **гомологии**. Еще в 1807 году Жоффруа удивил самого Кювье, убедительно показав, что черепа зверя и рыбы состоят из костей, в некотором смысле одинаковых. Это казалось невозможным: в рыбьем черепе костей гораздо больше – куда, хотя бы, деть четыре кости жаберной крышки? Однако Жоффруа нашел соответствие всему; в частности – и этим четырем костям: им соответствуют (ныне это знает любой зоолог) 4 косточки слухового аппарата млекопитающих. Как же он доказал это? Оказалось, что соответствие очевидно, если рассматривать *развитие зародышей*. Тут-то и открылся путь, по которому Жоффруа впоследствии пришел к своей знаменитой теории: эволюцию движет изменение способов развития зародыша, а те следуют за изменениями условий среды, в которой живут организмы.

Термина “гомология” у Жоффруа нет, но идея явно принадлежит ему, что признал и автор термина “гомология”, ведущий палеонтолог Ричард Оуэн, “английский Кювье” [*Амлинский*, с. 178-179]. Оуэн различал три типа гомологии.

(1) *Частной гомологией* он именовал “органы у разных животных при всевозможных вариациях их формы и функции”. Ее примеры общеизвестны – рука и крыло, волос и перо, слюнная и ядовитая железы змей и т.д. Этому типу гомологии противостоит *аналогия*: исполнение сходной функции органом иного происхождения (ядовитая железа во рту змеи и на коже лягушки).

(2) *Общей гомологией* Оуэн именовал *указание на положение части в целом*. А именно, все скелеты позвоночных он рассматривал как вариации единого *архетипа* (идеального скелета), а все его кости – как вариации частей идеального (архетипического) позвонка. Следуя Окену и Карусу, он полагал череп состоящим из не-

скольких поясов, каждый из которых являет собой видоизменение идеального позвонка, и таким же позвонком считал пояс рёбер (реальный позвонок с парой рёбер и элементом грудины), а также пояс конечностей. В этой мысленной конструкции общей гомологией обладали элементы, происшедшие из одной и той же части идеального позвонка. Так, Оуэн выделял в реальном позвонке пару *гемапофизов* (щитков, ограждающих кровеносную трубку), и указывал их видоизменения в остальных позвонках (поясах): часть нижней челюсти, коракоид (клювовидная кость) плечевого пояса, пара реальных гемапофизов, подвздошная кость – все они, по Оуэну, связаны друг с другом общей гомологией.

(3) *Серийной гомологией* он называл тот вариант общей гомологии, когда гомологичные элементы несут сходные функции. Так, одну серию составляют позвонки, другую – фаланги пальцев, третью – конечности.

Подробнее см. [*Лункевич,* т. 2*; Канаев,* 1963*; Чайковский,* 1990]. Всё это выглядело запутанным и надуманным, от чего можно легко отказаться, что и было сделано с победой дарвинизма. Тем удивительнее, что через 120 лет биологи вынуждены были всё это вспомнить (см. п. 6-5). Замечу, что у Оуэна *архетип понят как нечто интуитивное*. То же мы видим и позже.

** Карл Нэгели и развитие жоффруизма

В 1856 году швейцарско-германский ботаник Карл ***Нэгели*** писал в духе Жоффруа: «Как потомки прежних индивидов несколько от них отличаются, так должны отклоняться от прежних и их зародыши. Это должно делать изменение стойким; и это изменение не может вести ни к чему иному, нежели вырождение вида или переход его в другой вид... Впрочем, так ведут себя далеко не все индивиды данного вида. Как у самшита среди желтой листвы зеленеет одна-единственная ветвь... так при переходе от одних геологических периодов у другим индивиды одного-единственного вида могут послужить основой для многих других [видов] и оставить после себя способные к развитию зародыши» (*C. Nigeli.* Die Individualitit in der Natur mit vorzïglicher Berïcksichtigung des Pflanzenreichs. Zïrich, 1856, S. 210-211).

Мысль Нэгели замечательна – только у него налицо ясное понимание двух обстоятельств: во-первых, зародыш изменяется не сам по себе, а отражает изменение родительского организма, и именно этот факт делает изменение эволюционным; во-вторых же, для эволюции достаточно успешного изменения немногих, тех, кто способен к развитию. В отличие от обычного ламаркизма и жоффруизма, здесь отведена важная роль *случайности* (какой именно вид окажется способным к развитию, не предопределено). Зародыши, по Нэгели, изменяются не все, а лишь некоторые, и под влиянием не внешней среды, в которой живет материнский организм, а – внутренней среды, в которой развивается зародыш.

По Нэгели, вопрос о возможности происхождения вида из вида весьма важен. Не называя никого из прежних эволюционистов (опять “избегание предтеч” [*Чайковский*, 2000]), он отметил, что новые виды происходят из прежних путем быстрых перестроек (мысль Шпренгера) и что новые виды бывают сложнее прежних в силу стремления живого к развитию (мысль Ламарка). Механизм эволюции он видел в изменении развития зародышей (мысль Жоффруа), что фактически наблюдаемое образование новых рас являет очевидную аналогию предполагаемому образованию новых видов (мысль, вскоре высказанная Ч. Дарвином). Первым из профессиональных

биологов Нэгели заявил, что в эволюции принципиальна роль случайности. Он высказал любопытное соображение: поскольку известны растения, размножающиеся вегетативно в течение многих поколений, а затем вдруг являющие половой процесс, то и в отношении эволюционного развития можно допустить резкую неоднородность во времени. Причину он видел в обоих случаях одну и ту же – скрытое изменение внутреннего строения под покровом внешней неизменности. "Высказывание, что вид оставался неизменным в течение ... исторического времени, не следует поэтому понимать так, что он находился в абсолютном спокойствии, а всего лишь так, что его изменения не пересекали определенных границ. Как и вообще любое природное явление, вид не может оставаться в полном спокойствии" (*C. Nigeli.* Die Individualitit..., S. 209-210). Здесь и признание самопроизвольности эволюционного процесса (в духе молодого Дарвина, писавшего об этом в своей записной книжке в 1837 г.), и допущение скрытых от глаза изменений, легшее, например, через 82 года в основу учения Шмальгаузена о стабилизирующем отборе. Наконец, сразу после работы Вейсмана (1883 г.) Нэгели понял (1884 г.), что в клетке есть особое наследственное вещество, *идиоплазма*. Поэтому вполне *можно считать его одним из основателей современного эволюционизма, и ныне наука возвращается как раз к Нэгели*.

Но вернемся в дни Жоффруа. Его доклад, как и книга Ламарка, был встречен молчанием. Не сразу заметил его и молодой Дарвин, но по веской причине – он плыл тогда в океане.

2-8. Молодой Дарвин

Неизвестно, когда мысль о превращении видов впервые посетила молодого Дарвина. Вряд ли это случилось в Эдинбурге, где он учился на врача, или в Кембридже, куда он, послушный воле отца, перешел, чтобы учиться на священника. Скорее это могло произойти в путешествии, куда его пригласил в качестве натуралиста капитан военно-топографического корабля «Бигль» Роберт Фиц-Рой. Осенью 1835 года Дарвин, находясь на Галапагосских островах (что к западу от Эквадора), сделал интересную запись в блокноте. Изучая местную птичку – пересмешника, он сравнил экземпляры с четырех островов, убедился в их отличии друг от друга и от материковых форм и заключил: «Зоология архипелагов вполне заслуживает исследования, ибо такого рода факты могут подорвать неизменность видов».

Это – первая его запись на тему эволюции, и говорит она немного, поскольку примерно то же можно прочесть у Ламарка, о котором юный Дарвин узнал еще в Эдинбурге. Более того, у Ламарка было целое учение об эволюции, тогда как запись Дарвина всего только подвергала робкому сомнению догму о постоянстве видов.

Через два года, разбирая в Лондоне свои путевые заметки, Дарвин почувствовал вдруг потребность отложить бумаги и взять с полки том «Зооно-мии» Эразма Дарвина, своего давно умершего деда. Известно это и потому, что он любил расчеркивать читаемое, и потому, что он вел «записные книжки о трансмутации видов», первую из которых так и назвал – *Зооно-мия*. «Многие потратили немало сил, пытаясь объяснить законы жизни законами механики и химии", – эти укоризненные слова деда как нельзя более отвечали настроению внука. Разумеется, надо искать свои особые законы живого.

В чем они? Прежде всего, только живые тела поддерживают свое существование путем смены поколений, и недаром проницательный Эразм связал идею продол-

жения рода с идеей преобразования видов; как личинка порождает бабочку, а головастик – лягушку, так и один вид может порождать другой вид. Только превращение вида в вид (как писали и дед, и Ламарк, да и сам Чарлз видел на своих материалах) происходит очень и очень медленно. Как же это происходит? Здесь Эразм и Ламарк были единодушны: животные активно приспособляются к среде, развивая упражнением те органы и свойства, которые им в это время нужны. Почему так? Потому, что организмам присуще некое особое свойство – стремление к совершенствованию. Чарлзу это было не по душе, да и необходимости в таких допущениях не было, так как он имел уже счастье считать себя учеником Чарлза Лайеля. «Геологическая наука бесконечно обязана Лайелю, больше, я думаю, чем кому-либо другому на свете» – писал Дарвин в старости.

Лайель говорил о формировании горных пород путем медленного действия самых обычных причин (осаждение ила на дно, выветривание), а Дарвин решил искать эволюцию в медленном накоплении самых обычных изменений организмов. Какое же изменение – самое обычное при смене поколений? Огромные коллекции Дарвина молчали, поскольку в них нигде не зафиксирован этот важнейший акт – смена поколений. На помощь пришел пример из ботаники: «Семена растений… производят много форм, между тем как новые особи, произведенные почками, все одинаковы» – записал он, и с этой заметки, сделанной в июле 1837 года, началась, можно сказать, жизнь его нового учения: эволюционную изменчивость, т. е. материал для медленного накапливания, поставляют «семена» – половой процесс, соединение свойств родителей. И тут коллекции заговорили!

Различие галапагосских пересмешников вызвано, решил юный Дарвин, тем, что птицы разных островов давно не спариваются друг с другом; еще больше их различие с птицами континента, поскольку контакт с ними потерян давным-давно, еще при образовании архипелага. И вообще, чем дальше места обитания (и тем самым – дольше изоляция), тем больше различие; сперва это – разновидности, а затем уже и разные виды.

Итак, причиной появления новых видов можно считать изоляцию. Но это, так сказать, причина пассивная, дающая условия, а что эволюцию движет? Об этом пока не сказано, но уже в первой книжке Чарлза есть такая мимоходная запись. Описав постепенную смену флоры при подъеме в горы, Дарвин задал вопрос: «Как объяснить это при помощи закона малых различий, производящих более плодовитое потомство?» Вот первое упоминание идеи *естественного отбора*. Откуда она взята?

Про обработку каких-либо фактических данных тут речи нет, зато уже сразу назван «закон». Ясно, что он откуда-то заимствован, и легко понять, откуда – у Жоффруа, многократно упоминаемого в записях. (На тех же страничках книжки Дарвин излагал тот его доклад, который мы обсуждали в п. 5.) Как и у французского предтечи, у Дарвина здесь нет даже намека на роль перенаселения и конкуренции в процедуре отбора.

Однако вскоре ему на глаза попалась книга «Очерк о населении» преподобного Томаса Мальтуса, покойного профессора политэкономии. Оказывается, общество, как и природа, живет постоянной войной всех против всех, так что лишь немногие благоденствуют. Люди, писал Мальтус, размножаются с ростом времени “в геометрической прогрессии”, и любые ресурсы когда-нибудь окажутся исчер-

панными. Об эволюции Мальтус не писал, но это и не требовалось, Дарвин все додумал сам и записал в книжке, что фактический рост ограничивается возможностью данной среды прокормить данное число особей. Это приводит в действие механизм приспособления к требованиям среды: корм достается лучшим.

С этого дня, 28 сентября 1838 года, повел свою хронологию дарвинизм – идея естественного отбора приняла специфически дарвинов вид. Впрочем, «день рождения» дарвинизма остался в тени: многим казалось зазорным выводить "хорошее" учение Дарвина из "плохой" доктрины Мальтуса, служившей как бы обоснованием злого тезиса «человек человеку – волк». Увы, саму книгу Мальтуса почти никто в руки не брал, и даже в личной библиотеке Дарвина первый ее том не был расчеркан, второй же остался неразрезанным. А жаль – книга очень богата фактами, в том числе и опровергающими "геометрическую прогрессию". Точнее, Мальтус на нее опирался, говоря о Сев. Америке, но отвергал ее для Индии и Китая, население которых считал постоянным. К счастью, теперь мы знаем, что «геометрическая прогрессия размножения» – наивное заблуждение Мальтуса. Она равно плохо описывает и общество, и природу. Так что можно обсуждать проблему спокойно, чисто исторически, как в главе 1 мы обсуждали древние мифы.

Всякий процесс свободного размножения должен быть вовремя остановлен – иначе беда. Двести лет назад (1798 г.) об этом как раз и заявил Мальтус, книга которого привела тогда в ужас английское общество, а через 40 лет привела в восторг молодого Дарвина. Ужас вызвало предложение того, что ныне именуется планированием семьи, а восторг был вызван уверенностью, что избыточное размножение движет эволюцию.

Все это давно известно. Но лишь недавно выяснено, что животные «планируют семью» куда более строго, чем в самых смелых фантазиях предлагали мальтузианцы. Более того, свободного размножения нет даже у растений и микробов. Те немногие примеры неограниченного роста числа особей, какие приводил сам Мальтус и какие лежат в основе построений дарвинизма, являются редкими и краткими исключениями. Мы вернемся к этим вопросам в конце главы.

От записных книжек Дарвина до публикации «Происхождения видов» прошло двадцать лет. За это время Дарвин стал известным ученым, лучшим в мире специалистом по усоногим ракам, но по эволюции не опубликовал ничего, да и писал мало. Правда, в 1838-1844 годах написал три очерка, а в 1857 году сел писать «Длинную рукопись», но за 10 лет в промежутке (1845-1854) не записал почти ничего. Почему? Причина была вот в чем.

В ноябре 1844 года в Лондоне вышла в свет анонимная книга «Свидетельства естественной истории творения», которую ученый мир презрительно отверг, несмотря на ее громкий успех у публики. Дарвин побоялся той же участи. Вскоре по содержанию выяснилось, что автором был писатель и издатель известной «Энциклопедии Чемберса» Роберт ***Чемберс***. Вот уже в третий раз в Англии, и притом опять неспециалистом (какими были Хэйл и Эразм Дарвин), давался синтез эволюционных воззрений. Эволюционизм Чемберса тоже был сквозной (от космоса до обществ) и включал новейшие идеи – например, немецкую теорию параллелизма. У Чемберса впервые популярно описан фактический ход развития организмов, завершившийся появлением позвоночных животных и цветковых растений. Дарвин внимательно прочел «Свидетельства» и сделал много заметок. Например: «Идея, что рыба перехо-

дит в пресмыкающееся, чудовищна». Если вспомнить, что пресмыкающихся тогда объединяли в один класс с земноводными (которых нынешняя наука как раз и выводит из двоякодышащих рыб), то станет ясно – Дарвин не был тогда готов признать факт эволюции в полном объеме. Это важно запомнить, поскольку эволюции в полном объеме нет, по сути дела, и в «Происхождении видов».

Нигде Дарвин не описывал того, как, собственно, шла по его мнению конкретная история земной жизни, как появлялись и исчезали те или иные группы организмов. Об этом, опираясь на успехи палеонтологии, писали другие – как популяризаторы вроде Чемберса, так и ученые типа Жоффруа. Сам Этьен Жоффруа Сент-Илер в июне 1844 года умер (как и Ламарк – слепой, почти всеми забытый и лишь в гробу удостоившийся горячих признаний, столь нужных ему раньше), но его влияние с годами росло – особенно в России, в Москве, в трудах Карла Рулье.

2-9. И острый галльский смысл, и сумрачный германский гений

Луи Шарль ***Рулье***, несмотря на французское имя, данное ему отцом Франсуа Рулье (Rouillier), нижегородским ремесленником (вероятно осевшим в России при отступлении армии Наполеона), был человеком вполне русского воспитания и культуры. Едва начав преподавать, Рулье стал именоваться Карлом Францевичем и все популярные статьи (а также учебники) писал по-русски. Именно его яркий и точный русский язык позволил ему стать первым пропагандистом эволюции в России. (Этим он сильно отличался от самого знаменито эволюциониста России, Бэра, который прожил в России 64 года, но до конца дней не писал по-русски.) В стране, где за любое отклонение от официальной доктрины можно было тогда, при Николае I, не только лишиться работы, но и угодить в ссылку, такая пропаганда дорого доставалась и была едва ли не важнее, чем собственные эволюционные идеи.

А у Рулье и они были. Можно уверенно сказать, что трудами его и его школы был создан русский эволюционизм – столь же своеобразный, как эволюционизм английский, французский или немецкий. (Эволюционисты были в России и до него, но либо неоригинальные, либо заезжавшие в Россию ненадолго.) С 1845 года Рулье в лекциях и публикациях подробно излагал сведения о палеонтологических основаниях эволюции, как раз в то время обильно поступавшие с Запада. Вот образец его стиля:

«В продолжение второго периода органической жизни (мезозойской эры – *Ю.Ч.*) на земле явился в растениях новый тип постепенного развития, тип прелестной роскоши растительности в тропической полосе – пальм и вообще растений односеменодольных. Прямой, не ветвящийся или маловетвящийся, ствол, несущий листья на одинаковой высоте, в виде кольца; листья однообразные на обеих поверхностях, с нервами параллельными; цветки, разделенные обыкновенно на три доли, – вот этот тип, к которому относятся наши травы, лилейные растения и др. В животных же не явилось ни одной новой основной формы (типа – *Ю.Ч.*), продолжали только существовать предшествовавшие, изменяясь, конечно, в видах и часто в родах, и явился новый класс позвоночных – гады [класс амфибий, затем класс рептилий – *Ю.Ч.*], предуготовленный первым периодом. Гады же в свою очередь распались на новые формы, служившие предвестниками последовавших за ними различных порядков нынешних гад (голокожих, или лягушек; ящериц, змей и черепах), птиц и зверей.»

Рулье начисто отвергал всякие родословные древа: «Эта мысль, занимавшая

еще недавно естествоиспытателей-поэтов, совершенно отвергнута наукою. Тому немного времени, как представляли все животное и растительное царство в виде двух деревьев, подымающихся из недр морских и постепенно разрастающихся на воздухе: корни дерева показывали на то, что несовершеннейшие животные и растения живут в воде, а разветвление сучьев – на мнимое постепенное преобразование одного класса животного и растения в другие, которые тем были совершеннее, чем более удалялись от ствола». К этой мысли мы не раз вернемся.

Рулье отвергал древа потому, что отрицал саму возможность существования одиночного вида растений или животных – как из экологических («ни одно органическое существо не живет само по себе; каждое вызывается к жизни и живет только постольку, поскольку находится во взаимодействии с относительно внешним его миром»), так и из палеонтологических соображений: «История же земли, насколько она доступна человеку, – геология свидетельствует, что в древнейших толщах, в которых в первый раз встречают животных, их находят вдруг из всех классов беспозвоночных, к которым по мере приближения [к поверхности] земной коры прибавляются постепенно классы позвоночных».

Механизм эволюции Рулье излагал по Ламарку и Жоффруа. Новым здесь было отношение к изменчивости: вместо деления изменений на внутренне присущие (прогрессивные) и вызванные (упражнением органов и прямым влиянием среды на зародыши), молодой московский профессор предпочитал говорить, что всякое изменение «есть результат взаимодействия двух факторов – сил образовательных животного и внешних деятелей», т.е. взаимодействия внутренней и внешней природы организма. Рулье называл это «законом двойственных отношений», мы же в таких случаях привыкли говорить о *системном характере эволюции,* т.е. о том, что отделить эволюцию данного вида от эволюции всей природы нельзя.

Признавая, что вид может вымереть от неспособности приспособиться ко внешним условиям, Рулье был далек от мысли все сводить на конкуренцию. В заметке о зубре (1848 г.) он отметил, что тот склонен к вымиранию несмотря на строгую охрану, и сделал афористический вывод: «Как отдельная особь животного живет кратковременно, так и целый вид (порода) животных имеет свои начало и конец во времени жизни на земле». Впоследствии эта идея тоже стала одной из основных в ламаркизме.

Местами Рулье наивен. Так, обсуждая наследственность в статье «Вывод породы собак», он писал: тот факт, что у породистой пары «из щенков половина породисты, а другие – нет», объясняется тем, что «кобель давал породистых щенков, пока сам упражнялся на охоте, а потом... стал лежать на подушке под столом, оттого-то и наследственность свойств его ослабла – на половине щенков отразилась вполне, а на другой – менее». Такие произвольные объяснения задним числом, годные лишь для данного случая (методологи именуют их *объяснениями ad hoc*), ничего не дают для понимания. Другие эволюционисты (Мопертюи и др.) видели тут случайность комбинаций наследственных частиц. Но не будем слишком строги.

Наконец, у Рулье мы находим одну из самых ранних (1852 г.) формулировок *тройного параллелизма* (высшего тогда достижения теории параллелизма): «...главным законом населения нашей планеты растениями и животными есть та же последовательность в постепенном изменении форм и перехождении из одной среды в другую, которому следуют животные и ныне в отдельном своем развитии... Здесь

два ясные параллельные ряда – один доисторических животных, другой – представляемый развитием нынешних животных. Это генетический ряд. К ним должно прибавить еще и третий, представляемый вполне развитыми нынешними животными... которые ясно размещаются подобным же рядом совершенствующихся форм» (*К.Ф.Рулье.* Избранные биологические произведения. М.-Л., 1954, с. 161). А что это значит – совершенствование?

2-10. Пока Дарвин писал «Длинную рукопись»

Что рыба проще человека – всем интуитивно ясно, но можно ли утверждать, что, например, лягушка проще ящерицы? Конечно, у ящерицы сложнее устроено сердце и есть *амнион* (оболочка, препятствующая высыханию яйца), но зато у лягушки есть три способа дыхания – жаберное, легочное и кожное. Чтобы не вести бесконечные споры, нужно общее правило, критерий высоты организации. Такой критерий предложил Бэр: *выше организованы те, у кого можно указать большее число различных по строению и функции органов*. В 1828 году ему удалось показать, что четыре типа Кювье являются четырьмя типами онтогенеза, а значит в каждом типе можно стало выстраивать организмы в ряды еще и по числу различимых стадий развития зародышей.

Подход Бэра довел в 1853 году до совершенства немецкий зоолог и палеонтолог Генрих ***Бронн***. Он предложил критерий высоты организации, наиболее годный для работы: морфологический прогресс он характеризовал не только через дифференцированность и специализацию частей тела, но и через симметрию тела, уменьшение числа гомологических органов, концентрацию органов в пределах тела (например, головной мозг у высших вместо распределенных по телу ганглиев у низших) и их проникновение в глубь тела, а также – через усложнение онтогенеза. Исследуя вымершие и нынешние организмы. Бронн выявил фактические прогрессивные линии их развития, чем заложил, в сущности, основы эволюционизма.

Тем самым он встал перед трудной проблемой: его огромный материал ясно говорил об эволюции, тогда как сама идея эволюции считалась в его кругу полунаучной фантазией. Профессионально он принадлежал морфологической школе Кювье, но собственные работы и принадлежность (душой) немецкой культуре вели его в объятия натурфилософии, которую эта школа строго порицала. Личный выход Бронн нашел в том, что взялся описать с единой теоретической позиции весь фактический ход развития жизни на Земле (данные были уже весьма обширны), однако самый факт порождения одним видом другого отрицал, считая эволюцию непрерывным творением, как когда-то Лейбниц. Иными словами, Бронн как натурфилософ избрал путь Лейбница в ущерб и Окену, и Гегелю.

Его позиция импонировала кювьеровской школе, и в 1857 году Бронн получил премию Парижской Академии наук за обширную книгу «Исследования законов развития органического мира во время образования земных оболочек». Написанную тяжело и беспорядочно (несмотря на просьбу французских академиков облегчить стиль, Бронн ухитрился дать неудобочитаемый текст даже по-французски; немецкий же вариант местами вообще неподъемен), ее мало читали и вскоре забыли.

Однако «Исследования» Бронна – одна из самых значительных книг той поры, итог немецкого додарвинского эволюционизма. Без нее нельзя вполне уяс-

нить ни причины успеха «Происхождения видов», ни развития эволюционизма вообще. Мы привыкли считать, что представление о постепенном развитии жизни вошло в науку с Дарвином, но ведь в его книгах нет ни описания истории флор и фаун, ни анализа морфофизиологической эволюции каких-либо групп организмов, ни глобальных экологических обстоятельств (связи эволюции жизни с составом атмосферы, животных с растениями и т. п.), ни многого другого. Все это мы видим в трудах Бронна. Его выводами, кстати, пользовался и Рулье. Увы, как раз "Исследований" Бронна Рулье увидать не успел – в расцвете сил он в 1858 годувнезапно умер.

Вот «Первый фундаментальный закон» Бронна (формулировка его столь длинна, что я вынужден дать ее в выдержках): «Различные организмы следовали во времени и пространстве в стольких типах и количествах, какие соответствовали внешним условиям», причем «появление двух органических царств было одновременно», «первичное население соответствовало теплому климату без смены времен года», а «все последовательные обновления населения достигались уничтожением прежних видов и последовательным появлением новых видов, без постепенных переходов» (*H.G. Bronn*. Untersuchungen ïber die Entwickelungsgesetze der organischen Welt wihrend der Bildungszeit unzerer Erdoberfliche. Stuttgart, 1858, S. 483-484). Добавлю, что среди сил, истребляющих прежние виды, Бронн допускал и вытеснение худших вариантов лучшими – как у Дарвина.

«Второй фундаментальный закон»: «Наряду с первым, явно существует положительный и *независимый* закон творения, даваемый нам в простоте и упорядоченности всех, как одновременных, так и последовательных обновлений органического мира.» Суть его в том, что наряду с внешними условиями (которые, будучи чисто негативным фактором, могли только ограничивать «действия по плану творения»), необходимо некоторое активное начало, формирующее как организмы, так и их отношения.

В этом «законе» – ключ ко всем последующим дискуссиям о роли естественного отбора: как негативный фактор отбор абсолютен и бесспорен (неспособное жить не живет), но его позитивную роль можно признать или отвергнуть только тогда, когда выяснены другие позитивные законы, поставляющие для отбора материал.

В рамках этого «закона» Бронн отмечал «постоянное равновесие между растениями и животными, наземными и водными животными, травоядными и хищными – в каждом творении; и всё это делается гораздо точнее, чем можно ожидать действием одних внешних условий, которые могут разрушать, но не создавать … Систематическое и прогрессивное развитие, как и закон, который им управляет, суть факты, в которых невозможно дольше заблуждаться. Тем не менее, мы не должны представлять это прогрессивное развитие как состоящее в первичном появлении одних лишь Phytozoa», т.е. животнорастений (ныне этот термин забыт, вместо этого говорят о низших тканеых животных). И далее: «Высшие подцарства [типы – *Ю.Ч.*] были сотворены друг за другом быстро, тогда как классы и отряды, впервые появившись, были представлены формами, постепенно восходящими» (там же, S. 487-488).

Как Бронн понимал *феномен* «восхождения» (прогресса), мы уже знаем, а теперь он решил обсудить еще и его *механизм*. Допуская конкуренцию как одну из при-

чин вымирания, Бронн связывал появление новых форм не с конкуренцией, а с действием особой *силы природы*: “Та же сила, которая первоначально создала организмы, ... действовала в течение всей геологической истории, вплоть до появления человека. При этом нигде не обнаруживается постепенного превращения прежних видов в новые; наоборот, новые виды всюду возникают без участия прежних” (там же, S. 80). Не надо думать, что Бронн понимал эту силу как постоянное вмешательство божественной воли – нет, он понимал ее именно как особую силу, аналогичную гравитации, химическому сродству и т.п. Классификации сил природы он уделил много места в другой книге, вышедшей тогда же (*Bronn H.G.* Morphologische Studien їber Gestaltungsgesetze der Naturkєrper їberhaupt und organischen inbesondere. Leipzig, 1858).

Бронн ввел замечательное понятие, **закон террипетного развития** (по-французски *terripute* – нечто устремленное к земле): тип морфологически «стоит тем выше, чем более преобладают в нем наземные классы и отряды». Бронн пояснял: в ходе истории чисто морские формы становились литоральными (живущими в зоне прилива), затем береговыми, просто наземными и, наконец, горными. Такую последовательность форм Бронн назвал террипетной и обнаружил, что вдоль нее наблюдается морфологический прогресс, т.е. усложнение строения. В пояснение приведу пример: плавник преобразуется в ласт, ласт – в лапу и т.д.; тело приподымается на все более длинных ногах, затем принимает наклонное (а потом и вертикальное) положение, а передние конечности обращаются в крылья или в руки. Этим законом мы воспользуемся в частях 3 и 4.

Бронн не признал, даже намеком, что террипетный ряд может быть генетическим, но в конце “Исследований” сделал робкий подарок эволюционистам: «...мы не знаем, какую роль взял на себя Творец в определении систематического порядка организмов». То есть – Бог не обязательно сам творил каждый вид.

Некоторые палеонтологи писали об эволюции более прямо. Так, швейцарский палеоботаник Освальд ***Геер*** в 1859 году опубликовал свою *теорию перечеканки* (die Umprigungstheorie), согласно которой современная флора произошла из флоры третичного[5]) периода сразу, после долгого времени постоянства третичной флоры (*Давиташвили Л.Ш.* История эволюционной палеонтологии от Дарвина до наших дней. М.-Л., 1948, с. 20). Видно влияние катастрофизма Кювье, но “перечеканка” одного типа строения в другой означала эволюцию, притом в широком смысле.

Дарвин знал работы Бронна и Геера, ценил их как знатоков фактов, но преобразование флор и фаун не занимало его нисколько. Его интересовала лишь «*проблема вида*», т.е. процесс накопления внутривидовой изменчивости и возможность образования таким путем нового вида. Ее четко обозначил в 1852 году английский философ Герберт ***Спенсер*** в небольшой статье “Гипотеза развития”[6] . Вскоре о проблеме стали писать чуть ли не все научные журналы, касавшиеся биологии, и я ограничусь одной цитатой.

---

[5] Тогда геологические слои делили на первичные (ныне палеозойские), вторичные (ныне мезозойские), третичные (ныне весь кайнозой без антропогена) и четвертичные (ныне антропогеновые).

[6] В ней же проведена идея единого процесса эволюции (от инфузории до человека), причиной названо приспособление, впервые термин **эволюция** применен в нынешнем смысле, как обозначение процесса исторического преобразования организмов. Но Спенсер ничего не сказал тут о движущей силе эволюции (рус. перевод в кн.: Теория развития. СПб., 1904).

В 1857 году ученик Рулье, молодой зоолог Н.А. ***Северцов***, поместил в одном парижском журнале статью по классификации хищных, где, между прочим, писал: «Индивидуальные вариации ведут к образованию видов, создают последние, делаясь наследственными признаками. Нельзя еще решить, происходит ли это на основе принципа развития, в силу изменений, свойственных самому организму и независимых от внешних влияний (принцип градации Ламарка – *Ю.Ч.*) … или же принцип этих изменений заключается в разнообразном влиянии окружающей среды».

Дарвин тоже не мог решить этот вопрос, но склонялся к тому, что причина первичных изменений в некотором смысле **случайна**. Статьи Северцова он не заметил, но и без нее знал, что надо спешить, поскольку такие статьи попадались ему регулярно. Весь 1857 год и весну следующего он писал так называемую "Длинную рукопись" – текст, в котором собирался, наконец-то, подробно и аргументированно изложить свои взгляды.

За 13 лет перерыва сильно изменилась аргументация Дарвина: если первый его очерк (1838 г.) был комментарием к одному богословскому трактату, прочитанному тогда Дарвином, а два других (1842, 1844) сами были в некотором смысле богословскими (оттуда и взято приведенное мною в п. 1-12 рассуждение Дарвина о всевидящем Существе), – то Длинная рукопись уже очень похожа на первое издание «Происхождения видов», где богословская аргументация почти исчезла (в те годы "естественное богословие" вообще уходило из английской научной и общественной мысли), уступая место ссылкам на случайность наследственных изменений и на Мальтуса.

Дарвин написал уже полторы тысячи страниц, когда труд его был прерван. В феврале 1858 года малоизвестный зоолог Альфред ***Уоллес*** послал ему из Индонезии рукопись, в которой изложил ту же, что у Дарвина, схему образования нового вида. И даже применил мальтусов термин «борьба за существование», которого у Дарвина до тех пор ни в одном тексте не было. Уоллес простодушно просил именитого натуралиста представить его рукопись в какой-нибудь лондонский журнал.

Одного этого впечатлительному Дарвину было бы достаточно, чтобы потерять душевное равновесие, а судьбе еще было угодно, чтобы в мае, когда пришел почтовый пакет, среди многочисленных детей Дарвина бушевали сразу дифтерия и скарлатина. Едва не умерла дочка. Дарвин мужественно каждое утро писал, и все, включая его самого, были уверены, что он пишет статью (выжимку из Длинной рукописи), которую пошлет в журнал вместе с уоллесовой – пусть их опубликуют в одном номере как свидетельство независимости открытия. На самом деле он работал над статьей Уоллеса и включал ее мысли в свою рукопись как собственные. Лишь через век с лишним при подготовке Длинной рукописи к публикации, была рбнаружена разница чернил: Длинная рукопись писана синими, а выжимка – черными. Так вот, чуть ли не все те места, где мысли Дарвина и Уоллеса совпадают, вписаны в "Длинную рукопись" поверх синих строк черными чернилами. В том числе и злополучная "борьба за существование". В июне умер годовалый сынишка, а через два дня почта унесла письмо Дарвина с просьбой о совместной публикации. Не будем судить строго.

Упомянул я эту историю для того только, чтобы еще раз напомнить, что ученые знают о работах друг друга больше, чем принято думать. Дарвин по всей видимости не знал имени Хэйла, зато всё знал про Жоффруа и Уоллеса, пользовался мыслями всех троих (и многих других), а историки сто лет уверяли, что он

сам целиком создал свое учение. Примерно то же мы видели с Ламарком, и вообще "избегание предтеч", к сожалению, общее правило, исключения из которого очень редки [*Чайковский*, 2000].

2-11. Первые успехи и неудачи дарвинизма

Уже в августе статьи появились в лондонском «Журнале Линнеевского общества». Лед сломан – впервые об эволюции заговорило респектабельное научное общество. Более того, статьи заметили. Сам Оуэн, председательствуя осенью на съезде Британской ассоциации содействия развитию наук, высказался о статьях положительно. Заметил он, правда, что ископаемый материал не позволяет сделать таких смелых выводов, как у Дарвина, но разве тот и сам не знает, что доказательства надо еще искать и искать? Главное – сэр Ричард не счел это чепухой!

В январе 1859 года откликнулся журнал «Zoologist». Критик прочел статьи с интересом, но считает выводы поспешными. В мартовском номере снова отклик. Теперь критик прямо отвергает идею естественного отбора: не убеждает его аналогия с искусственной селекцией. Вскоре пришел еще текст речи Сэмюэла Хоутона, президента Ирландского геологического общества, который говорил, уже довольно грубо, что естественный отбор – не научная, а натурфилософская идея, противоречащая всему, что знают естественные науки; правда, он не возражал против самой идеи изменчивости, но «Против этого нечего возразить, кроме того, что это не ново».

Вскоре Оуэн издал книжку "О классификации и географическом распределении млекопитающих", половину которой составили два приложения об эволюции. Дарвин назван не был, но сэр Ричард спорил явно с ним. В первом приложении он без лишней скромности формулировал "величайшее обобщение", сравнимое с законами Ньютона и состоящее в том, что в природе есть разумное начало, снабжающее организмы не только нужными приспособлениями, но и нужной изменчивостью. Второе приложение исследовало эту изменчивость; вывод был тот, что она не затрагивает сущностных свойств организмов. Например, ни у собак, ни у приматов она никогда не может привести к изменению ни зубной формулы, ни точек крепления мышц, ни принципов строения черепа (*Owen R.* On the classification and geographical distribution of the mammals... London, 1859, c. 100, 103). Фактически этим Оуэн предостерегал от смешения сути и акциденции (см. п. 1-6*).

Как видим, уже первые критики возражали то же, что новейшие критики возражают сейчас. Не читать друг друга и сотни раз повторять один и тот же довод стало традицией эволюционизма. Дарвин редко отвечал (а когда отвечал, то не по сути, но лишь по деталям), и оставлять критику без ответа по-существу (или вообще без ответа) тоже стало эволюционной традицией.

Книга Дарвина «О происхождении видов путем естественного отбора, или сохранение удачных пород в борьбе за жизнь» вышла в свет в Лондоне в ноябре 1859 года и сразу оказалась в центре внимания прессы. Первая рецензия появилась в научно-популярном журнале «Athenaeum» еще за два дня до выпуска тиража в свет, носила скандальный характер (в частности, лживо утверждала, что книга посвящена происхождению человека от обезьяны) и привела к тому, что тираж был сразу раскуплен случайными покупателями, а ученым досталось лишь то, что разослал им сам Дарвин.

Подробнее обо всей этой ранней истории дарвинизма см. (*Чайковский Ю.В.* Перед выходом "Происхождения видов" // ВИЕТ, 1981, 4). Теперь же началась новая эпоха. Письма, полученные от знакомых, обескураживали впечатлительного Дарвина. Биогеограф Хьюит Уотсон был в восторге: «Вы величайший революционер в естественной истории нашего века, если не всех веков», а старый адмирал Фиц-Рой, друг молодости Дарвина – в ярости: «Вы едва ли читали труды нынешних авторитетов, кроме тех обрывков, которые могли обратить себе на пользу». Кому верить?

Тот же Оуэн, так дружелюбно принявший журнальные заметки, теперь, в рецензии на книгу, заметил язвительно: «М-р Дарвин редко цитирует труды своих предшественников, из которых он, можно полагать, более вывел свои идеи происхождения видов, чем из феноменов распределения обитателей Южной Америки». Вообще, стало модой указывать Дарвину, что до него многие натурфилософы признавали изменяемость видов, признавали без всяких оснований, как это делает, по мнению критиков, и Дарвин.

Он недоумевал: чего, собственно, хотят критики? Зачем его ставят в один ряд с каким-то дилетантом Де Малье? Сперва Дарвин отмалчивался, потом пробовал всё признавать в печати, затем опять перестал отвечать на упреки, в том числе важные. Только из его писем коллегам мы знаем, что некоторые из критиков его интересовали.

Например, геолог А.А. ***Кейзерлинг*** – единственный в России, кому Дарвин послал первое издание, в письме Дарвину говорил не о своем приоритете, а о вещах гораздо более серьезных. Признавая естественный отбор как причину приспособленности видов ко внешним условиям, он, однако, заметил Дарвину: виды изменяются слишком регулярно, словно компоненты химических реакций. Он хотел сказать, что отбор играет ту же роль в биологии, что внешние условия реакций – в химии (набор реактивов, температура, давление и т.п.), но что у Дарвина нет иного движущего начала, тогда как в химии есть еще внутренние законы – например, химическое сродство (водород стремится соединиться с кислородом, но не с металлом); в биологии же такие законы, по Кейзерлингу, предстояло еще найти [*Райков*, т. 4, с. 641]. Легко видеть, что он по сути повторял Бронна. Об этом писали тогда многие: теории Дарвина не хватает внутреннего активного фактора, какого-то механизма, поставляющего новые варианты организмов.

У Дарвина эти новые варианты мыслились так: дети непохожи на родителей, пусть и немного, но буквально по всем признакам; варианты возникают всякие, но только те из них, которые чем-то облегчают их обладателям борьбу за жизнь, сохраняются – они обеспечивают повышенную вероятность оставления потомства.

«Всякие» надо было понимать только в том смысле, что новый признак появляется независимо от того, нужен он или нет. Проще говоря (а читатель обычно любит то, что проще), новый вариант возникает *случайно*, и лишь взаимодействие организма со средой определит, полезен ли он. Дарвин возражал против этого упрощенного понимания («Я до сих пор иногда говорил так, как будто изменения... были делом случая. Это, конечно, совершенно неверное выражение, но оно служит для показа нашего незнания причины каждого конкретного изменения»), но теперь с огорчением видел, что многие воспринимают его учение как «нагромождение случайностей». Как быть? Подчеркивать ли впредь, что перемены в строении организмов идут по каким-то четким (как химические реакции), пусть и непонятным, законам? Дарвин пробовал делать так, но въедливые критики наперебой зашумели, что этим Дарвин

отказывается от принципа естественного отбора: выходит, что облик организма определяется прежде всего теми возможностями, какие предоставляются законами изменчивости, отбор же выступает не автором, а лишь цензором. Вот Дарвину и приходилось говорить, что первичные изменения не направленны, а случайны.

Некоторые критики шли еще дальше: если эволюция невозможна без направленных изменений, то не проще ли сказать, что ею управляет Всевышний, задавая изменчивость? В самом деле, наблюдая лишь тот факт, что все особи различны, вообще нельзя доказать, что виды произошли друг от друга, а не были прямо созданы такими, какими мы их видим. То, что они именно произошли, было догадкой, и ее сила была не в том, что она сама была доказана, а в том, что, приняв ее, исследователь сразу получал объяснение многих фактов.

Дарвин не раз указывал на это, но не решался прямо сказать (а, возможно, даже и подумать), что этим он идет вразрез с логикой тогдашней науки. Эта его новая методология (в XX веке ее назовут *гипотетико-дедуктивной*) была едва ли не главным, что определило судьбу книги, но выяснилось это лишь через сто лет (*Ghiselin M.T.* The triumph of Darwinian method. Berkeley, 1969).

Дарвину оставалось надеяться, что новое поколение натуралистов придет в науку, уже воспринимая его логику как само собой разумеющуюся: «Если суждено моим взглядам когда-нибудь стать общепринятыми, то это произойдет тогда, когда подрастут молодые люди и заменят старых работников, когда молодые люди найдут, что они могут группировать факты и находить новые пути исследований лучше, руководствуясь понятием о естественном происхождении, чем понятием о творении». (Отбор, как видим, тут не назван.) Так и произошло. Даже больше: новое поколение приняло не только давнишнее «понятие о естественном происхождении», но и новое – о естественном отборе малых случайных уклонений. Что же касается самой проблемы случайности, то она так и застыла в дарвинизме в том виде, как ее оставил Дарвин: хотя каждое наследственное изменение в каждой своей стадии происходит по вполне определенным законам (это ясно показала молекулярная генетика), однако проследить все взаимосвязи между этими стадиями и их причинами не удается, так что дарвинизм поныне утверждает, что наследственные изменения случайны.

Летом 1860 года появился немецкий перевод книги, сделанный Бронном, и там, в послесловии, Бронн задал самые простые и самые каверзные вопросы. Почему отбору приписано формирование начальных стадий сложного приспособления, если пользы можно ожидать лишь от достаточно поздних стадий, когда новая функция хоть в какой-то мере уже действует? Почему отбор изменений, направленных во все стороны, приводит не к мешанине признаков, а к тем видам, которые мы наблюдаем? Как формируются явно бесполезные признаки, вроде зубного рисунка?

И главное: даже если допустить, что начальные и промежуточные стадии формирования полезных качеств чем-то полезны и могли отбираться, то каждая такая стадия должна вытеснять предыдущую и вытесняться последующей; где следы этого процесса? В палеонтологическом материале их, по уверению Бронна, нет. То же вскоре заявили все ведущие палеонтологи, и Дарвин был в растерянности.

Легко представить себе его радость, когда в 1861 году ему сообщили, что в Бюллетене МОИП появилось по-французски краткое сообщение: московский гео-

лог Герман ***Траутшольд*** говорил о промежуточных формах, представляющих переход от видов к видам и тем поддерживающих точку зрения Дарвина. В очередном издании книги Дарвин сослался на эти данные.

Сам доклад Траутшольда был на немецком языке, которым Дарвин владел слабо, и читать доклад не стал. А зря: в нем было не совсем то. Автор был осторожен: расположив раковины аммонитов, найденные им в юрских отложениях Подмосковья, в ряд, показавший постепенные переходы от вида к виду, он заметил, что промежуточные формы могут быть как переходными в смысле Дарвина, так и одновременно жившими вариантами, и даже гибридами. (Позже Траутшольду удалось отнести некоторые формы к различным горизонтам и тем подтвердить эволюцию, но свидетельств *вытеснения* одних другими он в этом не увидел, и, приняв идею эволюции, идею отбора отверг.) Дарвину данное сообщение осталось неизвестным, и невольно вышло то, что Фиц-Рой назвал «обрывками себе на пользу».

2-12. Дарвинизм без отбора

Казалось бы, дарвинизм без идеи отбора немыслим, но это не так. Сам Дарвин не раз заявлял, что главное для него – продемонстрировать факт постепенного преобразования вида в вид, а в 1863 году писал даже: «Мне лично естественный отбор, конечно, очень дорог, но это мне кажется совсем незначительным в сравнении с вопросом о творении или изменении». Да и «предшественники» наперебой твердили, что Дарвин их повторяет, хотя у большинства и намека не было на отбор.

До Дарвина более двухсот авторов писали об эволюции, некоторые охватывали проблему гораздо шире, чем он, а некоторые рассматривали и отбор, но услышан и признан обществом был именно Дарвин. Почему?

Прежние уверения – что Дарвин доказал свои идеи фактами, всякий может проверить сам, почитав его книгу. Фактов там много, но *касаются они изменчивости, а не отбора*. Есть параграф «Примеры действия естественного отбора», где даны «два воображаемых примера»: волки разной быстроногости и цветки разной сладости. Более реальных примеров отбора в трудах Дарвина нет, в том числе и в Длинной рукописи (содержащей, как считалось до ее опубликования в 1974 году, все недостающие аргументы). Успех дарвинизма был явно вызван чем-то другим.

К примеру, вот три зоолога школы Рулье: С.А. ***Усов***, Я.А. ***Борзенков*** и упомянутый ранее Северцов (они запечатлены вместе на фото: [*Райков*, т. 3, с. 289]). Несмотря на общего горячо любимого учителя, дарвинизм они восприняли совсем поразному. Северцов отказывал ему даже в том, что критики обычно за ним признавали – в освещении изменчивости как причины эволюции. В 1873 году он писал: «Вообще у него, Дарвина, нет прямых наблюдений над изменяемостью диких животных и ее отношениями к образованию видов; он только вскользь и в общих выражениях упоминает о спорных видах животных и растений...». Двое других, наоборот, увидали у Дарвина «доказанную вполне теорию» (Усов), так что «нет ни одного достоверного сведения, которое бы противоречило ей» (Борзенков). Дело, как видим, не в круге знаний и занятий, а в индивидуальном взгляде на мир.

Зато Северцов, получив сам данные об изменчивости, которых не нашел у Дарвина, и приведя соображения о приспособленности описанных им животных (баранов), написал удовлетворенно: «Описанный естественный подбор – не догадка». Приведя эту фразу, Райков заключил, что Северцов «вполне принял

Дарвинову теорию», и был прав – в том смысле, что сам по себе отбор подчас не занимал ни того, ни другого.

Отбор вообще мало интересовал большинство читателей. Он был неким символом, как бы формулой, которой пользуются, не интересуясь, верна ли она. Просто для победы идеи эволюции настало время, и обществу оказалось достаточно того, что известный натуралист объявил, что знает механизм этого явления. Обществу, в котором тогда быстро нарастали движения за социальное переустройство, нужна была сама эволюция, сама идея борьбы, а не факты и подробности из биологии.

Это стало выясняться уже при первых попытках перевести заглавие книги Дарвина на различные языки. Начал Бронн: в своей рецензии на «Происхождение видов» (январь 1960) он перевел *natural selection* странно – как *Wahl der Lebens-Weise*, т.е выбор образа жизни. Дарвин выразил изумление, и в апреле Бронн предложил сразу два варианта: *natïrliche Zïchtung* (естественное разведение) и *natïrliche Zuchtwahl* (примерно: естественный выбор для спаривания). Последний термин, как ни странно, и удержался в науке. Ясно, что немецкий ум увидел в основной идее Дарвина вовсе не то, что видел сам ее автор. Какой вариант ни взять, в нем нет и намека на идею вытеснения лучшим худшего за счет избыточного размножения. То же повторилось во всех ранних переводах термина на западные языки: все понимали естественный отбор как *активный выбор* (*ūlection*, а не *sūlection*, при переводе на французский и *elezione* – на итальянский; см. *Чайковский Ю.В*. Рождение дарвинизма // Теоретич. проблемы совр. биологии. Пущино, 1983, с. 99-100).

Первое русское издание (1864) использовало термин «естественный подбор родичей», что близко к Бронну. Имели тогда хождение и «естественный выбор», и «естественное разведение». (Нынешний наш «естественный отбор» предложен поздно – в 1896 г., К.А. Тимирязевым.) Это неудивительно, если вспомнить, что по тому же пути шел в молодости сам Дарвин: первым замеченным им фактором было спаривание.

Часто пишут, что в России учение Дарвина было принято очень благожелательно. Действительно, ни один ранний рецензент, кроме православных богословов, не отверг саму идею эволюции. За этим фактом, однако, скрывалось весьма сдержанное отношение к естественному отбору и почти полное неприятие мальтузианской идеи.

Первой была статья Усова «Зубр», опубликованная в январе 1859 года, т.е. до книги Дарвина. Будучи учеником Рулье, он развивал мысли учителя о вымирании и, между прочим, прекрасно описал конкуренцию самцов за самку: могучие старые самцы легко отгоняют молодых от самок, хотя сами для расплода уже непригодны, и это сильно снижает численность стада. Позже, в книге «Зубр» (1865), соглашаясь во всем с Дарвином, тем не менее он выказал понимание борьбы за существование в духе Рулье: «Как особь истрачивается в борьбе за существование и… теряет возможность реагировать… и умирает, так точно и вид вымирает, если не находит в себе довольно сил, чтобы противоборствовать влияниям внешней среды». Зубр, по его мнению, как раз и «не находит»: это выражается и в нелепой борьбе самцов, и в низкой плодовитости самок. Спасти вид может скрещивание с бизоном, не проявляющим подобных свойств. (Как показывает столетний опыт, Усов оказался прав.) Тем самым, Усов ясно отграничил естественный отбор от объективной *склонности вида к вымиранию*. Запомним это.

Заодно обратим внимание и на другое: естественный отбор не может (в отличие от искусственного) помешать тенденциям, в чем мы не раз еще убедимся.

2-13. Дарвин без Мальтуса

Другой ученик Рулье, ботаник С.А. ***Рачинский***, первый переводчик «Происхождения видов», описывая отбор в статье «Цветы и насекомые» (1863), вообще обошелся без ссылок на конкуренцию. По Рулье, эволюция начинается там, где внешние воздействия «разрывают целость образования» (мы бы сказали: нарушают связь вида с его экосистемой), и Рачинский тоже в строении каждого существа видел «и элементы, служащие для сохранения вида, и элементы, служебные прочим живым существам». Это достаточно далеко от Дарвина (с его конкурентной схемой эволюции), но Рачинский был уверен, что излагает именно его. Он продолжал: «Из многочисленного потомства всякого поколения органических существ выживает лишь малейшая доля, выживают лишь те представители, которые вполне и до последней подробности приспособлены ко всему строю внешней природы», которая поступает «как искусный заводчик, дорожащий чистотою крови в своем стаде. Она строго подбирает в каждом поколении те особи, которые она предназначает для продолжения племени: поэтому Дарвин и назвал этот процесс естественным подбором родичей (natural selection)».

Почти излишне напоминать, что это не дарвинизм. Дарвин утверждал нечто подобное в ранних очерках (п. 1-12), а в книге говорил лишь о *шансах* оставить потомство при свободном спаривании; и речь у него шла отнюдь не об отдельном поколении и не о приспособленности каждого поколения «до последней подробности», а (выражаясь нашим языком) лишь о сдвиге средних значений за много поколений. Рачинский повторял давно забытого Гердера и молодого Дарвина, чьи очерки не были тогда известны никому.

Ход мыслей, характерный для Рулье и его школы, был тогда повторен русскими авторами многократно. Мальтузианству тут места не было: элементарным актом эволюции мыслилось не вытеснение конкурента из общего местообитания, а выявление некоего смутно осознаваемого зачатка целостности, как бы зачатка подходящей экосистемы. В России надолго воцарилось умонастроение «Дарвин без Мальтуса» (см.: *D.P.Todes.* Darwin without Malthus. The struggle for existence in Russian evolutionary thought. N.Y., 1989), не вполне оставленное поныне. Оно-то и запомнилось обществу как быстрое принятие дарвинизма Россией. Реально же дело было иначе.

Первый наш переводчик Мальтуса публицист П.А. Бибиков в предисловии к переводу писал: “Все животные и растительные породы ведут двоякого рода борьбу: обусловленную конкуренцией и нисколько от нее не зависящую”, и “чем сильнее борьба между ними, не зависящая от конкуренции, тем слабее борьба, вызываемая конкуренцией” (1865 г.). Тем самым, утверждение Мальтуса он предлагал заменить на следующее: “Все животные и растительные породы стремятся к размножению до числа, допускаемого количеством пищи, но никогда не могут достигнуть его по причине других, неблагоприятных для их размножения условий”. Он привел много примеров, и среди них такой: катастрофическое размножение сусликов на юге России прекратилось не от того, что был съеден весь хлеб, а от повального их заражения глистами. И вообще, заключал Бибиков, земельные угодья обычно могут прокормить много большее население, чем фактически наблюдаемое. Через 90 лет морфо-

лог и паразитолог В.Н. Беклемишев высказал похожие мысли: по его мнению, паразиты служат важной частью биоценоза, регулирующей численности животных на приемлемых для его устойчивости уровнях, чего не может система “хищник-жертва” (*Беклемишев В.Н.* Возбудители болезней как члены биоценозов // ЗЖ, 1956, N 12).

Мальтуса пугали многодетные семьи, но Бибиков предложил простейшую процедуру – исследовать их в течение нескольких поколений. По его собственным наблюдениям получалось, что феномен многодетности наследуется не более, чем на 1-2 поколения. (На Востоке и Юге явно не так, чего Бибиков не упомянул.) Статистика на сей счет мне неизвестна, но на собственной родословной я смог убедиться в правоте Бибикова.

Увидав заголовок “Российский анти-Мальтус” (ВРАН, 2000, N 6), я подумал, что кто-то вспомнил, наконец, о Бибикове. Оказалось другое: излагалась теория, с которой выступил недавно физик и демограф С.П. Капица – что рост населения в ходе истории шел гораздо быстрее, чем полагал Мальтус, и что ограничивается рост не только пищевыми ресурсами, а всем комплексом свойств самого человечества и его связей с природой; что в настоящее время в развитых странах рост сменился тенденцией к стабилизации и что в течение XXI века численность должна стабилизироваться во всем мире на уровне около 12 млрд человек, а это вроде бы экологически приемлемо. Сам я не столь оптимистичен (см. ч. 4), но надо признать, что теперь мальтузианство сходит с арены, и мы можем, повторяю, обсуждать вопрос спокойно, чисто исторически.

На Западе из труда Мальтуса был сделан необоснованный вывод – что всякая популяция сама по себе стремится к неограниченному росту, пресекаемому лишь нехваткой ресурсов (прежде всего, пищи). В недавнем исследовании биофизика В.Л. Воейкова показано, что в природе таковой рост наблюдается только в патологических популяциях вроде раковой опухоли или нашествий саранчи (*Воейков В.Л.* Правда Дарвина и ложь дарвинизма // Человек, 1997, N 3. – Заглавие неудачно, но оно дано редактором).

Оказывается, «мальтузианская» схема безудержного размножения, ограниченного только борьбой за внешний ресурс, точно описывает не эволюцию, а редкие патологии вроде нашествия саранчи, кончающиеся гибелью популяции, подверженной «мальтузианской» страсти. В остальной эволюции, как и в онтогенезе, всякий рост численности (молекул, клеток, организмов) строго подчинен той системе, частью которой объект является. Обилие семян и спермиев обычно, а *обилие потомков, друг с другом конкурирующих – редкость*. Все виды, не только животные, но и растительные и даже бактериальные, обладают эффективными средствами регулирования своего размножения, ослабляющими и даже сводящими на нет конкуренцию внутри вида. Все нормальные популяции, начиная с молекулярного уровня, обладают жесткими механизмами регуляции своей численности, а все «мальтузианские» быстро гибнут.

Не следует думать, что саморегуляция численности – приобретение высших форм жизни. Нет, к ней способны даже бактерии, вырабатывающие для этого целое семейство особых веществ. Это *бактериоцины* – короткие пептидные цепочки (20-70 аминокислот), синтезируемые специально для подавления численности, своей и чужой (*Котельникова Е.А., Гельфанд М.С.* Выработка бактериоцинов... // ЭГ, 758).

Глава 3. Наследие Дарвина

3-1. Две истории науки

С появлением дарвинизма идея эволюции стала респектабельной и, главное, преподаваемой. На языке методологов данный факт именуют так: эволюционизм был до Дарвина лишь феноменом *когнитивной* (от лат. *cognitio* – познание) т.е. познавательной истории науки, а теперь стал еще и феноменом *социальной* ее истории. До Дарвина эволюция была делом отдельных ученых, а теперь стала делом общества, если угодно – лицом эпохи. Переплетение двух историй и породило дарвинизм. О роли обеих историй в эволюционизме XX века см. [*Колчинский,* с. 29-38].

Социальная история науки часто отстает от когнитивной на 100-200 лет – ведь наука в целом куда консервативнее, чем мы думаем. Она гораздо ближе к обществу, которому она служит, чем к своим передовым личностям. Более того, наука склонна запоминать в качестве первопроходцев отнюдь не героев когнитивной, а деятелей социальной ее истории (т.е. не тех, кто сказал нечто совсем новое, а тех, кто был впервые услышан обществом). Таким деятелем и стал, помимо своей воли, Дарвин.

Как мы знаем из предыдущего, все основные идеи Дарвина высказаны до него; более того, предлагались более широкие, чем у него, обобщающие картины эволюции. Дарвин оказался в ряду основателей лишь в чисто социальном аспекте (не сказав ничего по-существу нового, первый сумел быть услышанным всеми), а Нэгели, наоборот – в чисто когнитивном: первую цельную теорию эволюции мы видим у него, и она всеми забыта.

Все лавры достались одному Дарвину. хотя всерьез у него рассмотрен один-единственный вопрос – о внутривидовой изменчивости, после чего высказана *гипотеза* о происхождении рас (разновидностей) путем накопления мелких изменений. Об остальной эволюции сказано гораздо меньше, чем у предшественников, причем отдельные высказывания не всегда увязаны, а описания реальной эволюции нету вовсе. Если бы Чемберс и Бронн не описали до Дарвина конкретный ход эволюции, то его отвлеченные рассуждения о “проблеме вида” никак не смогли бы восприниматься учеными в качестве базы эволюционизма.

Проблема не в приоритете, а в сути дела: всё, что не вошло в дарвинизм из прежнего эволюционизма, оказалось забыто. Как мы видели, до Дарвина существовали целые эволюционные школы, например, германская, и сказали они об эволюции гораздо больше, чем Дарвин, но для дальнейшей науки почти всё это пропало. Восстановить историю эволюционизма – значит, восстановить путь к пониманию самой эволюции.

Но о какой именно истории должна идти речь – о когнитивной или о социальной? Конечно об обеих. Но их не надо путать: не научившись отделять когнитивное от социального, мы не поймем в дарвинизме ничего.

Вот пример. Мнение самого Дарвина мало кого интересует: почти все пишут «Дарвин в 1859 г. сказал…», а затем цитируют шестое издание (1872), хотя это разные книги с очень разными выводами. Сам Дарвин, после первого опьянения всеобщим признанием, стал оценивать свою доктрину невысоко и затем просто отошел от нее. Данный факт тщательно скрывается. С когнитивной позиции и эта фальсификация истории науки, и это равнодушие читателей удивительны, но для социальной истории науки тут всё обычно – учение живет само по себе, вне связи с идеями ее основателя. Наоборот, облик самого основателя преображается

в соответствии с требованиями учения. Тем более понятно это в отношении дарвинизма, сразу же ставшего аргументом в политических спорах. Основатель должен быть мудр и всеведущ, и Дарвин стал им (см. п. 1-1), хотя почти не бывал в библиотеках и даже свою личную знал плохо, а к теориям вкуса не имел.

Излагаемые ниже итоги истории дарвинизма, основанные на исследованиях, проведенных историками в последние 45 лет, исходят из такого разграничения. Только поняв, чем был и чем стал дарвинизм, мы сможем перейти к новой теории биологической эволюции.

3-2. Поздний Дарвин

После появления «Происхождения видов» Дарвин жил и активно работал еще 22 года, причем создал основную часть им написанного. Понять, какие его труды естественно отнести к поздним, нетрудно. Достаточно вникнуть в список изданий «Происхождения», и грань легко видна: за 1859-1862 годы вышло 6 оригинальных (т.е. содержавших уникальную авторскую правку) изданий – в Англии, США, Гемании и Франции; потом 4 года их не было вовсе, после чего вышло еще 3 оригинальных издания, все в Лондоне (1866, 1869, 1872). Перерыв и породил позднего Дарвина: вместо отдельных переделок, спешно вставляемых в каждое ближайшее издание, он стал не торопясь превращать книгу, прежде заявленную как «извлечение» (то ли из «Длинной рукописи», то ли из будущего трактата), в основной труд жизни.

Видимо, именно тогда он понял, что обещанный им обоснованный труд по эволюции написан не будет. Длинная рукопись осталась в том виде, как ее бросил автор в злополучном июне 1858 года. Когда она была наконец в 1974 году опубликована, ученых ждало разочарование: это оказалось вовсе не то всеобъемлюще обоснованное исследование, на какое дарвинисты сто лет ссылались как на реальность, а, как бы *нулевое издание* “Происхождения видов”, более многословное и содержащее ссылки на литературу, но не содержащее ни одной ссылки на недостающие (и обещанные!) факты.

Что же произошло с Дарвином за четыре года? В 1862 году он ознакомился, наконец, с той трактовкой прогресса, какую дал Бронн (см. п. 2-10), с почтением отозвался о ней в своей книге об орхидеях, но в «Происхождении» не сказал на эту тему, казалось бы, ничего. Надо очень внимательно сравнить тексты разных изданий «Происхождения» и выяснить по письмам обстановку во время их подготовки, чтобы понять, насколько слабым считал теперь Дарвин свое понимание прогресса и насколько Бронн повлиял на него.

В 1-м издании Дарвин уверенно заявлял: «по моей теории, более недавние формы должны быть организованы выше, чем более древние; ведь новый вид образован за счет наличия некоего преимущества в борьбе за жизнь. Если бы в примерно сходных климатах эоценовые обитатели какой-то части мира вступили в соревнование с нынешними, то эоценовая фауна или флора непременно была бы побеждена и истреблена; так же и мезозойская – эоценовой, а палеозойская – мезозойской. Я не сомневаюсь в этом процессе усовершенствования... но я не знаю способа проверить этот вид прогресса».

Однако через полгода, в американском и немецком изданиях, последняя фраза данной цитаты заменена на совсем иную концовку: «Так ли на самом деле? Значительное большинство палеонтологов ответило бы утвердительно; но по своему слабому (imperfect) суждению я могу… согласиться с этим лишь в

некоторой ограниченной мере. Тем не менее, можно предположить, что будущие геологические исследования представят более веские доказательства». Вскоре «значительное большинство палеонтологов» решительно воспротивилось такой трактовке, и абзац снова пришлось менять. Дарвину осталось опереться на себя самого, и слово *imperfect* исчезло; а после ознакомления с прогрессом по Бронну исчезла вся концовка. Вместо нее в издании 1866 года читаем: «Я не могу, после прочтения обсуждения этого вопроса Лайелем, Бронном и Гукером, рассматривать данное заключение как вполне доказанное, хотя и считаю его высоко вероятным».

Разумеется, никакие будущие исследования не дадут нам информации о том, как соревновались бы животные прошлого с нынешними, и Дарвин был прав, изъяв фразу о будущих доказательствах. Рассуждение о соревновании – плод воображения и сделанный из воображаемого наблюдения вывод – обычная логическая ошибка, именуемая в учебниках логики как petitio principii (*подмена основания*): утверждение, которое надо доказать, само принято в ходе доказательства как исходное. Критики не раз ему на такие ошибки указывали, а Дарвин отвечал обычно не изменением по сути, но лишь смягчением формулировок. Критиков это не устраивало, и порой Дарвин просто возвращался к раннему тексту. Так и в вопросе о прогрессе: в последнем издании ссылки на возражения Лайеля, Бронна и Гукера нет, зато вновь видим: «Значительное большинство палеонтологов ответило бы утвердительно; и видимо этот ответ надо признать верным, хотя и трудно это доказать» (гл. 11, п. «О степени развития древних форм»).

В данной книге аргументации так и не появилось, но быть может она есть где-то еще? К сожалению, суждение о прогрессе мы находим у Дарвина еще лишь в одной статье (1863 г.), где конкретных аргументов тоже нет, зато видно, что он потерял интерес к проблеме: «Мы так мало знаем об условиях жизни вокруг нас, что не можем сказать, почему данный сорняк или род насекомых многочисленны, а другие, тесно связанные,… редки. Разве можно при этом понять, почему одна форма поднималась по жизненной лестнице, в течение долгого времени, а другая опускалась?» Как видим, понять прогрессивную эволюцию он даже не пытался. А в 1866 году получил поддержку столь мощную, что писать об эволюции в широком смысле ему, вроде бы, уже и не надо было. Речь идет о деятельности Геккеля в Германии (см. далее, п. 8). Вот Дарвин и предпочел ограничиться тем, что уже получилось – анализом изменчивости.

В 1868 году вышла в свет самая толстая его книга – двухтомные «Изменения животных и растений при одомашнении». Она обстоятельно, с научным аппаратом (рисунки, таблицы и ссылки на литературу) разбирала тему первой главы «Происхождения» и выглядела как начало обещанного Дарвином трактата. Ожидание его было столь велико, что первый русский перевод “Изменений” так и был назван: «Происхождение видов. Отдел I».

Книга имела большое значение для селекционеров, однако собственно к эволюции добавила мало. Как впоследствии писал сын Дарвина, Френсис, «Она не избегла враждебной критики: так, например, говорили, что публика терпеливо ждала *pieces justificatives* (франц.; здесь: решительных аргументов – *Ю. Ч.*) г. Дарвина, а по восьми лет всё, что получилось, свелось к целой куче подробностей…». Увы, критики были правы.

Зато именно в «Изменениях» Дарвин обнародовал свою «временную гипотезу пангенеза», а мы, россияне, лучше всех знаем, что нет ничего постояннее, чем временное. *Пангенезом* (т.е., по гречески, всеобщим порождением) он назвал тот античный принцип, о котором мы говорили в главе 1: каждая часть тела посылает свою частицу в орган размножения, где частицы вместе и образуют «семенную жидкость». Этот принцип вводили многие, в том числе Хэйл, Мопертюи, Бюффон и Э. Дарвин, но лишь внук последнего дал название самому принципу, а заодно и частицам (назвав их *геммулами*). Гипотеза понадобилась Ч.Дарвину для ответа на множество каверзных вопросов (например: почему одно и то же растение можно получить и от семени, и от почки, и от корневой отводки?), но он сам стеснялся ее, и современники дружно ее отвергли. Причем ни одна сторона не знала, что повторяет аргументы тысячелетней давности.

Однако как раз эта гипотеза может пережить всё, Дарвином написанное, и недаром физиолог-ламаркист И.А. Аршавский любил говорить, что одного “Пангенеза” достаточно, чтобы увековечить имя Дарвина. Мало того, что в споре с идеей пангенеза родилась генетика (см. далее, п. 12), но для высших животных ее через сто лет отчасти подтвердили эмбриологи и иммунологи. Об этом поговорим в главе 5.

Остальных глав «Происхождения видов» Дарвин подобным образом развивать не стал, зато выпустил в 1871 году толстую книгу «Происхождение человека и половой отбор». Во Введении Дарвин пояснил свой замысел: поскольку идея естественного происхождения видов (но не естественного отбора) уже победила идею независимых творений, однако еще ни разу всерьез не рассмотрена для какого-либо вида, то настало время приложить эту идею к конкретному виду, в качестве которого автор избрал человека.

Это была правда, но не вся правда и даже не главная ее часть. Главная же правда, по-моему, состояла в том, что общество ждало от Дарвина именно теории происхождения человека, а ее, даже при самом либеральном отношении к логике, из идеи естественного отбора вывести не удавалось (см. п. 3). О человеке в «Происхождении видов» практически речи не было, и вот Дарвин наконец-то решился прямо высказаться относительно «обезьяньей родословной» человека. Сама по себе эволюция сразу отошла на второй план – по крайней мере для простого читателя.

А главная книга Дарвина как была, так и осталась «извлечением». Правда, ее последнее издание было на треть толще первого, однако новых свидетельств эволюции появилось здесь очень мало, и к процедуре естественного отбора они не относились. Основной пафос новых страниц и фраз был прост: возражения автора на возражения оппонентов – именно то, чего Дарвин так долго избегал. «Происхождение видов» как было, так и осталось образцом научной публицистики.

Как уже говорилось в п. 2-12, все ранние переводчики и большинство ранних критиков понимали *естественный отбор* как активный сознательный выбор. В ответ Дарвин в 1861 году вписал в начало главы «Естественный отбор» разъяснение: «В буквальном смысле слова естественный отбор – неправильное название (misnomer)», а в 1869 году усилил мысль: «…естественный отбор – ложный (false) термин». Если так, то ***надо было предложить другой термин***, правильный, который не вводил бы читателя в заблуждение, но Дарвин ограничился напоминанием, что и в других науках не все термины удачны.

Видимо, дело было в неясности Дарвину самого описываемого явления, и заменой терминов помочь делу было нельзя. Последние 10 лет жизни Дарвин

почти не касался до своего детища, о чем и писал откровенно Уоллесу: «Я взялся за прежнюю работу по ботанике, а все теории забросил». Эволюционисты, для которых он был духовным отцом, обращались к нему с вопросами, но он отвечал неохотно, скупо и не по сути.

Не написан обещанный Дарвином доказательный трактат никем и поныне. Обычно книги по теории дарвинизма построены примерно по образцу "Происхождения видов": много говорится об изменчивости окраски и прочих *акциденций* (побочных признаков, не затрагивающих суть строения и работы организма), гораздо меньше о конкуренции[7], совсем мало о ходе эволюции (он излагается скороговоркой, без связи с остальным текстом), почти ничего об изменчивости существенных свойств и ничего о сущности отбора.

То есть, разумеется, отбор много раз упоминается, повторяются воображаемые примеры, и для этих примеров пишутся уравнения. Реальных примеров *постепенного* преобразования под действием избирательной размножаемости нет ни одного. Вместо них приводятся единичные примеры либо постепенной эволюции без всякого анализа отбора, либо *мгновенного* (в одну мутацию) полезного приобретения. Дарвин знал такие примеры (их тогда именовали *спортами*) и справедливо, с позиции теории естественного отбора, отрицал их роль в эволюции: ведь всякий спорт свидетельствует о наличии какого-то закона изменчивости, который, тем самым, и творит эволюцию. Спорты ничего не добавляли к теории Дарвина, они ее заменяли.

3-3. Зачем половой отбор? И есть ли он в природе?

Половым отбором в дарвинизме именуется преимущественное размножение самцов с теми качествами, которые позволяют победить в борьбе за самку. Тема появилась еще в первом издании "Происхождения видов" и тогда уже вызвала упрек Бронна. У Дарвина говорилось, что уродливые отростки у некоторых голубиных и куриных нельзя объяснить обычным отбором, так как их "мы не можем считать ни полезными в борьбе, ни привлекательными для самок". Это место Бронн комментировал (на с. 95 своего перевода "Происхождения") иронически: "Но как можем ***мы*** судить, что у жениха привлекательно в глазах курицы или горлицы!" Дарвин ответил, как обычно – изъял сам пример, но ничего не изменил в теории. Наоборот, положил ее в основу учения о происхождении человека (1871).

Бронна давно не было в живых, но наиболее въедливый критик, немецкий ботаник Альберт Виганд, заявил, что сама идея полового отбора доводит всю теорию Дарвина до смешного: "Если бы целью было показать, до чего смешна теория отбора, то это нельзя было бы сделать удачнее, чем при помощи тех доведенных до крайности абсурдов, которые Дарвин, не щадя себя, производит на свет половым отбором". И тут же пояснил, что надо бы не только собирать "богатый материал для теории любви", но и посвятить "некоторые размышления самой теории" (*Wigand A*. Der Darwinismus und die Naturforschung Newtons und Cuviers. Bd 1. Braunschweig, 1874, S. 180).

В самом деле, и название, и замысел книги Дарвина «Происхождение человека и половой отбор» удивительны: почему столь фундаментальный акт, как происхождение человека, поставлен вровень с такой частностью, как половой отбор? Попробуем понять.

---

7 Это понятие, основное у Дарвина, почти не исследовано им и выпало из нынешнего дарвинизма, оставив после себя лишь "принцип конкурентного исключения Гаузе", гласящий, что два экологически идентичных вида не могут сосуществовать. "Принцип" широко используется, но не подтвержден ничем. Исследования показали, что в природе он места не имеет [*Гиляров*].

Как уже сказано, происхождение человека не удалось объяснить идеей обычного отбора. Точнее, можно было говорить о преобразовании скелета и тому подобном, но как быть с мышлением? Никто не брался объяснить, как за счет конкуренции диких предков человека образовались такие его качества, как, например, способность породить математику. Даже Уоллес, соавтор дарвинизма, отказался признать происхождение интеллекта “по Дарвину”, мотивируя отказ тем, что жители джунглей, по его наблюдениям, не глупее “среднего члена наших ученых обществ”. Тут Дарвин и решил в помощь естественному отбору – добавить половой отбор. Поскольку это его воззрение часто упрощается, сводится к тезису “Дуры отобрали умников”, приведу его собственные слова.

Исходным у Дарвина было античное убеждение, что мужчина умнее женщины: «Главное различие в умственных способностях обоих полов проявляется в том, что мужчина во всем, за что берется, достигает совершенства, недостижимого для женщины». Правда, у женщин тоньше интуиция, но женская интуиция была для эволюции разума, по Дарвину, лишь ранней ступенью: «у женщин способность интуиции, быстрое восприятие и, может быть, даже подражание выражены резче, чем у мужчин, но, по крайней мере, некоторые из этих свойств характеризуют низшие расы, а следовательно – прошлое или низшее состояние цивилизации». Опять – подмена основания рассуждения.

Как видим, происхождение такого чуда, как интуиция, не привлекло Дарвина вовсе, и он продолжал строить схему эволюции ума попросту: «Но для того, чтобы избегать неприятелей или успешно нападать на них, для того, чтобы ловить диких животных, выделывать оружие, необходима помощь высших умственных способностей…»

Вот в чем загвоздка: ум для Дарвина – всего лишь еще один инструмент в борьбе за пищу, потому и интуиция вроде бы неинтересна. (Здесь Уоллес был глубже, он недоумевал, как такая борьба могла породить математические способности или мораль.) Далее у Дарвина: «Эти же способности, равно как и предыдущие, развились у мужчины частью путем полового отбора, т.е. путем борьбы между соперничающими мужчинами, частью – путем естественного отбора, т.е. успеха в общей борьбе за жизнь. А так как в обоих случаях борьба происходила в зрелом возрасте, то приобретенные этим путем особенности должны были передаваться мужским потомкам полнее, чем женским». Это поразительное суждение дано без каких-либо фактических аргументов, зато есть пояснение: существует «стремление признаков, приобретенных в позднюю пору жизни тем или другим полом, передаваться тому же полу в соответствующем возрасте» (*Ч. Дарвин.* Соч., т. 5, М.-Л., 1953, с. 608-610). Вот, по сути, и вся теория.

Увы, «передачи в позднюю пору» никто, кроме позднего Дарвина, не обнаружил. Его не поддержал никто, даже Уоллес. Но и другой теории никто не предложил. Можно только удивляться, что дарвинисты продолжают ссылаться на Дарвина как на автора теории происхождения человека. **См. Доп.**

Что касается объяснения каким-либо отбором происхождения человека, то Томас Гексли, ближайший друг Дарвина, в молодости пустивший в оборот само слово «дарвинизм», сказал в старости: «Единственное, что смягчает мой пессимизм, свидетельствуя о благости Творца мира, – это моя способность наслаждаться театром и музыкой. Не вижу, чем она могла быть полезна в борьбе за существование». Веком позже А.А. Любищев объяснил суть дела так: «…дарвинизм не может обой-

тись без признания принципов, которые он обычно громогласно отвергает", и "теория полового отбора … вводит настоящий, хотя и бессознательный, целеполагающий фактор, притом действующий в одном направлении в течение многих поколений» [*Любищев*, 1982, с. 157]. Он имел в виду, что идея отбора свойств самцов самками предполагает способность самок из поколения в поколение выбирать самца посредством одного и того же критерия. А это ниоткуда не следует. **См. Доп.**

Данный пункт понимается с трудом, поэтому поясню: в отличие от естественного отбора, который все признают хотя бы в той форме, что неспособное жить не живет, половой отбор не очевиден ни в какой форме. ***Из того явного факта, что самцы некоторых видов бьют друг друга, а некоторые самки предпочитают некоторых самцов, еще не следует, что в итоге вид изменяется***. Как это можно узнать?

Еще Усов (п. 2-12) отмечал, что борьба самцов за самку может мешать выживаемости вида. Орнитолог Е.Н. Панов, ведущий специалист по *этологии* (поведению животных), подробно описывает бои самцов токующих птиц и даже признаёт, что самка производит активный выбор самца для спаривания, но не видит в акте победы материала для эволюции. В самом деле, самка выбирает вовсе не драчуна, а того, кто избегал драки; это почти всегда "ветеран тока", так что шанс на оставление потомства имеет самец, из года в год тихо идущий к статусу ветерана. А основная масса самцов лишь организует социальную структуру популяции [*Панов*, с. 222-234].

То же видно на двух самых ясных примерах самцовой конкуренции: спермиев животных за оплодотворение яйцеклетки и самонесовместимости пыльцы у растений с перекрестным опылением. Оба – примеры полового отбора ("скрытый женский выбор" – *Skogsmyr I., Lankinen E.* Sexual selection: an evolutionary force in plants? // BR, 2002, N 4, p. 556), но в обоих акт оплодотворения никак не связан с качеством "победившей" гаметы.

Если естественный отбор хотя бы пытались обнаружить и даже измерить, то половой отбор был и остался уловкой для словесного наполнения теоретических пустот. Недавно появилось (видимо, в связи с публикациями о роли иммунитета в эволюции) еще одно смелое толкование: самки сверчков, слушая пение самцов, выбирают тех, кто не заражен паразитами (*Rantala M.J., Kortet R.* // BJ, 2003, v. 79, N 3). "Доказательством" всегда служат примеры избирательного поведения (например, выбора самца самкой), но никогда даже не ставится вопрос: как проверить, приводят ли такие акты к наследственным изменениям?

В обзоре: *Bonduriansky R.* The evolution of male mate choice in insects: a synthesis of ideas and evidence // BR, 2001, N 3 — приведено 58 видов насекомых, где самцы явно или вероятно предпочитают самок с определенными чертами. К чести автора, он сам признал, что есть противоположные примеры и что выводов сделать нельзя. Панов, наоборот, напоминает: победители "полового отбора" ничем не отличаются от побежденых, кроме, разве лишь возраста и "стажа" на току, причем токует всего 1% видов птиц (и еще меньшая часть иных животных), причем не видно связи феномена токования со спецификой вида.

Мы вернемся к половому отбору при анализе разнообразия в главе 6.

К приведенным словам Любищева могу добавить (что он и сам делал не раз): если признак вреден (например огромные рога оленя), то самки, выбирающие таких самцов, будут уничтожены обычным отбором. Мысленное выключение этого отбора и означает признание направляющего фактора. Он служит как бы *буксиром*, движущим корабль дарвинской эволюции там, где его парусов не может наполнить

ветер внешней среды. Посмотрим, кто как вводил направляющий принцип, причем начнем с критика, чью правоту признал (это бывало редко) сам Дарвин.

3-4. «Кошмар Дженкина»

Статья английского инженера Флеминга Дженкина появилась в июньской книжке журнала «North British Review» за 1867 год под заголовком, столь же скромным, сколь и вызывающим: «Происхождение видов». Автор вообще не страдал недостатком самоуверенности: о чем он только не писал – об архитектуре, о санитарии, о финансах, и нужно признать, что ему часто удавалось схватить суть проблемы. То, что предпринял Дженкин, можно назвать первой успешной попыткой логического анализа дарвинизма.

Не будем, писал Дженкин, обращать внимание на недостатки фактического обоснования идеи естественного отбора; допустим, что все примеры, которые приводит или предполагает Дарвин, правильны, и проследим, что из них следует. Может ли естественный отбор выбирать новые качества и скрещивать разновидности так же, как это делает селекционер? Да и сами возможности человека увеличивать различия между породами – разве безграничны? По Дарвину, естественный отбор отличается от искусственного только тем, что действует медленнее; но почему же надо считать, что естественный отбор может сделать то, чего селекционеру никогда не удавалось достичь? Если, скажем, за шестьдесят лет можно вывести новую породу голубя, то разве из этого следует, что за какое-нибудь время из голубя можно вывести дрозда? (А тем более, добавлю от себя, вывести птицу из пресмыкающегося.)

Только дикарь, продолжал Дженкин, глядя, как ядро вылетает из пушки, может решить, что в конце концов оно долетит до звезд. И скорость ядра, и размах наследственных вариаций стремительно убывают по мере удаления от исходной точки. Поэтому нет никаких оснований ожидать, что подходящие изменения будут накапливаться.

Дженкин отнюдь не первый писал про это и был отнюдь не самым язвительным. Так, еще в 1860 году епископ Сэмюэл Вильберфорс, самый тогда известный критик Дарвина, вопрошал : «Допустимо ли считать, что удачные вариации репы стремятся стать людьми?» Но сарказм лишь мешает понимать суть делаю.

Главный пункт у Дженкина – *поглощающее влияние скрещивания*. Предположим, что появился вариант, более удачный, чем существующие нормальные организмы данного вида. Спрашивается: с кем ему скрещиваться? Если вокруг имеются лишь нормальные особи, то шансов передать полезное новшество нет: уже через несколько поколений оно будет «засосано болотом» обычных организмов. Следовательно, никакая уникальная вариация (ни один спорт) не может иметь значения для эволюции. Существенны только массовые отклонения индивидов от нормы. А они, эти массовые отклонения, как уже говорилось, никогда не выводят новую разновидность за рамки существующего вида.

Остается предположить одно из двух: либо новая вариация не должна теряться при скрещиваниях, либо она должна возникнуть сразу у значительного процента особей. Однако, заметил Дженкин, обе гипотезы отрицают суть дарвинского учения. Первая противоречит наследственности, какой она выглядит в природе и как ее описывает сам Дарвин; вторая же, если ее допустить, приводит к порочному кругу: чтобы распространиться, новая вариация уже должна быть достаточно распространенной.

Таково было содержание первой половины статьи Дженкина. Во второй половине он, среди прочего, развил интересную мысль, что трудности различения видов еще не являются доказательством их происхождения от общего предка. (Дженкин фактически призывал не путать феноменов эволюции с феноменами нынешнего разнообразия, а также не путать сущности с акциденцией – см. конец п. 1-6.)

В своих возражениях Дженкин не был первым, но он был первым, кто сумел связать их воедино и привлечь внимание Дарвина. «...Он может выдумать,- читал Дарвин о самом себе,- вереницы предков, чье существование ничем не доказано; он выставит против них армию воображаемых врагов,.. и растянуть прошлое до бесконечности ему тоже ничего не стоит; при таких способностях можно изобрести какие угодно организмы, сослаться на любые обстоятельства и с их помощью обойти любые затруднения».

Добродушный Дарвин отметил на полях: «Хорошая насмешка» – и продолжал чтение: «Чувствуя трудность иметь дело с противником со столь обширной фантазией... доверимся таким аргументам, которые он по крайней мере не сможет разбить простыми усилиями воображения». И дальше следовало то, что нам уже известно: отбор мог бы быть эффективным лишь при условии, если какое-то уклонение, и притом значительное, возникнет сразу у большого числа особей; но в действительности такие отклонения редки и, значит, неизбежно будут поглощены «болотом» нормальных особей.

Перечитав это место, Дарвин представил себе конкретный пример – так ему было легче рассуждать. Пусть у какой-нибудь невинной птички вылупился птенец с кривым хищным клювом, которым удобно рвать мясо; ведь ему, этому птенцу, когда он вырастет, придется искать себе подругу среди птиц с прямыми клювами, так что у детей клюв будет уже не такой кривой, у внука – еще прямее. В конце концов – и очень скоро – новое приобретение исчезнет. И Дарвин написал другу: «Доводы Дженкина меня убедили». В истории дарвинизма наступил критический момент.

Дарвин признал, что спорты не должны играть роли в образовании новых видов, и по этому поводу в очередном (пятом) издании «Происхождения видов» появился новый абзац. Теперь Дарвин был вынужден принять в качестве основы для своей теории массовые вариации особей, а следовательно, и признать их общеизвестные свойства: они разнородны, хаотичны, незначительны (не являются готовыми приспособлениями), не очень-то стойко закрепляются в потомстве, а главное, изменения происходят не одновременно. Следовательно, надо допустить существование каких-то механизмов (внешних или внутренних), синхронизирующих иэменчивость и закрепляющих удачные приобретения у потомков (используя нашу прежнюю аналогию – надо прицепить *буксир*). Эти механизмы автор «Происхождения», скрепя сердце, заимствовал иэ несимпатичной ему теории Ламарка: влияние климата, упражнения органов и т. д. Катастрофический крен дарвинского судна удалось на время выправить, но какою ценой! Вместо желанного механистического курса корабль эволюционной теории поплыл в бермудский треугольник непонятных законов наследования.

3-5. Законы наследования. Дарвинизм по Уоллесу

Вскоре оказалось, что Уоллес предложил, к посрамлению Дженкина, рассуждение, которое разбивало противника именно «простыми усилиями воображения». Он заявил, что любая вариация «представляет собою или увеличение или уменьше-

ние органа, или его усиление, или ослабление; поэтому все изменения могут быть разделены на две группы: усиливающие и ослабляющие деятельность животного, иначе говоря, полезные и вредные». Дальше все получалось просто: если полезных уклонений в среднем около половины, то всегда найдется, что отбирать.

Здесь Уоллес совершал очередную подмену основания, т.е. исходил из посылки, которая сама по себе нуждалась в доказательстве: что от всякой нормы регулярно возникает отклонение в нужную для приспособления сторону и сразу же помогает организму выжить. (Добавлю: как тут не вспомнить анекдотический вопрос – почему за переполненным автобусом часто следует пустой? Ответ: потому что вероятность попасть в пустой автобус равна нулю – по определению. Логика та же.)

Легко заметить, что в рассуждениях Уоллеса речь шла не обо «всех изменениях», а лишь об изменении каких-то пропорций; его вариант дарвинизма не годился для объяснения, откуда берутся новые качества. Как видим, Уоллес предпочел выбросить за борт почти весь груз, лишь бы не менять курс корабля. Что и говорить, легкость мысли досадная, но не надо думать, что соавтор дарвинизма был так уж прост. Это вскоре и выяснилось.

Шторм не утих, и скоро корабль дарвинизма опять оказался на грани крушения. В ноябре 1870 году еженедельник «Nature» поместил письмо ботаника Альфреда Беннета под названием «Теория естественного отбора с математической точки зрения». Математики в этом письме было не больше, чем у Дженкина: несколько арифметических действий. Но если Дженкин перемножал дроби, чтобы показать, как быстро «засасывается» уникальный признак, то Беннета интересовал другой вопрос. Вряд ли отдельная вариация, рассуждал он, принесет пользу организму, особенно если речь идет о возникновении нового органа или необычной функции. Допустим, что для получения полезного качества требуется 10 последовательных стадий, причем на каждой стадии признак может изменяться по крайней мере двадцатью способами; в таком случае для обнаружения полезного качества потребуется перебрать не менее 10 триллионов особей. (Для примера Беннет рассматривал подражание одной бабочки другой по рисунку крыльев, причем считал, что его оценки даже занижены.) Пусть, продолжал он, численность популяции не превышает миллиона особей. Тогда для образования нового качества понадобится по меньшей мере 10 миллионов поколений, и в течение всего этого времени отбор не сможет быть полезным. Вывод? Полная неэффективность отбора как фактора эволюции.

Неизвестно, читал ли Беннет Дженкина (критики дарвинизма всегда плохо читали друг друга и еще хуже цитировали), но в принципе речь шла о близких темах (и само возражение Беннета уже было высказано вскользь Дженкином). Дарвин, как обычно, не удостоил нового оппонента прямым ответом, зато Альфред Беннет и Альфред Уоллес яростно сцепились на страницах «Nature». Уоллес заявил:

«Каждое преуспевающее поколение под влиянием наследственности получает все большее преимущество. так что шанс воспроизвести нужную вариацию будет все выше».

На это Беннет резонно возразил, что Уоллес противоречит своей собственной теории: выходит, что преимущество (рост вероятности дать потомство) может проявляться вне всякой связи с отбором! Тем самым в теорию вводится какой-то новый фактор – наследственность (который, добавлю, и служит «буксиром»). При чем же здесь отбор?

Как ни странно. Уоллес торжественно согласился с этой трактовкой: да, новый фактор есть *принцип наследственности* (principle of heredity), дарвинизм не может его игнорировать, и Беннет может-де не утруждать себя «математической демонстрацией». Диспут продолжался, но главное было уже сказано: эволюционная теория не смогла обойтись без признания определенной направленности наследственных вариаций.

Уоллес не сказал, а возможно и сам не заметил, что ввел в дарвинизм новый фундаментальный принцип. Хотя Дарвин писал о наследственности много разного и противоречивого, но никакого «principle of heredity» у него нет. Во всех английских изданиях «Происхождения видов» фигурирует "principle of inheritance", т.е. *принцип наследования* – этим термином Дарвин обозначал сходство потомков с предками (в том числе и НПС), но никак не усиление свойств помимо отбора. Таковое усиление позже (1889 г.) ввел его двоюродный брат, антрополог и статистик Френсис Гальтон – он сформулировал "law of ancestral heredity" (*закон предковой наследственности*), который, в частности, гласил о «соединении свойств предков в детях»: если оба родителя уклоняются от нормы в одну сторону, то потомство уклоняется сильнее, чем каждый родитель. Этот «закон» хорошо известен селекционерам.

Но много ли он дает эволюции? Ведь главное – понять, как свойство возникает в зачатке и существует до того, как станет полезным, а не как оно, почему-то оказавшись сразу у обоих родителей, усиливается. На это четко указал еще один критик Дарвина, зоолог Сент-Джордж Майварт. Он повторил возражение Беннета и заметил в виде примера: «Низшие позвоночные совершенно лишены ног... Каким образом можно объяснить сохранение и развитие первых зачатков конечностей, если эти зачатки... были лишены функций»? Дарвин уделил Майварту в последней редакции «Происхождения видов» основную часть главы 7, но ответа по-существу так и не дал. И если бы не стычка двух Альфредов, мы не видели бы сейчас так отчетливо тот новый подводный камень, на который наскочил дарвинский корабль: кроме неопределенных вариаций, отбора и наследственности, нужен еще один фактор – организатор начальных стадий. Сойти с этого камня можно было опять-таки лишь с помощью "буксира" – нового теоретического принципа.

3-6. Принцип смены функций. Дарвинизм по Дорну

Дарвин был лучшим в мире знатоком усоногих раков, но в обоснование своего учения об отборе на них не сослался. Хорошо обследованный материал поддавался трактовке хуже, чем воображаемые олени, убегающие от воображаемых волков. И едва дарвинисты взялись за усоногих, выводы пошли удивляющие.

В 1867 году молодой немецкий зоолог Антон Дорн, восторженный почитатель Бэра и приверженец Дарвина, захотел примирить учения обоих. Его удивили те усоногие, которые, паразитируя на акулах, потеряли весь животный облик, обратившись в сосущие мешки с половыми железами; а в то же время их личинки вполне развиты и подвижны, что и позволяет отнести паразитов к усоногим. У Дарвина он нашел подробнейшее их описание, но не объяснение столь странной эволюции. Понятно, что паразитам почти все ненужно, но ведь они не конкурируют друг с другом за отсутствие органа, так чем же направлялось столь радикальное упрощение? Дорн задумался: что

вообще движет усложнением и упрощением животных? Он предположил, что это – образ жизни, а тот был для низших почти не изучен.

Дорн решил построить зоологическую станцию. Буквально выцарапав деньги у богатого отца (тот и без того финансировал множество научных затей), он купил в Неаполе участок в приморском парке и почти построил ее, но денег нехватило, чиновники, мягко говоря, не помогали, и Дорн воззвал к светилам науки о помощи. Столь разные люди, как Лайель, Дарвин и Бэр, обратились к правительствам, сами собрали какие-то деньги, и вот в 1874 году станция была открыта. Вскоре она стала всемирно известной, и именно там получены были многие важнейшие данные для эволюционных идей конца XIX века.

Вернувшись к научной работе в 1875 году, Дорн прочел Майварта, не был удовлетворен ответами Дарвина и предложил собственный ответ: новый орган развивается не из «зачатка», поначалу всегда бесполезного, а из иного органа, ранее нёсшего иную функцию (для ползания могли первоначально служить плавники и т.п.) Здесь первичным актом эволюции был признан акт смены поведения особи (попытка использовать прежний орган для новой цели), т.е. налицо возврат к Ламарку, хоть его учение названо и не было.

Дорн сформулировал общий принцип: «Преобразование органа происходит путем последовательной смены функций, носителем которых остается тот же орган... Побочная функция постепенно становится главной, вся функция в целом становится иной, и следствием всего процесса становится преобразование органа» (*А.Дорн.* Происхождение позвоночных животных и принцип смены функций. М.-Л., 1937, с. 160). Проявляя большую изобретательность в мысленных перемещениях, видоизменениях и изменении функций органов, Дорн брался объяснить чуть ли не все акты эволюции животных, но вставал вопрос: если из всего может возникнуть всё, то почему же образуются вполне определенные организмы, а не мешанина свойств? Тут он и обращался к Бэру.

Еще в 1861 году Бэр удивленно описывал один вид слепой рыбы, живущей в темноте, мальки которой обладают нормальными глазами, но взрослея, не просто слепнут, а утрачивают глазные яблоки. Зачем бы? Бэр отвечал: вероятно, так экономятся жизненные силы (см. [*Чайковский*, 1990, с. 168]; позже *механоламаркизм* добавил: глаз нужен в онтогенезе, и его утрата возможна по завершении роста черепа (ЮШ, 126)). Наблюдая похожее у некоторых усоногих, Дорн задался более общим вопросом: почему одни группы животных прогрессируют, а другие деградируют? Если Дарвин неуверенно склонялся в данном вопросе к каким-то влияниям среды, то Дорн не видел в этом ответа и следовал за Бэром – дело в жизненных силах; как одни дети могут хорошо учиться, а другие нет, так одни группы имеют «способнось к усовершенствованию», а другие нет. Такая «способность» и пресекает мешанину (т.е., в наших прежних терминах, служит «буксиром»).

От Дарвина тут взята лишь постепенность изменений, в остальном же налицо ламаркизм. Этот ламаркизм был Дорном подан как развитие дарвинизма и как таковое дарвинистами воспринят. Как увидим, многие новшества дарвинизм до сих пор умеет объяснять только по Дорну; при этом сам принцип смены функций понимается очень широко (*Кокшайский Н.В.* Филогенетический перенос функций // ЗЖ, 1997, N 8). Если же и по Дорну объяснение требует признания скачков, то честнее будет признать что никакого объяснения становления новых приобретений нет.

Не получив решения, проблема Бэра-Дорна была забыта. Ныне работы по слепым рыбам обсуждают один вопрос — ведет ли утрату глаз отбор (т.е. она полезна, пусть и неясно, чем) или же она идет сама собой "под давлением случайных мутаций". Немецкие зоологи, показав независимость утрат в разных популяциях пещерных рыб, склонились ко второму варианту (*Wilkens H., Strecker U.* Convergent evolution of the cavefish... // BJ, 2003, v. 80, N 4). Не поставлен вопрос, почему массово идут именно рушащие мутации; а ведь классики указывали на сходство всех таких процессов. Мы вернемся к этому в п. 6-10.

3-7. Диалектика отбора. Дарвинизм по Дарвину

Едва Дарвин провозгласил половой отбор фактором, способным объяснять то, чего не объясняет отбор естественный, возникли, как отмечено в п. 3, проблемы совсем неожиданные – философские. Сам Дарвин избегал философии («У меня не метафизическая голова»), и даже у Дженкина увидал только конкретные примеры, но вовсе не заметил логического анализа. Никто из окружения Дарвина и слушать не хотел нескольких критиков, заметивших, что отсутствие философского анализа может оказаться роковым для всей теории. Один из таких критиков, философ и историк науки Джордж Генри Луэс (Lewes; это популярное в то время имя писали тогда по-русски «Льюис»), состоял с Дарвином в переписке, и Дарвин охотно обсуждал его конкретные возражения, но общее возражение о необходимости философского анализа даже ни разу не упомянул.

Казалось бы, зачем нужен философ, если обсуждаются конкретные факты? Однако, как мы узнаем в п. 10, Луэс ставил вопросы, живо обсуждаемые поныне, так что изложу "философский упрек" подробнее, рассчитывая, что читатель еще не забыл содержания главы 1.

Когда 2500 лет назад греки задумались над проблемой: откуда мы знаем, что наше мнение верно, – ответов было предложено немного, и, как ни странно, новых с тех пор по сути не добавилось. Вот они:

1. То, что сказано в священном тексте (или: оракулом), истинно;
2. Мое мнение истинно, ибо я умнее моих противников (или: я опытнее, моими устами говорит божество, я выражаю мнение большинства);
3. Утверждение истинно, если оно *доказано*, т.е. логически следует из очевидных предпосылок (или: из трактовки доступных наблюдению фактов);
4. Истинно то, из чего следуют проверяемые факты;
5. Истинно то, что получено диалектическим рассуждением;
6. Истина ухватывается интуитивно и подтверждается рассуждением.

Пятый тезис фактически был применен Дарвином, а потому является для нас тут основным. Когда рост культуры сделал недостаточными два первых ответа, родилась идея доказывать свою правоту тем, что позже получило имя логики. Однако любое логическое построение из чего-то исходит, а верно ли это исходное? Здесь возможно либо сослаться на авторитет (ответы 1 и 2), либо заявить об очевидности предпосылок или наблюдаемых фактов (ответы 3 и 4), либо признать, что истины как таковой не существует, а есть лишь более или менее удачные мнения.

Так было до Платона. Платон первым предложил анализировать сами предпосылки, анализировать до тех пор, пока анализ не убедит нас, что они верны (в

том смысле, что сами следуют из всего, что о них известно и сказано) или ложны. Такой путь доказательства он назвал *диалектическим* и полагал, что этот путь ведет к *беспредпосылочному знанию.* Так построены его главные диалоги, они кончаются общим согласием. Оно обманчиво: платонов диалог – не беседа реальных людей, а имитация беседы: все участники идут к цели, заранее заданной автором, и произносят лишь то, что подтверждает позицию автора. Спора нет и в помине.

Однако в способе Платона есть, как мы теперь знаем, смысл: хотя исходным понятиям (их именуют *категориями*) нельзя дать определений, но их можно объяснить друг через друга (это именуется категориальным анализом), что и позволяет людям о чем бы то ни было говорить. В наше время (в отличие от Платона) основной признак верности предпосылок видят не в их наглядной очевидности, а в том, что сделанные из них выводы подтверждаются на практике (ответ 4); такой способ проверки предосылок именуется *гипотетико-дедуктивным* методом. Как сказано в п. 2-11, в эволюционизме он связан как раз с именем Дарвина. Метод бывает очень удобен (например, в физике он породил теорию квантов), но опасен: как известно из логики, от ложной посылки верными рассуждениями можно прийти к верным выводам. Поэтому ложность посылки можно поколениями не замечать – пока из нее не будут получены (и, главное, признаны сообществом как таковые) выводы, противоречащие практике.

Уже Аристотель, ученик Платона, усомнился в правомерности диалектического метода. Молодой Аристотель не увидел у учителя обоснования знания, а увидел подмену основания (о ней мы говорили в п. 2). Старый философ был обескуражен и в поздних диалогах отошел от диалектики, не предложив по сути ничего достойного взамен. А в диалоге «Тимей» он прямо аттестовал свои эволюционные взгляды как миф.

Аристотель предложил искать истину иначе, в форме доказательства (до него оно было развито лишь в геометрии), и для этого изобрел логику. После него ранние стоики (п. 1-7) открыли еще однин путь познания – каталепсис (интуитивное ухватывание сути, ответ 6). Ухваченная суть нуждается в обосновании, каковое может быть дано как в форме подтверждения (диалектика), так и в форме доказательства (логика). Мне уже случилось писать об этом (*Чайковский Ю.В.* // ВФ, 2002, N 9) и отметить, что все эти формы поиска истины в ряде философских школ (начиная с софистов) подменяла риторика – удобные фразы, заменяющие истину.

В Новое время термин «диалектика» получил, благодаря Гегелю, иной смысл, но нас здесь касается только платонова диалектика, поскольку именно ею пользовался Дарвин при обосновании идеи отбора. Подробное описание явлений (к сожалению, он плохо отличал его от анализа понятий) создавало у него уверенность в том, что он дал исчерпывающее беспредпосылочное знание, и единомышленники убеждали его в том же. Критики, наоборот, видели у Дарвина лишь «кучу подробностей» и риторику.

В XX веке философы науки признали: копить доводы в свою пользу – самообман, видимость обоснования; не бывает беспредпосылочного знания; всё, что остается ученому – анализировать свои предпосылки и открыто их формулировать именно как предпосылки, а не как нечто истинное. После такой процедуры часто возникает новое, более скептическое отношение к предпосылкам, а затем и желание «пошевелить» их, т.е. посмотреть, как будут объясняться факты, если изменить предпосылки.

Дарвин, если заходил в тупик, тоже пробовал выявлять свои предпосылки и даже «шевелить» их. Так были введены им пангенез и ламарковы факторы. Однако

его капитальный философский просчет состоял в том, что делал он это только в форме оговорок, не проводя через логическую структуру учения. Например, поняв, что некоторые свойства организмов нельзя объяснить как результат отбора, он только для них, как для исключений, допускал возможность иных факторов, но не исследовал далее эти факторы, а продолжал приводить примеры в пользу отбора.

Это хорошо описал Н.Я. Данилевский (натуралист, философ и деятель хозяйства), наш самый обстоятельный критик дарвинизма («российский Виганд», как его называли): «Нельзя сказать, чтобы он их (трудности – *Ю.Ч.*) совершенно упустил из виду, – он и сам... то в одном, то в другом месте скажет об них несколько слов, совершенно ничего впрочем не разъясняющих, или упоминает о возражениях, сделанных другими, признает за ними некоторую силу; но затем все остается по-старому, и он продолжает свои выводы и доводы, как будто этих возражений, им нисколько не опровергнутых, вовсе и не существовало» (*Н.Я. Данилевский.* Дарвинизм. Критическое исследование. СПб., 1885, т. 1, ч. 2, с. 3).

Развивая мысль Виганда, Данилевский пришел к выводу, что искусственный отбор – "хитро устроенная машина", изобретенная человеком и не встречающаяся в природе, как и, например, паровая машина (ч. 1, с. 231). Тем самым, параллель естественного отбора с искусственным, основная метафора Дарвина, ничего не доказывает.

Позже критики выражались и резче. Так, Теодор Рузвельт, президент США (1901-1909) и натуралист-любитель, писал, что дарвинисты не столько доказывают свои воззрения, сколько "упражняют красноречие", ибо всякому признаку можно при желании придумать пользу; что даже черный окрас ворона можно счесть полезным – в угольной шахте. Он почти не пародировал: существовал реальный зоолог, писавший в 1909 году, что всякий разноцветный наряд маскирует его хозяина, поскольку, например, голубое пятно на шее попугая сливается с голубым небом, розовый цвет колпицы – с розовым облаком, а красный цвет фламинго – с небом в час заката (*Котт Х.* Приспособительная окраска животных. М., 1950, с. 200).

Дарвин в 1867 году был в гостях у Генри Бэйтса, недавно выпустившего книгу «Натуралист на Амазонке», где впервые излагались доводы в пользу того, что яркие раскраски тропических животных – результат отбора. Зашел разговор о красно-черной расцветке гусеницы, кормящейся на зеленом листе – чем это ей полезно? Ведь другие гусеницы зелены. Половой отбор исключался, так как гусеницы сами не размножаются. «Вы бы лучше спросили Уоллеса» – сказал Бэйтс, что Дарвин вскоре и сделал. Уоллес (о силе воображения которого мы уже знаем) ответил, что сам видел белых бабочек на зеленом фоне и склонен предположить, что те предупреждают контрастной расцветкой о своей несъедобности. Дарвин был в восторге: «Никогда не слыхал ничего более остроумного... Факт белой моли великолепен; кровь загорается, когда видишь, что истинность теории почти доказана» – писал он Уоллесу.

Ободренный Уоллес положил подобные рассуждения в основу учения (в его книге «Дарвинизм» четыре главы из пятнадцати посвящены окраске), Бэйтс же решил иначе: из второго издания своей книги изъял все рассуждения об отборе расцветок. Кто прав? Судить не берусь, замечу лишь, что «почти доказана» была не «истинность теории», а правдоподобность частного объяснения частного примера. То есть был предложен еще один довод в пользу своей правоты. Такой довод бесполезен в науке: он убедителен для тех, кто и без него думает «как надо», а для

думающих иначе выглядит шуткой. Последние приводят свои аргументы, которые тоже не производят впечатления на тех, кто не готов к ним заранее. Например, аргумент Уоллеса об упреждающей окраске был отвергнут в той самой дискуссии на страницах «Nature», о которой уже шла речь, и состоял в следующем.

В декабре 1870 года в "Nature" появилась реплика энтомолога Сэмюэла Скёддера, который недоумевал: гусеница гротескной формы и угрожающей окраски буквально кишит пожирающими ее паразитами, тогда как гусеницы близкого вида для них несъедобны; почему оказался эффективным отбор столь сложной формы и расцветки, если судьбу решают не птицы, а паразиты, съедающие 99,9% потомства на стадии яиц, гусениц и куколок?

Признаюсь, меня этот вопрос в свое время ошарашил; но для верящих в отбор он просто неинтересен. Оппонентам оказалось куда интереснее, что Скёддер допустил мелкую ошибку: он не удержался от сарказма («Изучая 15 лет бабочек, я не видал ни одной в птичьем клюве»), – они стали радостно возражать: мол другие видали. А суть дела обсуждать не стали.

Правда, сам Дарвин в 6-м издании «Происхождения видов» признал эту трудность, но тут же закончил: «тем не менее из числа тех, которые выживут, наиболее приспособленные особи… будут размножаться в большем числе». Насколько в большем (можно ли эту разницу заметить за все время существования вида?), Дарвин обсуждать тоже не стал. К сожалению, это стало традицией дарвинизма – приводить довод в пользу своего убеждения и на том успокаиваться. Это даже не диалектика, это уже риторика.

* Отбор: явление природы или способ выражаться?

В XX веке были поставлены изящные полевые и лабораторные опыты по выеданию насекомых разных расцветок птицами, но методология (способ рассуждений) их осталась той же самой, какую высмеивал еще Виганд – подбор доводов в пользу любимой точки зрения. Поэтому опыты решительно ничего не дали. Вот один пример.

Николас Тинберген, нобелевский лауреат, исследовал поедание птицами гусениц. Он выбрал гусеницу пяденицы, имитирующую сухой сучок. «Этот крайний случай наиболее утонченной маскировки мы выбрали отнюдь не случайно: если столь точная имитация сучков в мельчайших деталях возникла благодаря естественному отбору, значит, можно найти и тех, кто этот отбор производил.» Тинберген объяснил: "Возражения против теории естественного отбора в применении к подобным явлениям нередко сводятся всего лишь к ссылкам на то, что птицы и другие животные вряд ли могут обладать необходимой для этого способностью замечать и правильно оценивать мельчайшие детали". Сам он был убежден в силе их способностей, "но одного убеждения было мало – его следовало подкрепить самой жесткой экспериментальной проверкой".

"Самая жесткая проверка" свелась к тому, что птицу сойку, одну-единственную особь, выпустили на площадку, где было много сучков и гусениц; птица прыгала по ней минут 20, пока не наступила на гусеницу. Та изогнулась и тут же была склевана, а больше сойка ничего найти не сумела. Тинберген счел, *без повтора и контроля*, весь опыт завершенным, поскольку "мы сразу же получили положительный результат". Но коллега Тинбергена продолжил исследование и выяснил иное:

птицы тратят от 7 до 40 минут на поиск первой гусеницы, однако «после обнаружения первой гусеницы остальные почти всегда отыскивались очень быстро». Словом, сойка в "опыте" Тинбергена была просто редким бестолковым экземпляром.

Казалось бы, теперь-то вывод ясен: *маскирующая окраска бесполезна* в качестве защиты от хищника, так как практически ничего не дает для выживания популяции. Однако коллега тоже увидал тут то, что искал его шеф – всемогущество отбора: «Нас поразило, насколько важной для выживания оказалась эта полная гармония между насекомым и растением» (*Н. Тинберген.* Осы, птицы, люди. М., 1970, с. 146-150).

Ситуация вполне обычная: опыт ставился для подтверждения теории и потому был воспринят как ее подтверждение. Заметьте, если бы реальность отбора не была заранее постулирована, то и вопрос был бы иной: влияет ли поиск первой гусеницы на выживание их популяции? Факты Скёддера дают основание полагать, что ответ отрицателен, но Тинберген предпочел отвечать на другой вопрос: на тот, где заранее знал ответ, – об остроте зрения птиц. А ведь знал (судя по ссылке на возражения), что скептики типа Скёддера существуют. Среди них был и знаменитый тогда французский эволюционист Люсьен Кэно, полагавший, что даже самая совершенная маскирующая окраска не может существенно снижать поедаемость хищниками [*Назаров,* с. 186]. Пусть скептики и редки, но отвечать надо именно на их неприятные вопросы, а не на свои, удобные.

Откуда такая методическая слепота? В интересной книге Хью Котта, помянутой выше, находим такой ответ: «Многие нападки на дарвинизм вышли из лабораторий и кабинетов... Я думаю, что, здраво рассуждая, внимание, уделяемое возражениям, преуменьшающим интенсивность борьбы за существование, следует соразмерять с объемом полевого опыта ученого, выступающего с этими возражениями».

Почему полевого опыта надо требовать именно от выступающего с возражениями? А если с подтверждением (как Тинберген, проведший "опыт" в лаборатории), то полевой опыт не нужен? Не лучше ли задуматься (в кабинете, разумеется), что в опыте получено? И хотя бы вспомнить студенческий практикум и не прерывать опыт, едва он дал желаемый результат? Но фраза Котта, сейчас нелепая, имела в дни Тинбергена большой успех. К счастью, не у всех. Например Любищев, ведущий полевой энтомолог, аттестовал приспособительную окраску как *наивный маскарад,* который хищники легко разгадывают.

Любищев любил говорить, что отказ от философствования – худшая из философий: ведь всяк исходит из неких общих установок, и лучше делать это явно, нежели утверждать, что обходишься без философии. Тут стоит заметить, что отчасти понял это и Дарвин, но – в самом конце жизни. Прочтя в феврале 1882 года «О частях животных» Аристотеля, он писал: «Моими богами, хотя и очень по-разному, были Линней и Кювье, но они просто школьники по сравнению со стариком Аристотелем». Читать аристотелеву критику платоновой диалектики было уже некогда: в апреле Дарвин умер.

В середине XX века философы науки признали, что ***для сообщества ученых никакой факт не имеет значения, если нет объясняющей его схемы*** [*Мейен и др.*, с. 121]. Но сделано это было, в основном, на материале физики. У многих биологов и даже философов биологии до сих пор еще обычно убеждение, что науку движут именно факты и что дарвинизм победил в силу его соответствия фактам. Это странно, если

вспомнить, что основное понятие, естественный отбор, не имело, как признавал сам Дарвин, фактической базы и не имеет, как увидим, до сих пор. В чем тут дело?

Еще в 1930-х годах австрийский философ Людвиг Витгенштейн прояснил этот вопрос, и философ Зинаида Сокулер резюмировала его мысль так: "Каждая научная теория каким-то образом свидетельствует о мире, но если попытаться точно сформулировать это свидетельство, то выйдет философская бессмыслица или ложь" (*Сокулер З.А.* Людвиг Витгенштейн и его место в философии XX века. Долгопрудный, 1994, с. 57).

Это выглядит преувеличением, но в нашем случае так оно и есть: в самом *факте*, что неспособные жить погибают, никто не сомневается, и теория Дарвина "свидетельствует" об этом . Многие воспринимают это как свидетельство очевидной истинности принципа естественного отбора. Однако из названного *факта* еще ничего не следует для эволюции, ибо его признают и креационисты (видящие в нем свидетельство Божией мудрости). Надо уточнить понятие отбора настолько, чтобы им можно было пользоваться для построения теории; у всех, кто это делал, возникали сомнения в реальности отбора; а математически точное понятие отбора оказывается ни к чему не приложимо (анализ см. [*Чайковский,* 2001, с. 167]). Так что Тинберген просто ***спутал отбор как наглядную реальность и как фактор эволюции***.

Наглядность отбора, воспринятая как его неопровержимость, делает для его адепта невозможным какой-либо акт проверки эффективности отбора как фактора эволюции. Вот этот вывод в изложении Сокулер (с. 158): "Когда мы придаем предложению статус неопровержимо достоверного, мы тем самым, как показывает Витгенштейн, начинаем употреблять его как *правило* (соответствующей языковой игры) и на его основе оцениваем все другие предложения. ... Одно и то же предложение может выступать в одних ситуациях как доступное экспериментальной проверке, а в других – как правило для проверки иных предложений. Но есть предложения, которые настолько закрепились в функции правил, что вошли в структуру некоторой языковой игры и приобрели логический характер. ... Они предшествуют всякому определению истинности и соответствия реальности".

Мысли высказаны Витгенштейном вне связи с естественным отбором, а выглядят как сказанные прямо о нем. Это говорит о подмеченной Витгенштейном некоей общей закономерности познания. Через 30 лет ее выявил Кун в рамках своей концепции нормальной науки (см. п. 2-1). Суть закономерности в том, что научное сообщество как целое весьма консервативно и тщательно охраняет основные положения науки от проверок, пока накопившиеся противоречия не опрокинут систему взглядов и не приведут к очередной научной революции.

3-8. Активное приспособление. Дарвинизм по Геккелю

Но чем же, по мнению критиков дарвинизма, *на самом деле*, в природе, достигается столь часто и явно наблюдаемая приспособленность организма к своей среде? Об окраске речь пойдет позже, в главе 6, а сейчас пора сказать об общем механизме – активном приспособлении. Оказывается, даже ярые дарвинисты без этого ламаркова принципа не обходились, только данную сторону их трудов поминать не принято.

В 1866 году появилась замечательная «Общая морфология» Геккеля, которого вскоре прозвали «немецким Дарвином», а сам дарвинизм обрел в Германии вторую роди-

Рис. 10. Параллелизм сумчатых и плацентарных (из Raven, Johnson, 1989) Геккель рассматривал его как набор независимых приспособлений к сходным условиям жизни, а номогенетики — как заполнение одной и той же рефренной таблицы (см. п. 3-10* и гл. 6). На рисунке нет таких известных пар, сходных по строению, как африканский *долгоног* Pedetes (на него довольно похож наш *большой тушканчик*) и некоторые мелкие кенгуру; они подчеркивают морфологический (рефренный) характер сходств. Зато присутствуют малопохожие пары — муравьед и *сумчатый муравьед* (строка 2), лемур и *пятнистый кускус* (строка 4), *рыжая рысь* и *сумчатая куница* (строка 6), сходные скорее экологически. В действительности рефренный и приспособительный характеры сходств здесь переплетаются

ну. В этой книге была восстановлена традиция сквозного рассмотрения эволюции, когда развитие жизни выступает как итог эволюции Вселенной. В предисловии Геккель рассматривал свою деятельность как борьбу, "исход которой не может вызывать сомнений после Чарлза Дарвина, который семь лет назад нашел ключ к твердыне и благодаря своей достойной восхищения селекционной теории создал из теории происхождения (Descendenz-Theorie), установленной Вольфгангом Гёте и Жаном Ламарком, победоносное завоевательное оружие".

Фраза очень характерна и романтизмом, и оптимизмом, и установкой на борьбу, и грубыми ошибками. "Теория происхождения" была выдвинута до Гёте, он не развивал ее (хоть и выражал к ней симпатию), и Дарвин ни в каком смысле не исходил из Гёте; наоборот, положив в основу изменчивость, он прокламировал позицию, противоположную морфологии Гёте. Сам Гёте работал в той же традиции, что и Кювье, которого Геккель счел креационистом – об этом см. [*Колчинский*, с. 59]. Что касается теории Ламарка, то из нее Дарвин действительно исходил (хотя отрицал это), и слова Геккеля имеют основополагающий смысл: он предлагал читателю не столько дарвинизм, сколько улучшенный идеей отбора ламаркизм.

Главным у Ламарка он видел идею приспособления за счет активности индивида, и материалом для отбора полагал именно результат такой активности, т.е. унаследованное направленное приспособление. Акт выживания взят у Дарвина, но механизм, поставляющий материал для такового выживания (в наших терминах, «буксир») – у Ламарка и Жоффруа: «Все свойства организмов приобретаются ими или в силу наследования, или в силу приспособляемости». Тем самым, геккелеву триаду надо было бы выражать словами: ***приспособление, наследование, отбор***.

Однако с именем Геккеля связывают сверхпростую, а потому и сверхпопулярную формулировку дарвинизма – триаду «*наследственность, изменчивость, отбор*». Наследственность – это сходство детей с родителями, изменчивость – случайное отклонение свойств детей от свойств родителей, отбор – выживание только удачных отклонений. Как видим, половой процесс, с которого начал Дарвин (см. п. 2-8), исчез из сверхпростой схемы (как исчезло и многое другое), а потому его забыли.

У социальной истории науки свои законы, и понемногу первая формулировка под перьями последователей превращалась во вторую. Так, в 1923 году наш блестящий генетик, подробнее других изложивший геккелево понимание приспособления как первичного фактора эволюции, тем не менее резюмировал его мысль совсем упрощенно: «В результате взаимодействия наследственности и изменчивости и происходит расхождение признаков… Благодаря борьбе за существование возникает естественный подбор…» [*Филипченко*, с. 69]. Иными словами, социальная история пошла в сторону, противоположную когнитивной, или, говоря проще, общество усвоило идею в той форме, которая фактического обоснования не имела. И винить тут некого – общество хотело слышать так, и никто из говоривших иначе не был услышан, пока не настало их время. Запомним это и вернемся к Геккелю.

У Дарвина морфологические вопросы затрагивались лишь мельком, в самом общем виде, и многие морфологи (включая Бэра, Бронна и Оуэна) заявили, что дарвинский механизм (отбор мелких изменений) не объясняет сути эволюции, т.е. процессов, связанных с изменением типа организации. Поворотом в судьбах

морфологии как раз и явилась «Общая морфология».

Геккель развил новую дисциплину, **проморфологию**, учение о формах организмов. Это была блестящая попытка завершить линию Гёте – Кювье – Бэра – Бронна. Главной была идея классифицировать организмы, исходя из сходства форм их тел, а сходство понимать, прежде всего, в терминах симметрии и соотношения положений органов. Он выявил много различных типов симметрии организмов, и два из них сохранились до сих пор – радиальные и двусторонне симметричные организмы. Различие типов симметрии Геккель считал фундаментальным.

Архетипы (о них мы говорили в гл. 1, пп. 9, 10, 11, 13) Геккель отождествил с предковыми формами, отчего система организмов приняла форму *филогенетического древа*, т.е. родословной, ветвящейся от предка к потомкам. Он выводил все группы организмов из амеб, т.е. вместо неизменных типов вводил идею единства типа, идя в этом даже дальше Жоффруа, поскольку относил к этому древу и все растения.

Сложное учение Оуэна о гомологии обратилось в очень простое: частная гомология была истолкована как унаследование от общего предка, а остальные типы гомологии игнорированы. Причину сходства руки и ноги Геккель видел в симметрии. (Когда в XX в. симметрия выпала из анализа, эту гомологию, как и общую гомологию, просто перестали упоминать.)

На учение Геккеля отозвался старый Бэр. Допуская идею эволюции, он резко возражал против смешения морфологического сходства с историческим родством (в частности, архетипа с предком). Для него это смешение – «разрастающийся сорняк в вопросе о трансмутации», т.е. об эволюции. Выводить разнообразие из единой предковой формы Бэр считал ненаучным, в чем, кстати, был близок Дарвину, который свою схему постепенной эволюции никогда не пытался приложить к становлению какого-либо архетипа, как бы этот термин ни понимать. Более того, в последнем издании «Происхождения видов» архетип определен по Оуэну и Бэру, а не по Геккелю: «Архетип. – Идеальная первичная форма, по которой кажутся организованными все существа той или иной группы» (*Ч.Дарвин*. Соч., т. 3, М.-Л., 1939, с. 667. Кстати, из последнего «академического» издания «Происхождения видов» (СПб., 1991; 2001) это определение, как и весь Словарь терминов, изъято).

Система Геккеля стала образцом на целое столетие, и в этом она вполне следовала духу Дарвина: ведь Дарвин считал факт эволюции *А* в *Б* доказанным, когда между *А* и *Б* удавалось найти ряд переходных форм. И до сих пор многие уверены, что эволюция данной группы понята, если указаны линии от воображаемого предка ко всем наблюдаемым потомкам.

Однако есть и другая точка зрения, гласящая: указание *пути* преобразования ничего не говорит о *механизмах* преобразования. Ее высказывали еще в дни Геккеля, в начале XX века она почти господствовала [*Филипченко*, с. 75-76], но затем биологи вновь увлеклись филогениями – в основном, в связи с молекулярной таксономией (см. гл. 10). Задача понимания механизмов эволюции едва начинает ставиться в наше время (о чем пойдет речь в части 2) и будет в нашем рассказе главной.

Наконец, в “Общей морфологии” Геккель ввел в научный оборот термин “экология” (впервые в печати его употребил в 1858 г. американский писатель-отшельник Генри Торо). Если у Дарвина всё взаимодействие особей сводилось к борьбе за существование (остальное свелось к оговоркам, ни к чему не обязывающим), то у Геккеля мы видим в самом деле азы экологического подхода. Так, он

обратил внимание на удивительный параллелизм сумчатых и плацентарных млекопитающих (рис. 10) и объяснил его сходством условий существования соответствующих животных.

С середины XX века отношение к Геккелю стало меняться: от его родословного древа ничего не осталось (что естественно, поскольку симметрия тел не лежит теперь в основе классификации), зато вновь ожила проморфология, чтущая его как основателя [*Беклемишев*, с. 22]. Она служит одной из основ *номогенеза*, о котором далее у нас будет речь не раз.

3-9. Презумпции наследования. Дарвинизм по Вейсману

Презумпция – это тезис, который без доказательства признается истинным до тех пор, пока не будет доказана его ложность. Широко известна правовая идея – *презумпция невиновности*: подозреваемого надо считать невиновным, пока суд не признает его виновным. В наше время порою раздается призыв решать эволюционные вопросы так же, как в суде, т.е. признавать данное учение (обычно это какая-то часть дарвинизма) истинным, пока не доказана его ложность.

Когда скептики дружно заявили Дарвину, что наглядность идеи отбора – не доказательство реальности отбора как фактора эволюции, он стал *защищать идею отбора именно как презумпцию*: не раз он заявлял, что единственный пример свойства, необъяснимого отбором, явился бы «сильнейшим ударом» всему учению. Такие примеры указывали многие (еще Теофраст писал об огромных рогах оленя, а в дни Дарвина нашли ископаемого ирландского оленя с рогами непомерными), затем много их обнаружил сам Дарвин (например, ум человека – п. 3). Но предпочел не менять учение, а искать каждому такому случаю *отдельное оправдание*.

Это, как мы знаем, всегда сделать можно. Особенно преуспел в этом Уоллес. Даже про оленя Уоллес нашел, что сказать: гигантские рога, оказывается, хоть потеряли роль «полового вооружения» и стали цепляться за ветки, но зато стали защищать некоторые точки тела при беге сквозь те же ветки. (Интересно – сколько, по мнению Уоллеса, от этого родилось добавочных оленят за всё время жизни всех оленей?) До конца дней Уоллес призывал считать отбор всемогущим, пока не будет доказано противное. Он сам доказал себе, что ум отбором не создан, но презумпцию не сменил.

Легко видеть, что «принцип наследственности» (п. 5) был введен Уоллесом тоже как презумпция – после того, как Беннет загнал его в угол. Можно вспомнить тут и тезис Витгенштейна: утверждение, нуждавшееся в проверке, становится само правилом для проверки иных предложений, т.е. (добавлю) нормой или презумпцией. Уоллесу же принадлежит еще одна презумпция дарвинизма: считать каждый признак полезным – либо по известной причине, либо по неизвестной.

Опыт показывает, что тот ученый, который принял какую-то презумпцию, уже не ищет истину, а копит доводы в свою пользу. Истину ищут другие. Мы уже говорили, что люди, встретясь с опровержением своих взглядов, склонны не менять их, а игнорировать само опровержение или, в лучшем случае, искать в нем слабые места, а найдя хоть одно, успокаиваться («чего хочется, в то и верится» – говорил по этому поводу Данилевский). Так, например, поступали Жоффруа (пп. 2-2, 2-6) и Дарвин (см. выше, п. 6). И призыв М.Д. Голубовского (в сб-ке ЭБ) отказаться от “демона авторитетов” есть по сути ***признание неприемлемости***

презумпций в научном поиске.

Ученый, принимая презумпцию, заданную его окружением, теряет плюсы индивидуального мышления и должен понимать это. Уверять себя: "я сменю убеждение, как только мне предъявят убедительные доводы" – наивный самообман. Сменить убеждение он может, только если готов его сменить. Только тогда доводы полезны. Иначе он будет лишь искать контрдоводы. А обычный ученый (т.е. работающий в "нормальной науке", см. п. 1) бывает готов к смене только вместе с обществом. Получается порочный круг, выход из которого производится всем обществом лавинообразно и с большим опозданием, причем не по осознании причин, а под влиянием повода.

Мне видится верной та мысль из английского сборника (1859: Entering in age of crisis. Bloomington, 1959), что победу дарвинизма предопределило общее падение религиозности в 1850-х годах, а книга Дарвина лишь дала повод. Тысячелетиями эволюцию признавали единицы и вдруг, в течение полугода, стало признавать большинство, хотя Дарвин не привел ни одного нового факта, да и из прежде известных взял малую часть – ту, которая подтверждала феномен изменчивости. Идея эволюции стала вдруг презумпцией для общества потому, что ему был Дарвином дан повод (голословное, но наглядное объяснение – отбор полезных наследуемых вариаций) и оно к этому моменту созрело для такого повода (статьи о "проблеме вида" появлялись в западной научной периодике 1858-59 гг. едва ли не каждый месяц). А созрело общество потому, что религиозность проходила тогда на Западе через свой очередной минимум.

Дарвин, как и все до него, был уверен, что приобретенные особью при жизни свойства могут наследоваться. При каких условиях НПС на деле происходит, ни он, ни кто другой толком не объяснял.

Что это – постулат, не имеющий обоснования, заявил в 1883 году немецкий зоолог Август Вейсман; он указал, что для передачи потомству изменение должно попасть в половую клетку, тогда как проявляется оно в *соматических* (неполовых) клетках. Он сформулировал на сей счет свою презумпцию, которая легла в основу *неодарвинизма*: надо отрицать НПС, поскольку «до сих пор нет ни одного факта, который действительно доказывал бы, что приобретенные свойства могут передаваться по наследству». То есть сменил прежнюю презумпцию на противоположную, что никак нельзя назвать хорошим научным приемом.

В терминах логики: отрицание квантора всеобщности всегда дает квантор существования (от отрицания), но не квантор всеобщности. Вейсман же сменил при отрицании один квантор всеобщности на другой. Логику в те годы изучали в гимназиях, так что ошибка была очевидна. Однако смена презумпции (поводом для которой послужила книга Вейсмана) в обществе ученых произошла, и ошибку никто из принявших презумпцию не замечал. Даже когда на нее указал сам Вейсман – см. далее. Обычно презумпции защищаются именно с данной логической ошибкой – с подменой кванторов.

Доказав на опыте, что не наследуются *травмы* (он рубил мышам хвосты в течение ряда поколений), Вейсман по аналогии заключил, что не наследуются и никакие прочие изменения. И хотя он ясно понимал, что имеет дело с аналогией, его единомышленники стали писать и пишут до сих пор, что невозможность НПС доказана.

Однако бессмертна заслуга Вейсмана в том, что он первый заявил: половые клетки защищены от влияния внешней среды ("барьер Вейсмана" [*Стил* и др.]).

Этим был положен конец наивным построениям (у Пушкина: И не диво, что бела / Мать беременна сидела / Да на снег лишь и глядела).

Позже Вейсман понял, что неправ, и указал возможный путь изменения наследственного материала при жизни – патологическое воздействие на половые клетки [*Филипченко*]. Это было великолепное прозрение, однако оно опережало век, и тут Вейсмана не слушали. Впрочем, у Любищева в письме (1945 г.) читаем: "Неоспоримой заслугой Вейсмана, по-моему, является не его логичность, а правильный упор на то, что наследственная субстанция гораздо более независима от внешних факторов, чем это было принято думать до него. Но он, конечно, сделал грубую ошибку, ... от чего он, впрочем, почти отказался к концу жизни" [*Любищев – Гурвич*, с. 174].

Презумпция Вейсмана овладела ученым миром и только одна из его наследия запомнилась. То был тупик, из которого биология лишь через сто лет начала выбираться – мы узнаем об этом в части 2.

* Юридические презумпции тоже весьма опасны

Это отступление понадобилось мне, чтобы показать, насколько осторожно надо вводить презумпции. Они увлекают многих ученых, но ведь наука ищет истину в качестве самостоятельной цели, тогда как для юстиции поиск истины – всего лишь средство к достижению справедливости и общественного спокойствия. Когда последнее требует (подсудимый умер, "дело утратило общественную опасность" и т.п.), закон требует прекратить поиск истины. *Справедливость здесь ставится выше истины*, поскольку, как известно, "сомнение толкуется в пользу подсудимого": фактически этим признается, что лучше оправдать виновного, чем осудить невиновного. Далее, презумпция невиновности – это принцип формальных юридических действий (следствие, суд, кассация, надзор), а не оперативно-розыскной работы: нелепо думать, что оперативник, преследуя преступника и рискуя при этом жизнью, может всерьез держать в голове идею возможной невиновности преследуемого. Разграничение процессуальных и оперативных действий – азы правовой науки, и использование оперативных сведений в качестве доказательств (запрещенное в СССР, но, увы, имеющее место в нынешней России) безграмотно. Однако сторонники презумпций в науке даже не задают себе вопроса о различии процедур добывания фактов и построения умозаключений: мы не раз увидим, что факты, не ложащиеся в презумпцию, выпадают из анализа. Презумпция служит тайным цензором (см. п. 9-6, петит).

Наконец, сама презумпция невиновности ведет к беззаконию, если трактуется хоть немного расширительно (вспомним презумпцию времен сталинского террора: "органы безопасности не ошибаются"). Практика показывает: если юрист отказывает в возбуждении дела против юриста или начальника на основании "недостаточности улик" (а они фактически могут быть собраны только в ходе следствия, признаны же достаточными могут быть только в суде), право рушится. А в науке презумпции всегда трактуются широко. Словом, как раз аналогия с юстицией вынуждает воздержаться в науке от презумпций.

В сталинскую эпоху презумпция невиновности официально отвергалась как элемент буржуазного права, неприемлемый при социализме (каждый человек был потенциальным подозреваемым), но фактически безраздельно господствовала в отношении к органам госбезопасности. Формально же она была отвергнута позже, при Хрущеве и, более того, заменена противоположной презумпцией (дела о "нетрудовых доходах", где обвиняемый был обязан доказывать свою невиновность, причем участие адвоката запрещалось, а все доходы, кроме государственной зарплаты, считались нетрудовыми) и с большим трудом возвращена в юридическую практику при Брежневе. Естественно, что большинство сочло ее основой права, и

тогда же (около 1982 г.) у нас стали говорить о желательности метода презумпций в эволюционизме. Но и тут и там с ним надо быть предельно осторожным.

Для определения роли презумпций в науке надо вспомнить про упомянутые в п. 3-1 когнитивный и социальный аспекты развития науки. Мышление (а потому и познание) всегда индивидуально. Наоборот, общество как целое, в том числе и общество ученых, не является мыслящим субъектом, а потому истину не ищет. Зато оно вынуждено принимать меры для поддержания своей целостности и, в частности, всегда руководствуется некими нормами. Сами нормы не являются презумпциями, поскольку их истинность вообще не обсуждается, однако из них вытекают презумпции. Например, из норм "невиновный не может быть наказан" и "виновный должен быть наказан" вытекает, в качестве одной из возможностей, презумпция невиновности. Ее принимали и принимают отнюдь не все общества. Так, в древних обществах, где наказание выступало как жертва богам, часто преобладало убеждение, что кто-то должен быть наказан за преступление обязательно.

В неявной форме оно и ныне обычно – как среди родственников погибшего, так и среди тех, кто борется за "высокую раскрываемость преступлений". Борьба ведется в России с помощью нескольких презумпций, передаваемых устно. Например: "убийство совершили либо свои, либо чужие. Чужих искать сложно и мало перспективно, поэтому их не следует искать до того, как исчерпаны все возможности привлечь своих". В итоге опять, как при Сталине, царит "чистосердечное признание" (теперь – родных и друзей погибшего). Наивно думать, что презумпцию проверяет суд: здесь царят свои презумпции, поэтому, как и при советской власти, оправдательных приговоров – доли процента.

3-10. Происхождение родов идет не так, как происхождение видов. Дарвинизм по Копу

Дарвин был хорошим палеонтологом, но не дал палеонтологических иллюстраций эволюции. Он ограничился уверением, что ископаемая летопись слишком неполна. Ведущие палеонтологи с этим не согласились и вообще встретили дарвинизм холодно. Но уже в 1868 году молодой американский палеонтолог Эдвард Коп выступил в поддержку Дарвина – с одной, правда, важной оговоркой: естественным отбором можно объяснить происхождение видов и ничего более.

Сын богатого торговца, Коп обратил свое состояние на организацию экспедиций, чем встал у начала не только нового типа научных исследований (тогда же начал свои раскопки Трои богач Шлиман, а Дорн стал строить свою станцию), но и планомерного палеонтологического изучения США, ставших одной из наиболее обследованных стран. Он был самым знаменитым палеонтологом США, «американским Кювье», и облик многих ископаемых мы знаем именно по реконструкциям Копа. Но он, в отличие от Кювье, стал и знаменитым эволюционистом. Его чтут как основателя *психоламаркизма* – течения мысли (близкого Дорну), которое ценит у Ламарка более всего идею волевого акта особи. О ламаркизме поговорим в главах 4 и 5, здесь же коснемся взглядов Копа на отбор: сравнивая видовые и родовые признаки, он пришел к выводу, что лишь первые можно рассматривать как результат отбора, а в образовании вторых его роль мала.

Еще в 1864 году Спенсер охарактеризовал естественный отбор как «переживание наиболее приспособленного» (the survival of the fittnest). Теперь же (1871 г.) Коп призвал отличать *переживание* от *происхождения*: по его мнению, отбор говорит многое о первом, но мало о втором. Он писал, что эволюционные силы можно

разделить на производящие (originative) и направляющие (directive), причем отбор является только направляющим фактором, тогда как еще предстоит «выяснить причины происхождения наиболее приспособленного (origin of the fittnest)». Чем выше таксономическое значение признака, тем более в его формировании видна роль производящих сил. Вскоре (1875 г.) близкую мысль выразил Луэс в Англии, назвавший акты появления принципиально нового словом *эмердженты*. В отличие от термина Копа, термин Луэса прижился, и мы не раз еще упомянем *эмерджентную теорию* эволюции.

*** Параллельные ряды**

Коп положил начало еще одному эволюционному течению – теории *гомологических рядов.* Еще Дарвин приводил примеры поразительных параллелей в наследственной изменчивости организмов. Например, персики бывают бархатистые и гладкокожие, причем

«Гладкий персик – потомок бархатистого; разновидности бархатистых и гладких персиков представляют замечательные параллели: у плодов белая, красная или желтая мякоть, косточки то не отделяются, то отделяются, цветки крупны или мелки, листья пильчаты или зубчаты... Надо отметить, что признаки каждой разновидности гладкого персика получились не от соответствующей разновидности бархатистого» (*Ч. Дарвин.* Изменения..., гл. 26, параграф «Аналогичная или параллельная изменчивость»).

Дарвин видел тут затруднение для теории, но не придал ему веса: «Признаки, происходящие исключительно в силу аналогичных изменений, будут, по всей вероятности, несущественного свойства, потому что сохранение всех функционально важных признаков будет определяться естественным отбором» (*Ч. Дарвин.* Происхождение видов, гл. 5).

Легко видеть обычную у него подмену основания (п. 3-2): ведь именно тот факт, что важные признаки определяются отбором, надо проверить. Это и проделал Коп, причем пришел к выводу, что параллели наблюдаются даже в важных свойствах, которые приписать их отбору нельзя, ибо в эволюционном ряду такое свойство может как расти, так и убывать. В числе примеров он привел параллельные ряды ископаемых лягушек, у которых явно полезные свойства (перепонки для плаванья, диски для прилипанья к субстрату и т.п.) в разном историческом порядке сочетались с такими явно бесполезными свойствами, как недоразвитие грудины или рта (*Давиташвили Л.Ш.* История эволюцион. палеонтологии... М.-Л., 1948, с. 176-177). Коп ясно видел причину параллелизма: сходство между родами, т.е. членами данного ряда, писал он, обязано своим происхождением наследственности, а их сходство с членами другого ряда «происходит от тождественных эволюционных влияний», т.е. от общности законов эволюции.

В качестве самого наглядного примера параллельных рядов Коп указывал на млекопитающих – сумчатых и плацентарных. Саму эту параллель, как мы знаем, до него описал Геккель, приписавший ее, однако, действию отбора. Коп же прямо провел аналогию между параллельными рядами животных и уже известными тогда в химии «гомологическими рядами» спиртов, эфиров, меркаптанов и т.п. Тем самым, его смело можно отнести к предшественникам *номогенеза*, о котором пойдет речь в главе 4.

Итак, Копу (и, насколько знаю, только ему) довелось встать у истоков сразу трех эволюционных традиций. Однако палеонтологи помнят его прежде всего как автора «принципа неспециализированного», который гласит, что предками будущих групп служат вовсе не высшие представители групп прежних, а их примитив-

ные (неспециализированные) члены. Поясню: нет смысла искать предка человека среди гоминид (высших обезьян), он мог быть только среди низших обезьян, еще не специализировавшихся к древесной жизни. А специализированные формы неспособны к существенной эволюции, если верить Копу и его последователям. Неясно, правда, откуда неспециализированные всякий раз берутся, но это уже совсем другая проблема, в дни Копа не родившаяся.

3-11. Борьба как взаимопомощь. Дарвинизм по Кропоткину

В 1890 году в Лондоне независимо появились сразу две работы – кембриджского экономиста Альфреда Маршалла и теоретика русского анархизма П.А. Кропоткина, каждая из которых пыталась в своей науке поколебать мнение о благотворности конкуренции. Маршалл убеждал, что победа в рыночной конкуренции происходит не столько в силу лучшего качества или меньшей себестоимости изделий, сколько в силу «удачного начала деятельности» фирмы (ныне говорят более общо – в силу *случайности,* не имеющей отношения к свойствам продукции). Через сто лет выяснилось, что это обстоятельство рушит базовую аналогию дарвинизма.

Кропоткин же показал: ни перенаселение, ни связанная с ним конкуренция не являются в природе общим правилом. Так, в холодных странах никакого перенаселения нет, животные гибнут не в борьбе друг с другом, а от иных, не зависящих от плотности индивидов факторов, и все же эволюция идет. Более того, никто не показал, что она идет там как-то принципиально иначе, чем в теплых странах.

Кропоткин напоминал, что петербургский зоолог К.Ф. Кесслер в 1880 году говорил на Съезде русских естествоиспытателей: «Я ведь не отрицаю борьбы за существование, но только утверждаю, что прогрессивному развитию... не столько соответствует взаимная борьба, сколько взаимная помощь... Всем органическим телам присущи две коренные потребности – потребность питания и потребность размножения. Потребность питания ведет их к борьбе за существование и к взаимному истреблению друг друга, а потребность размножения ведет их к сближению между собой и к взаимной помощи друг другу». На съезде Кесслера поддержал Северцов (о котором у нас шла речь в главе 2, пп. 10 и 12). Он напомнил, что многие виды птиц процветают вовсе не благодаря успехам в борьбе, а благодаря общению: «Возьмите такую общительную птицу, как утка; в общем она плохо организована, но она практикует взаимную поддержку и, судя по ее бесчисленным видам и разновидностям, она положительно стремится распространиться по всему земному шару».

Кропоткин сожалел о том, что Дарвин, признавая роль сотрудничества, «не подверг более строгому исследованию сравнительную важность и относительную распространенность двух форм борьбы» и что, признав (в гл. 6 «Происхождения видов») *уход от конкуренции* в качестве самого обычного способа действия естественного отбора, не связал его с основной идеей учения (*П.А.Кропоткин.* Взаимная помощь как фактор эволюции. Харьков, 1919, с. 14, 68). Успех дарвинизма на Западе Кропоткин связывал с тем, что западные зоологи обычно путешествуют в тропиках, где видят перенаселение; русские же зоологи чаще ездят в Сибирь и на Север, а потому мальтузианство у них не в ходу. То есть он продолжал традицию «Дарвин без Мальтуса», о которой у нас шла речь в п. 2-12.

Пусть эта аргументация слаба (как и у Дарвина, это примеры в свою пользу без попытки сравнительного анализа), но нам следует сделать два общих замеча-

ния. Во-первых, если в тропиках регулярно действует фактор, отсутствующий или слабый вне тропиков, то эволюция в тропиках должна идти в целом по-особенному. Так и было впоследствии выяснено, хоть и на совсем иных основаниях (см. п. 9-4, "Глобальный флорогенез"). Во-вторых, русские эволюционисты подметили главное – не все жизненные акты, важные для эволюции, приводят к конкуренции и не все управляются ею. А во Введении Кропоткин оставил нам объяснение того, почему умнейший (по признанию как Дарвина, так и Кропоткина) натуралист Бэйтс отошел от дарвинизма (см. п. 7): он тоже, оказывается, понимал борьбу за существование как совокупность всех форм взаимодействия особи с ее окружением и был возмущен тем, как дарвинизм свел ее к конкуренции.

"Уход от конкуренции" – вот главное, на мой взгляд, что отметил и принял Кропоткин в дарвинизме (в отличие от последователей Дарвина, не заметивших этого фактора). А XX век ознаменовался признанием того, что и в экономике главным движущим фактором является не конкуренция, а попытка уйти от нее плюс самоорганизация; они рождают к жизни *корпорацию* как основной тип организации производства. *Внутри корпорации правит не конкуренция, а администрация*, друг же с другом корпорации не столько конкурируют, сколько *делят сферы влияния*. Именно данный тип организации крупного производства и означает в развитых странах так называемую рыночную экономику.

Эпитет "рыночная" тут настолько переосмыслен, что честнее приискать иной термин. Это, в общем, и сделано в науке посредством термина "корпоративная экономика". Она проявила ряд существенных сходств с экономикой социалистических стран, и в 1967 году экономист Джон Гэлбрейт (США) выступил с теорией "нового индустриального общества", идущего на смену капитализму и социализму. Но в публицистике и в политике царит идиологема "рыночная экономика", противополагаемая идеологеме "плановая экономика", хотя такой экономики у нас нет со времен Хрущева (при нем возник, а при Брежневе расцвел, в терминах американских советологов, "административный рынок"). Поскольку дарвинизм и рыночная экономика издавна служат друг другу моделями, предлагаю желающим прочесть статьи: *Артур У.Б.* Механизмы положительной обратной связи в экономике // ВМН, 1990, N 4; *Гэлбрейт Дж.К.* Фасад и скрытая за ним истина // ВМН, 1991, N 8; [*Чайковский*, 1993]; а также: [*Чайковский*, 2001, п. 5-3.2]. К теме биоэволюции ближе всего тот вывод экономистов, что конкуренция – феномен положительной обратной связи, т.е. *дестабилизирующий* фактор. Поэтому "одна из технологий в конечном итоге вытеснит все остальные... Однако, во-первых, нельзя заранее предсказать, какая технология победит, а во-вторых, победившая технология может и не оказаться потенциально лучшей из тех, между которыми происходила конкуренция" (*Доси Дж., Нельсон Р.*, Введение в эволюционную экономическую теорию // Вестник молодых ученых. Экономич. науки. 1999, N 1, с. 95). Мы увидим в биологии примерно то же самое (п. 5-10). Стоит добавить, что рыночная идеология близка к дарвинизму еще и тем, что смешивает сущность и акциденцию (п. 1-6*): если худший товар действительно вытесняется с рынка (хотя бы иногда) лучшим, то никто еще не показал, что появление новшеств бывает хотя бы иногда следствием конкуренции. Ее роль как движущей силы развития общества додумывается.

По Кропоткину, роль взаимопомощи возрастает по мере усложнения животной организации, становясь постепенно основным фактором, ведущим эволюцию. Отсюда взял начало *социабилизм* – направление эволюционной мысли, видящее в социальной организации организмов и даже их клеток основную движущую силу эволюции. Новейшим примером служит обширная книга [*Панов*], к сожалению, не упоминающая Кропоткина.

Наоборот, роль конкуренции, по Кропоткину, падает. Но без нее лучшие не вытесняют худших, и дарвинизм лишается единственного (пусть и воображаемого) движущего принципа. Кропоткин не заметил этого — он не строил своей теории, он был уверен, что дарвинизм нуждается лишь в единственном уточнении, в идее взаимопомощи. (Подробнее см.: *Чайковский Ю.В*. Князь Кропоткин: революция и эволюция // ВИЕТ, 2003, N 3.) Ранее мы видели, что в дни Дарвина многие ученые, приветствуя его учение, пытались ввести в него внешний движущий принцип, «буксир». Нынешний дарвинизм, как известно, никакого «буксира» не признает. Как это вышло?

3-12. Рождение генетики. Дарвинизм по де-Фризу и Мензбиру

Как уже сказано, Уоллес видел движущий принцип в наследственности. Позже, в «Дарвинизме», он ни слова не сказал об этом, поскольку принял презумпцию Вейсмана. Столь произвольные шаги были в эволюционизме часты и даже неизбежны, пока не было теории наследственности.

Принято считать, что такая теория, генетика, родилась в 1865 году, с законами Менделя. Однако почему их почти никто не замечал 35 лет?

Их цитировали, но не понимали. Как показала эстонская исследовательница Майе Реммель (Вальт), с ними просто нечего было делать при понятийном аппарате тогдашней биологии, исходившей из понимания наследственного материала как чего-то непрерывно текучего, связанного со смешением каких-то не вполне ясно выразимых жидкостей (*Valt M.* Mendel ja Darwin // Eesti Loodus, 1972, july; резюме русское). Дарвин сам признавал, что не имеет на сей счет четких представлений, тем не менее именно он в 1868 году ввел в научный оборот понятие наследственной частицы (геммулы). Оставалось соединить Менделя с Дарвином в единой концепции. Но чтобы понять роль дискретного (частиц) в биологии непрерывного, понадобился гений, и его пришлось ждать.

Голландский ботаник Гуго де-Фриз опубликовал в 1889 году книгу «Внутриклеточный пангенез», само название которой ясно говорит о ее сути: дарвиновы геммулы навели его на ту мысль, что существуют частицы наследственности (у де-Фриза: *пангены*), но что мигрировать они должны не по всему телу, а лишь внутри клетки (*Де-Фриз Г.* Избр. произв. М., 1932).

До него уже понимали, что ядро содержит материал наследственности (в качестве ее носителей даже называли хромосомы), а цитоплазма их реализует. Однако проницательный де-Фриз пошел дальше: «И чтобы отдать себе отчет во всех явлениях, надо для каждой наследственной особенности принять отдельную частицу... Эти пангены невидимо малы, однако они – совсем другого порядка, чем химические молекулы и и их бесчисленные соединения; они должны расти, размножаться и распределяться по всем или почти всем клеткам организма при делении клеток. Они неактивны (латентны) или активны, но размножаться могут в обоих состояниях. Будучи преимущественно латентны в клетках зародышевого пути, они развивают обычно высокую активность в соматических клетках. И именно так, что у высших организмов не все пангены в одной клетке достигают активности, но в каждой одна или же несколько небольших групп пангенов достигают господства и придают клетке ее характер».

В этом отрывке – программа развития генетики, но дальше текст еще удивительнее: де-Фриз смело заявил, что хлоропласты («хроматофоры») должны иметь свои пангены; что в эволюции клетки был момент, когда совместное нахождение активных и неактивных пангенов в цитоплазме стало мешать работе клетки, и тогда возникло ядро, которое являет собой «практическое разделение труда»; что ядро содержит все пангены организма, а цитоплазма – только «те пангены, которые ей нужны для деятельности».

Увы, тут намечены не только взлеты будущей науки, но и ее тупики. По де-Фризу, частицы наследственности несут «наследственные особенности», но нет ни слова об основных, общих для всех клеток, функциях, и такое понимание наследственности надолго стало всеобщим: неявно считалось, что организм буквально сложен из своих характерных признаков; а его целостность если и изучалась, то вне генетики. По де-Фризу, «однажды вышедшие из ядра пангены уже не могут быть допущены обратно» ни в это, ни в иное ядро. В части 2 мы узнаем другое: обратный поток генов исчезающе слаб по сравнению с прямым, но он-то и движет эволюцию.

В те годы де-Фриз исследовал «мутации» – резкие наследуемые изменения свойств. Большинство из них ныне именуется *макромутациями*, но среди них были и те, наследование которых подчиняется соотношениям Менделя. Как и другие ботаники, де-Фриз отметил их, но ему еще и повезло: в начале 1900 года ему показали статью Менделя. А он был не из тех, кому надо долго объяснять: он сразу понял, что дискретные частицы – не редкость и что мутация – качественное изменение «пангена».

Плод открытия явно перезрел: едва появилась краткая заметка де-Фриза (апрель), как два немецких ботаника заявили о похожих результатах и успели их в том же году опубликовать. Генетика родилась.

В 1901 году де-Фриз дал свое понимание эволюции – *мутационизм*: один вид переходит в другой скачком, в одну мутацию. Теперь «буксиром» становился механизм мутирования: он определял, что из чего делается.

Собственно говоря, ничего нового открыто не было, просто все обратили, наконец, внимание на то, что прежде лишь мельком поминали как досадную помеху. Еще в 1590 году немецкий аптекарь Филипп Стефан Шпренгер разослал известным ботаникам семена новой разновидности чистотела, неожиданно выросшей в его саду. Разновидность Шпренгера выросла в готовом виде из семени обычного чистотела и оказалась устойчивой, т.е. сохраняла отличия при размножении семенами. Ее стали кое-где культивировать и описали как подвид (рис. 11); она проявляла, как следует особому подвиду, способность преимущественного выживания в некоторых особых условиях (на остатках стен), тогда как на грядках уступала обычному чистотелу. Налицо элементарный акт эволюции, получивший имя “гетерогенез” (от греч. *гетерос* – другой), поскольку здесь одно порождает прямо другое (*С.И. Коржинский.* Гетерогенезис и эволюция // Записки Имп. Академии наук. Физ.-мат. отд., т. 11, N 2, 1899).

Дарвину пример Шпренгера остался неизвестен, однако он знал несколько других (такова плакучая разновидность туи; описание и рисунки этой туи привел Данилевский в своем «Дарвинизме» как пример эволюции не по Дарвину – рис. 12), но не стал менять своей презумпции: *эволюция идет путем отбора мелких*

вариаций —как не сменило ее и общество. Эту презумпцию удалось сменить де-Фризу: в 1901 году он заявил, что вид переходит в вид не по Дарвину, а путем мутации; и хотя перехода в одну мутацию наука не признала, но воцарилась презумпция: *вид образуется путем мутаций*.

Уже в 1902 году зоолог М.А. Мензбир произнес в МОИП речь «Мнимый кризис дарвинизма» (Русская мысль, 1902, N 11), где сочетал Дарвина с де-Фризом. По Мензбиру, Дарвин «совершенно логически приходит к заключению, что тот путь, которым происходят породы домашних животных, должен иметь место и по отношению к происхождению пород диких животных», но вместо искусственной селекции действует мальтусова схема: перенаселение рождает борьбу за существование. Этот процесс «настолько прост и ясен, что против него возражать нечего», причем он равно действует в отношении происхождения видов, родов и вплоть до «типов, общих животному и растительному царству». Так был заложен нынешний дарвинизм.

Конечно, Мензбир знал, что данная схема вызывает массу возражений, но, как видим, отверг само их существование. Такой научный фанатизм досаден, ибо всегда рождает переупрощенные теории. Однако он хорошо отражал ожидания общества, и мало кто хотел видеть примитивизм нового дарвинизма. О примитивизме взглядов Мензбира вспоминал Любищев: <<Уоллес, резко выступавший против расизма, признавал необходимым принять “супернатуралистические факторы” в деле происхождения человека. Это было резко осуждено нашим профессором Мензбиром, который “заредактировал” соответствующие места в переводе “Дарвинизма” Уоллеса как явно “ненаучные”. Но… в его (Мензбира – *Ю.Ч.*) интересной брошюре “тайна Великого океана” (1938) мы читаем: “Так дело шло, пока египетская культура не подпала под гибельное для всякой государственности семитическое влияние…” Недурно?>> (*Любищев А.А.* Линии Демокрита… М., 1997, с. 39). В защиту Мензбира напомню: при печально известном разгроме российских университетов (1911 г.) был уволен и Мензбир (вместе со всеми, кто встал на сторону студентов).

По Мензбиру, мутациями следует называть не только крупные изменения, порождающие разновидности и виды, но и любые хорошо наследуемые скачкообразные изменения; он был уверен, что мутация, как и дарвинская вариация, не создает ничего совсем нового, но откуда берется новое, не сказал. Вскоре такое понимание эволюционной изменчивости стало общим, и эволюционные исследования дарвинистов сосредоточились на анализе судьбы мутаций в популяциях. Остальное либо выражалось на этом языке, либо выпадало из круга эволюционных исследований.

Через 40 лет после речи Мензбира, с появлением книги Джулиана Хаксли «Эволюция, новый синтез», данное понимание дарвинизма стало почти всеобщим и получило название СТЭ. (Ее излагают все учебники, в том числе ЮШ; о ее связях с остальным дарвинизмом см. [*Воронцов*; *Гродницкий*], о ее отношении к внезапным крупным эволюционным изменениям см. [К*олчинский*].)

Итак, было решено, что в мутациях реализуется дарвинская идея изменчивости и что прежние споры вокруг дарвинизма можно забыть. Однако примеров фактически зарегистрированных замен одного признака на другой, чем-то более выгодный, накоплено немного. Беда не в их малом количе-

стве, а в низком качестве: как мы увидим в главе 5, либо это – приспособления, достигаемые в одну мутацию («спорты»), ничего не говорящие о накоплении мелких изменений (естественном отборе по Дарвину), либо сам процесс замены являлся примером не естественного отбора, а искусственного. Ни одного примера той последовательной замены небольших улучшений, какую молодой Дарвин нашел в форме идеи в труде Жоффруа (но не нашел в природе) и какую с полным правом назвал «законом малых различий, производящих более плодовитое потомство» (п. 2-8), обнаружить не удалось.Начиная с Мензбира, считают все подобные трудности просто несуществующими.

Если знать историю, то легко видна логическая дыра: мутацию (то есть стойкое скачкообразное изменение наследственности, «спорт») в кругу Дарвина не раз обсуждали, но никому тогда в голову не приходило сказать, что один вопрос снимает остальные, – эти люди слишком хорошо знали биологию. Никому из круга Дарвина не приходило в голову отвергнуть все движущие принципы, не предложив взамен ничего. Все ученые в XIX веке, включая даже Вейсмана, чувствовали необходимость «буксира». Наоборот, журналисты и проповедники ее не чувствовали, и их читатели и слушатели, став профессорами, обратили дарвинизм в наивную триаду «наследственность – изменчивость – отбор».

3-13. Российский эволюционизм: мир как целое

Как мы видели в главе 2, в России еще до рождения дарвинизма утвердились две эволюционные школы – Бэра в Петербурге и Рулье в Москве. Тогда они мало отличались от западных: Бэр нес в Россию немецкий эволюционизм с его симпатиями к сравнительной анатомии, эмбриологии и натурфилософии, а Рулье исходил из французского жоффруизма. По мере распространения дарвинизма в России оба направления слились в одно и дали свою яркую картину единого процесса эволюции природы.

Еще в 1858 году начинающий петербургский зоолог Н.Н. Страхов (до этого школьный учитель, а впоследствии видный публицист-славянофил и натурфилософ) писал: «Вообще дело не в том, как произошли формы и могут ли они переходить одна в другую, а в том, как они существуют в своем разнообразии» (О методе наук наблюдательных. // Журнал Министерства народн. просвещения, 1858, N 1). Читая его, диву даешься: до выступления Дарвина и Уоллеса еще полгода, а безвестный учитель пишет так, будто ход и исход боев за эволюционную идею ему уже сообщен.

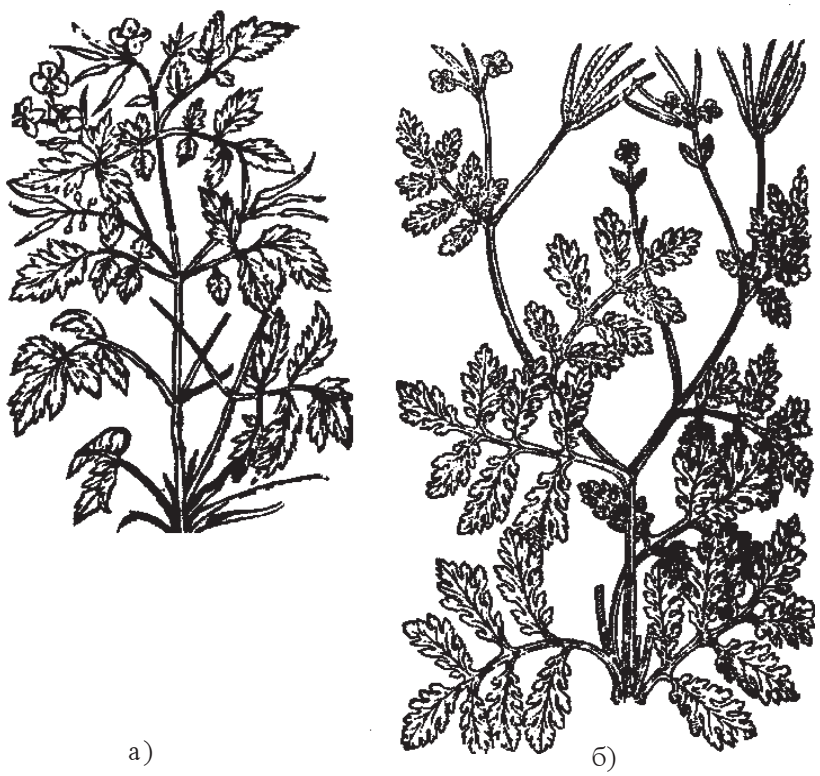


Рис. 11. Чистотел Chelidonium majus: а) типичная форма (из книги D. Chabraeo, 1678); б) форма foliis quernis, т.е. дуболистная; она открыта Шпренгером в 1590 г. (из книги C. Bauhin, 1620)

Впоследствии Страхов не раз пояснял эту свою мысль: если теорией эволюции считать выявление родословных древ, то она мало что дает для понимания живого, в том числе – и его истории. В конце жизни он писал: «Объяснить происхождение организмов – значит объяснить все их свойства, всю их сущность. Всякая вещь потому имеет известные свойства, что известным образом произошла». Среди этих свойств есть и те, которые взял за исходные Дарвин (размножение и наследственность), и те, на которые он едва обратил внимание (рост и развитие организма, взаимодействие органов и организмов) и все прочие. Дарвинизм не объяснил «содержания и разнообразия животной и растительной жизни», не ответил на вопрос: почему организмы имеют эти свойства, а не другие? Поэтому начала Дарвина «недостаточны для предмета, теорию которого он задумал построить», а натуралисты не заметили этой «скудости начал». Почему? Потому, отвечал Страхов, что «им нужно было не объяснение дела, а *какая-нибудь* теория, поскорее нужен был новый авторитет.» Переворот в науке произошел под влиянием вненаучных факторов, которые Страхов объединил под именем «европейского нигилизма» (*Н.Н.Страхов.* Борьба с Западом в нашей литературе. Изд. 3-е, кн. 2, Киев, 1897, с. 266, 269).

Мы уже говорили, что дарвинизм победил как явление социальное, не взявшее почти ничего из биологических новинок своей эпохи, и Страхов один из первых понял это. В России Страхов отнюдь не был в таких мыслях одинок. У Данилевского (ученика Бэра и духовного учителя Страхова) можно в конце «Дарвинизма» прочесть, что «для успеха необходимо появиться своевременно», что «чего хочется, тому верится», что дарвинизм порожден английским способом мышления.

И ведущий физиолог растений А.С. Фаминцын, сурово критиковавший Данилевского за желание возразить буквально на каждое слово Дарвина, все же признал: проблема эволюции Дарвином не решена и дело не столько в фактах, сколько в готовности Дарвина толковать их в свою пользу. Фактически *именно Фаминцын поставил вопрос о презумпциях.*

Рис. 12. Туя восточная (Thuja orientalis) из книги Данилевского, 1885 (где дано старое родовое название Biota) а) типичная форма; б) плакучая форма (pendula)

Сторонники и противники идеи эволюции обладали одним и тем же набором фактов, но – разными презумпциями. Так, Виганд, полагавший, что эволюции в обозримом прошлом не было (она могла

быть лишь в «первоначальном периоде»), не видел в географическом распределении видов даже довода в пользу эволюции, тогда как Спенсер включил его в число *прямых* доказательств эволюции. Победа досталась тем, чью презумпцию поддержали околонаучные круги. В сущности, научная революция по Куну (п. 2-1) есть смена презумпций основной массой ученых. Сейчас это – азы науковедения, но тогда самого науковедения не было.

Приведя презумпцию Виганда (надо признавать виды неизменяемыми, пока фактические данные не убедят нас в противном) и признав, что ни одного твердого факта перехода вида в вид нет, Фаминцын тем не менее заявил: «Мы обязаны иметь в виду обе эти возможности». ***Вот установка, хоть и трудная в исполнении (попробуй-ка давать одну цену и милым душе фактам, и неприятным), но куда более плодотворная, чем презумпции***. Виганд ведь так и умер, не найдя ничего в пользу эволюции, хоть и был близок к открытию важного эволюционного закона. А Фаминцын, теми же фактами владея и к той же школе ботаников принадлежа, нашел.

Он был одним из тех, кто открыл в 1860-х годах поразительный факт: лишайник является симбиозом гриба и водоросли. В этом долгом утомительном открытии участвовали многие, но, по-видимому, из них лишь Фаминцын увидал тут возможный общий принцип эволюции: как лишайник составлен из гриба и водоросли, так и всякий организм, по Фаминцину, составлен из клеток, а всякая клетка – из «наипростейших жизненных единиц», т.е. внутриклеточных органелл[8]. Эволюция предстает при этом как процесс самосборки. Главным аргументом служил тот факт, что некоторые органеллы размножаются делением: до конца XIX века было установлено, что делением размножаются хромосомы, хлоропласты и, у некоторых одноклеточных, клеточное ядро и ядрышко.

Фаминцын счел хлоропласты зелеными бактериями, живущими внутри растительной клетки и до конца дней «старался выделить из зеленых растений… более простой организм, снабженный хлоропластом и способный продолжать жить и размножаться вне растения» (*А.С.Фаминцын.* О роли симбиоза в эволюции организмов // Записки Имп. Академии Наук, VIII серия, 1907, т. XX, N 3, с. 4). Виганд считал бактериями также и митохондрии.

*** Симбиогенез**

Несмотря на тщетность опытов петербуржца Фаминцына, у него был страстный конкурент, казанский биолог К.С. Мережковский. Он предложил новому учению термин «*симбиогенез*» и заявил, что в каждой клетке имеются «две плазмы» – микоидная (бактериальная и грибная) и амебоидная (растительная и животная). Первая химически выносliва, не требует ни кислорода, ни органической пищи, зато вторая подвижна. Хлоропласты он едва помянул, на Фаминцына не сослался вовсе (тот отплатил ему тем же), зато построил целую схему происхождения живого (см. рис. 13).

Цитологи, найдя массу противоречий ее с данными строения клетки, вскоре дружно ее отвергли. Идея складывать организмы из порознь возникших частей стара, как мир: ее высказывал еще Эмпедокл (п. 1-5). И любопытно напомнить, за что Аристотель отверг ее – за то, что она ничуть не проясняет, каким образом сложенный из фрагмен-

[8] До него в 1861 г. австрийский физиолог Эрнст Брюкке писал, что клетка — механизм, состоящий из меньших механизмов.

тов организм оказывается целостным. Но этого не проясняет и идея симбиогенеза.

Так что же, зря трудился полвека Фаминцын? Отнюдь. Он внес свою лепту в понимание эволюции мира как целого: если у Дарвина каждый организм борется со всем миром, и потому вопрос об эволюции мира как целого даже поставлен быть не может, то у Фаминцына предложен в качестве элементарного противоположный принцип – сотрудничество (точнее, его частный случай – симбиоз).

Всё это было красиво, но вставал недоуменный вопрос: ну хорошо, пусть сотрудничество ясно видно на низших растениях (по Фаминцыну) и высших животных (по Кропоткину), но что движет эволюцию остальных организмов? (Ведь именно подобная расчлененность учения отталкивает многих от Ламарка.) Всё тот же отбор? Нужен был какой-то общий принцип, частными случаями которого могли бы считаться и отбор, и сотрудничество. Его и предложил в 1902 году петербургский ботаник А.А. Еленкин, но развил его уже в советское время, так что мы обратимся к нему в главе 4.

Говоря нынешним языком, речь шла о самоорганизации. О сходном думал и Страхов: для дарвиниста «употребление органа… случайная целесообразность, не имеющая отношения к внутреннему развитию организма, истинный же телеолог (т.е. эволюционист – *Ю.Ч.*) видит здесь то, как организм стремится осуществить свою общую цель, видит ответ *самостроющегося* существа на внешние возбуждения и обстоятельства. Т.о. изучение целесообразностей становится изучением органического *творчества*». Это творчество и ныне продолжается: «…великая тайна создания мира совершается перед нами до сих пор». (*Н.Н.Страхов.* Мир как целое. СПб., 1892, с. XVII, 89). Конечно, он повторял немецких натурфилософов, начиная с Блюменбаха (п. 2-1), но, по-моему, подчеркнутые мною два слова вновь показывают, сколь замечательна была биологическая интуиция автора: об эволюции как самоорганизации заговорили только в наши дни; зато об эволюции как творчестве уже через 15 лет написал французский философ-эволюционист Анри Бергсон, о чем мы узнаем в главе 6. А о мире как целом речь вновь пошла вскоре же.

3-14. Мир как целое у Ганса Дриша. Энтелехия

В 1905 году немецкий эмбриолог и философ Ганс Дриш выступил с книгой “Витализм как история и как учение”, где тоже связал целостность мира с наличием в нем *цели*. Аргументом в пользу целостности мира была для Дриша *гармония*, т.е. само наличие жизни и человека в ней.

“Мы не колеблемся признать, что… природа как таковая существует ради определенной цели, и вряд ли возможно представить себе эту цель не с чисто антропоморфической точки зрения. Мы признаём, другими словами, неорганическую природу в ее главных свойствах целесообразной для существования организмов и человека”. Против этого взгляда “выдвигаются соображения, представляющие собой нечто вроде дарвинизма … Гармония между органическим и неорганическим мирами есть будто бы лишь результат переживания тех жизненных форм, которые оказались чисто случайно приспособленными к окружающей среде. Но это возражение не может уничтожить самого факта, что природа существует в таком виде, что одна ее часть целесообразна для другой. Из одного лишь представления о борьбе … еще не явствует, почему должно было получиться стойное, жизнеспособное равновесие между органической и неорганической природой” (*Дриш Г.* Витализм. Его история и система. М., 1915, с. 273-274).

Последнее нуждается в пояснении: если бы мир был сам по себе таков, что в нем не существовало бы данного “равновесия” (условий устойчивого сосуществования), то никакая “борьба” не помогла бы видам сосуществовать. Это объективное свойство мира (пригодность к жизни) было через полвека названо “антропным принципом”, а затем “гипотезой Геи”, о чем мы узнаем в главе 7. В отличие от Страхова, Дриш не был уверен в реальности феномена эволюции (<<нам покамест ничего неизвестно относительно объединяющего исторического начала или исторической “эволюции”>>), однако обращал внимание, как и Дарвин в молодости, на факт размножения как на ключевой. Только если для Дарвина размножение представляло интерес лишь как источник изменчивости, то для Дриша главным здесь было “представление о сверхъиндивидуальной цели”.

Эта цель требовала для своего осуществления того самого фактора, который выше мы характеризовали как “буксир”, причем Дриш полагал этот фактор всеобщим – действующим и в индивидуальном развитии, и во Вселенной. Называл его Дриш словом “**энтелехия**”, заимствованным у Аристотеля. Как и Аристотель, он использовал этот термин не всегда одинаково, но можно все-таки грубо сказать так: если Аристотель под энтелехией имел в виду процедуру перехода возможности в действительность, то Дриш – некий действующий агент, производящий эту процедуру, причем не во всех ее аспектах, а лишь в одном, *неэнергетическом*. Точнее, энтелехия не противоречит действиям силы и энергии, но и не следует из них: “Не будучи энергией, энтелехия не может создавать сама разности интенсивностей, но ... энтелехия в состоянии *приостанавливать* те реакции, которые по условиям системы могли бы возможны и состоялись бы, если бы не вмешательство энтелехии” (с. 259).

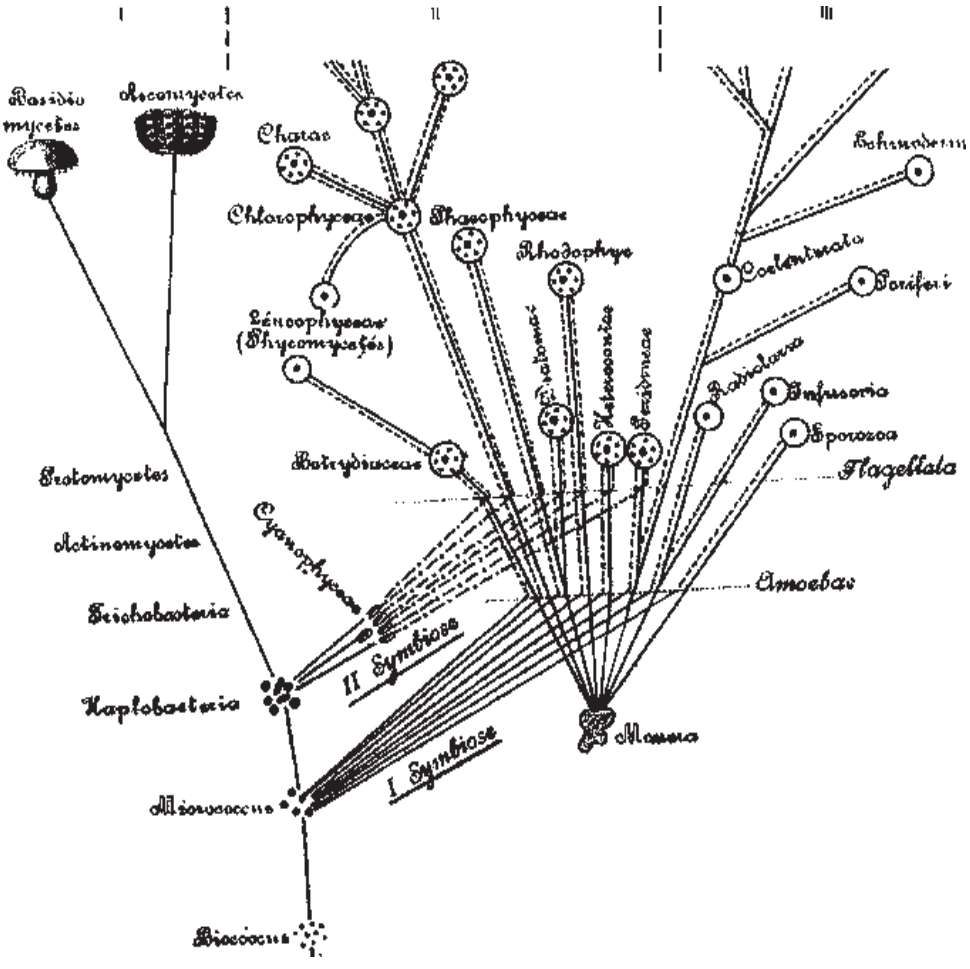


Рис. 13. Симбиогенез по Мережковскому, 1909: I, царство грибов (симбиоза нет); II, царство растений (двойной симбиоз — ядро и хроматофоры, т.е. хлоропласты); III, царство животных (одинарный симбиоз — ядро). Митохондрии не привлекли внимания автора

Или: “Представление об энтелехии ... напоминает ставшую знаменитой фикцию Максвелла о “демонах”, могущих вмешательством в распределение молекул достичь перехода тепла из места низшей температуры к месту более высокой”, но если у Макс-

велла была фикция, то тот же эффект "осуществляется в полной реальности энтелехией" (с. 260). Наконец, различие между силой и энтелехией в следующем: "В первом случае мы пользуемся категорией причинности, во втором – индивидуальности" (с. 272), т.е. энтелехия ответственна за свободу воли. Получение одинаковых результатов различными путями именуется *эквифинальностью*.

Энтелехию долго шельмовали как идеалистическое понятие, но затем оно было востребовано наукой, что прекрасно изложено у С.В. Мейена, палеоботаника и философа [*Мейен*, 1977]. Мы обратимся к энтелехии в п. 7-11, а здесь следует заметить, что представления о наличии энтелехии возникли у Дриша при эмбриологическом исследовании: ему удалось, разделив пополам начинавший развиваться зародыш, получить два нормальных зародыша, из чего он сделал вывод, что развитие есть процесс целенаправленный, а не механический.

Лучше всего эту мысль высказал в 1924 году Ганс Шпеман, немецкий эмбриолог: "Эмбриональный зачаток выглядит так, как будто бы он был построен доминирующей силой из оказавшегося налицо материала, без внимания к его происхождению..." (цит. по [*Любищев,* 1925, с. 99-100]). Это в корне отлично от возникшей позже трактовки развития как совокупности включений и выключений генов. Мы вернемся к данной теме в главе 5.

3-15. О пользе юбилеев

Увы, как часто о Дарвине берутся судить, не прочтя его! И, что еще хуже – его именем судить других. Сам Дарвин, пусть и не был в рассуждениях безупречен, но всегда искал, как мог, истину и был против обращения его взглядов в догму. Однако догма утвердилась, и до сих пор можно прочесть такое: «Согласно Дарвину... движущей силой эволюции является естественный отбор. *Именно он* и *только он* определил те пути, которыми шло развитие органического мира от самых простых до самых сложных форм». Если бы прекрасный генетик С.М. Гершензон, написавший эти слова в 1984 году, поискал у Дарвина их подтверждения, он, разумеется, ничего не нашел бы: Дарвин никогда не считал отбор единственным движущим фактором. См. статьи: "Был ли Дарвин дарвинистом?" (*Thuiller P.* Darwin йtait-il darwinienne? // LR, 1982, N 129); [*Чайковский*, 1988].

Почему, однако, столь широко принято аппелировать к Дарвину, не прочтя его? Ответить просто, вспомнив, что точно так же обходятся и с другими идеологами, например, с Карлом Марксом. Если простых ученых, деятелей чисто когнитивной истории науки, цитируют лишь те, кто ими интересуется, а потому читал или хотя бы листал, то идеологов поневоле цитируют те, кому их труды совершенно неинтересны.

Как мы уже знаем из п. 1-1, полвека назад юбилейные публикации, несмотря на их уважительный (кроме редких исключений) тон и стиль, начисто разрушили прежний образ Дарвина. Он предстал крупным, но обычным ученым, продуктом своего века и класса, знатоком в нескольких отраслях науки, но редко читавшим литературу иных школ и почти не ходившим в библиотеку. Главное же – по-новому предстало само учение.

Первым и, по-моему, самым значительным стал фундаментальный труд шведского дарвиноведа Альвара Эллегора «Дарвин и простой читатель»: *A. Ellegerd.* Darwin and the general reader. Gеteborg, 1958. Выявив в английских журналах и газетах более трех тысяч рецензий на Дарвина за 1859-1872 годы, Эллегор впервые пока-

зал, как пресса формировала дарвинизм: ученые соглашались с фактом эволюции, а репортеры и проповедники убеждали, что ей найден механизм – учение об отборе. Что именно кем признано и что подтверждено фактами, простой читатель, естественно, сам оценить не мог и не хотел. (Поясню: процесс шел приблизительно так же, как в наши дни, когда идею благотворности «плановой экономики» сменяет идея благотворности «рыночной экономики»; на самом деле речь идет о смене идеологий, имеющих равно малое отношение к реальной экономике, живущей по своим законам, плохо известным и довольно хорошо скрываемым.)

Вскоре американский дарвиновед Морз Пекхэм представил толстенную книгу «Происхождение видов Чарлза Дарвина. Меняющийся текст» (The Origin of species by Charles Darwin. A variorum text edited by Morse Peckham. Philadelphia, 1959), которую можно назвать анатомией «Происхождения видов». Фраза за фразой воспроизведен весь путь книги от первого до последнего варианта. К сожалению, изучены только лондонские издания, но счастливец, который имеет возможность положить на стол книгу Пекхэма вместе с американским, немецким и французским изданиями, где была дарвинская правка, а также всю переписку Дарвина, может восстановить ход его мысли предельно полно. Тут-то и выясняется, как Дарвин далек был от восторга своих почитателей и последователей. В сущности, это заметил еще дотошный Данилевский, но кто его читает?

Теперь подобный анализ стал доступен многим. Так, американский дарвиновед Питер Форциммер (*P.Vorzimmer.* Charles Darwin: the years of controversy. The Origin of Species and its critics. Philadelphia, 1970), пользуясь рецензиями, перепиской и трудом Пекхэма, впервые в XX веке изложил судьбу возражений Дженкина и Майварта.

Позже мне удалось, включив в анализ *нелондонские* издания, показать, что многие вставки, добавленные Дарвином в книгу, в том числе принципиальные (например, всё понимание эволюционного *прогресса*), появились вовсе не в ходе обстоятельного анализа им фактов и теорий, а в качестве разрозненных эмоциональных реплик на упреки критиков. Реплики порой противоречили друг другу и основным мыслям Дарвина, но тот зачастую забывал о них, чего мы чуть коснулись в п. 2. Подробнее см. [*Чайковский*, 1988].

Юбилей помог вспомнить «предшественников», т.е. создателей эволюционизма. Оказалось, что ученые не знали не только тех, кто был забыт задолго до Дарвина, но и тех, у кого черпал сам Дарвин. Так, был заново открыт знакомец молодого Дарвина зоолог Эдвард Блис, первый биолог, взявший у Мальтуса идею «борьбы за существование» и сам термин. См.: *Соболь С.Л.* Принцип естественного отбора в работах некоторых английских биологов... // История биологич. наук, вып. 9. М., 1962.

Удивляться нечему – далее мы узнаем о тех начисто забытых трудах, авторы которых едва сошли в могилу или даже живут среди нас. Но мы займемся ими не в видах защиты приоритета, а чтобы понять эволюцию.

3-16. Шоры дарвинизма

Чтобы понять эволюцию, надо иметь какой-то набор альтернатив, а набор этот задается мировоззрением. Забавно и грустно читать, как тот или иной автор, даже знающий и вдумчивый, не может сдвинуться с места просто потому, что не знает, куда двигаться. Ограничусь одним примером.

Недавно эколог Бертрам Мёррей (США) пришел к выводу, что естественный отбор

не годится в качестве базового понятия эволюционизма, поскольку его невозможно наблюдать, а дарвинизм не является теорией, поскольку лишь объясняет факты задним числом посредством произвольных подтверждающих рассуждений (*Murray B.G.* Are ecological and evolutionary theories scientific? // BR, 2001, N 2). Упрек достаточно обычный и, увы, столь же обычен предлагаемый выход: строить новый вариант дарвинизма, и, в частности, заменить "ненаблюдаемый" отбор на легко вычислимый "мальтузианский параметр", т.е. скорость размножения. Естественно, никакой новой теории автор не дал. (Напомню, что скорость размножения – не причина, а результат эволюции; в части 2 мы узнаем, что она никаким числом не выражается.) Ни о чем ином автор явно не знает, и тем более не может знать читающая публика. Итог узости кругозора нам уже виден – публика ныне возвращается к идее творения. Мы вернемся к этой теме не раз.

Дарвинизм, будучи единственным преподаваемым учением, донельзя суживает кругозор исследователей, и именно поэтому нам приходится так много говорить о действительной истории эволюционизма.

Глава 4. Вокруг советской биологии

Теперь нам надо погрузиться в перипетии советской науки, где познавательные аспекты порой совершенно заслонялись социальными. Зачем, казалось бы, ворошить давно преодоленное? Затем, что преодолено не всё и даже, на мой взгляд, не основное. Не только у нас, но и на Западе, как ни странно, до сих пор ссылаются на эпоху террора в советской науке как на причину поразительного отставания эволюционизма от остальной биологии последнего полувека [*Стил и др.*, с. 30]. Только сейчас мы начинаем узнавать, что "корифеи нашей отечественной физиологии … склонялись к признанию ламаркистских принципов, лежащих в основе эволюции" (*Аршавский И.А.* Мы все равноправны друг перед другом. Рига, 2002, с. 72), что уверения в полной победе дарвинизма были неправдой. О ламаркизме речь у нас пойдет позже, в части 2, а пока не будем забывать, что даже "лысенковщина", которую обычно подают как уродливую форму ламаркизма, сама себя именовала "творческим дарвинизмом". Таков был язык эпохи.

4-1. Исходные посылки

Когда в 1900 году началось развитие генетики, эволюционисты поначалу разделились на три лагеря.

Одни сочли, что дарвинизму пришел конец, поскольку появилась более простая и обоснованная теория – *мутационизм*, согласно которой новый вид возникает из прежнего скачкообразно, за счет мутации (такая теория имеет и другое название – сальтационизм, от лат. *saltus* – прыжок), причем отбору остается только одна функция, а именно отбраковка неудачных мутаций. Напомню, что, по Дарвину, отбор работает не с крупными скачкообразными изменениями (улучшение организма за их счет Дарвин полагал невероятным), а с последовательными мелкими изменениями отдельных признаков. Основателем мутационизма был, как уже говорилось, де-Фриз. Он полагал, что время от времени данный вид входит в «мутационный период», в течение которого происходит массовый переход потомков в новый вид, и даже указал конкретный вид цветковых растений – ослинник (Oenothera lamarkiana), находящийся, по его мнению, в данном пери-

оде и регулярно (с частотой выше 1/100) дающий особей новых видов.

Другие, наоборот, отвергли мутационизм как ничего не объясняющий и продолжали держаться ортодоксального дарвинизма. К ним принадлежал патриарх дарвинизма Уоллес.

Главным борцом с мутационизмом был английский статистик Карл Пирсон, писавший в 1902 году, что «вся проблема эволюции – это проблема жизненной статистики». Для статистиков же всякая эволюция представляется процессом постепенного сдвига средних величин. Тех трудностей дарвинизма, о которых у нас шла речь в главе 3 и которые привели к появлению и недолгому успеху мутационизма, сторонники данного направления попросту не видели. Как прекрасно заметил через 70 лет Б.Л. Астауров, «юный и несколько самонадеянный менделизм и замкнувшийся в себе несколько самодовольный и покрывающийся жирком дарвинизм… друг друга плохо понимали».

Третьи же признали сразу, что мутации – то самое, чего не доставало дарвинизму. Наиболее четко эту позицию заявил, как уже сказано в п. 3-12, Мензбир в том же 1902 году. От мутационизма ее радикально отличала уверенность, что эволюцию движут не «видовые мутации», скачком дающие новый вид, а небольшие скачки, слегка изменяющие отдельные признаки.

Это и был *генетический дарвинизм*. Его позицию позже выразил генетик Герман Мёллер: «Если, как утверждал Дарвин, адаптация живых организмов обусловлена естественным отбором, а не направленностью самого по себе процесса изменчивости к некоторой цели, то для того, чтобы обеспечить процесс отбора достаточным разнообразием, наследуемые вариации должны при почти любых условиях идти во многих направлениях. Однако… как удается возникнуть данным (т.е. адаптивным) вариациям в ответ на данные условия?.. В этом вопросе нам не помогает и концепция мутаций де-Фриза» (*Г.Мёллер.* Нобелевская лекция. 1946 г.).

Трудности мутационизма отмечены верно: если полезное изменение возникает сразу и сразу предъявляется на суд отбора, то главный интерес представляет не процесс отбора, а процедура образования изменения: ведь целесообразность формируется за ее счет. Если же изменение формируется постепенно, то источник целесообразности не так очевиден, и для многих (в том числе для дарвинистов и ламаркистов) его появление не выглядит столь таинственно – так уж устроено их сознание, так полагал сам Дарвин.

Есть, правда, и люди противоположного склада, для которых постепенное формирование чего-то полезного – еще большее чудо, чем мгновенное его появление. Они часто прибегают к аналогии с появлением новой мысли в голове: пусть рождение новой мысли и загадочно, но это – наблюдаемый факт, тогда как формирование той же мысли путем постепенного добавления букв к набору букв, не имеющему данного (или близкого) смысла, абсолютно невероятно. Сторонникам постепенности эта аналогия попросту неинтересна, и тут ничего не поделать.

Что касается ослинника, то пример был действительно красив: скачком появлялся новый вид (например, Oenothera gigas – рис. 14). Правда, пример был не вполне нов (мы говорили в гл. 3 о сальтациях чистотела и туи), но теперь был возможен генетический анализ. Вид Oe. gigas – тетраплоид, т.е. произошел путем удвоения набора хромосом. Поскольку эволюция как целое не может идти таким путем, теория быстро потеряла привлекательность. Как водится, при этом потеряли интерес и остались без отве-

та важнейшие вопросы, поставленные опытами де-Фриза. В частности, до сих пор никто не знает, как и почему возникают «мутационные периоды».

К сожалению, сторонники генетического дарвинизма не видели тех трудностей, какие встают при их собственном подходе к эволюции. Так, им казалось, что ни о каком «поглощающем влиянии скрещивания» (которое вроде бы доказал Дарвину Дженкин, как мы видели в п. 3-4) не может быть и речи. Каждый ген неделим и не может «измельчать», сколько ни сменится поколений. Например, Тимирязев в 1910 году писал: «Кошмар Дженкина, испортивший столько крови Дарвину, рассеивается без следа».

Так ли уж без следа? Если бы защитники генетического дарвинизма обратились к статье Дженкина, они увидели бы, что неделимый ген *предсказан в ней* как одна из логических возможностей. Вот это место: «Мы вправе предположить, что потомок спорта неуклонно воспроизводит удачное свойство без измельчания. Тогда новый вариант может заменить прежний вид. Но наследственность, которую признает такая теория, так отлична от ежедневно наблюдаемой, что ее можно назвать теорией последовательных творений; она не соответствует дарвинской теории».

Почему же проницательный инженер заключил, что таким путем нельзя «воспроизвести удачное свойство»? Почему он решил что такой вариант радикально отличается от «ежедневно наблюдаемой наследственности»? Почему, наконец, за эту возможность не ухватился сам Дарвин? Все дело в словечке «неуклонно» (faithfully), которое здесь означает (в нынешних терминах): признак должен определяться одним, и притом доминантным, геном, да и в этом случае, чтобы не затеряться, признак должен обеспечить своим обладателям плодовитость, намного превосходящую плодовитость прочих особей – ведь каждый гетерозиготный ген передается только половине детей. Да, Дженкин был прав, отрицая эволюционную роль уникальной вариации, и Дарвин справедливо соглашался с ним, но именно генетика в одном смысле помогла решить спор Дарвина с Дженкином, в смысле, о каком те не могли и подозревать. Оказалось, что ***природа не может отбирать отдельные генотипы по той причине, что каждый из них, однажды возникнув, практически никогда не появляется вновь.*** Процесс скрещивания все время перемешивает гены, и на суд естественного отбора может быть представлено только все многообразие генотипов сразу – генофонд популяции.

Рис. 14. Мутация по Де Фризу: справа Oenothera lamarkiana, слева Oe. gigas

Так что и Дарвин, и Дженкин напрасно сосредоточили все внимание на свойствах отдельного организма и на борьбе близких особей: будут они бороться или нет, рано или поздно (если, конечно, они оставят потомство) им предстоит перемешать свои гены. Уже поэтому *борьба индивидов ни сильным, ни*

слабым фактором эволюции явиться не может. Борьба за жизнь играет роль в эволюции, но лишь борьба между теми группами, которые не смешивают своих генов. Они-то и выступают как эволюционные индивидуальности – своего рода сверхорганизмы. Это в сущности и утверждает СТЭ, когда называет эволюционной единицей популяцию.

Вот почему сам термин «борьба за существование» из СТЭ понемногу исчез, оставшись лишь во фразах о Дарвине, и генетический дарвинизм безраздельно господствовал всю советскую эпоху.

4-2. Московская школа эволюционной генетики

В п. 3-12 сказано, что у истоков СТЭ стоял Мензбир. Теперь добавим другого московского[9] зоолога. В знаменитой статье «О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики», (1926) С.С. Четвериков рассмотрел вопрос о судьбе единичного мутанта, признал, что вероятность спаривания двух одинаковых мутантов ничтожна, что поэтому его мутация действительно будет «засосана» болотом исходных особей, однако вывод сделал совсем другой, нежели у Дженкина: «Но судьба ее будет все же совершенно иная, чем это мыслилось прежним эволюционистам. Геновариация (мутация - *Ю.Ч.*) не погибнет, не растворится в массе нормальных особей. Она будет существовать в гетерозиготном состоянии, из поколения в поколение оставаясь скрытой от глаз…».

Позже Четвериков признал [*Бабков*, с. 38], что для эволюции важны лишь массовые мутации, т.е. согласился, как и Дарвин, с Дженкином. Более этой темы Четвериков не касался, так что его рассуждение о гетерозиготах – единственное возражение на единственную фразу Дженкина. Тот шотландский журнал, где печатался Дженкин, в Россию не попал, и Четверикову оставалось работать с тем, что он мог прочесть у Дарвина и Тимирязева. Сложный и тонкий анализ, данный Дженкином и приведший когда-то в смущение Дарвина, остался Четверикову неизвестен.

Дженкин полагал, что анализ наличного разнообразия еще не есть анализ эволюции, и в этом был прав (см. ч. 2). Не ведая об этом ходе мысли (почти не известном тогда на Западе и почти исчезнувшем из русской литературы со смертью Страхова), Четвериков ориентировал собранную им в 1919-1924 годах группу блестящих молодых генетиков как раз на анализ генетического разнообразия ныне живущих организмов – прежде всего, дрозофил Подмосковья – как на анализ малых шагов эволюции.

Помните «математическое» возражение Беннета – Майварта (п. 3-5)? Когда возникла генетика, ему дали действительно математическую форму: в 1915 году появились расчеты английского математика Г. Нортона, где была дана оценка времени, потребного для замены худшего гена лучшим. Оказалось (как легко догадаться), что судьбы рецессивного и доминантного аллелей резко различны, но характер различий получился неожиданным.

Если полезное новшество возникает в форме рецессивного гена, то надо долго ждать, пока оно хоть немного распространится в популяции: даже аллель, несущий признак, повышающий вероятность выживания аж на 50%, достигнет, по Нортону, частоты гомозигот в 0,01% численности популяции, лишь через 2 тыс. поколений после возникновения. Если же повышение вероятности выживания равно 10%, то ждать придется почти 20 тыс. поколений, а если 1%, то – целых 200 тысяч. Это и естественно:

---

9 Далее город будет указываться только для российских (советских) ученых, работавших вне Москвы.

вероятность встречи двух носителей поначалу весьма мала. Зато потом дело пойдет куда быстрее: три указанных аллеля завладеют всей популяцией (точнее, составят 99,9% ее численности) через 120, через тысячу и через 10 тыс. поколений соответственно.

У доминантных аллелей наоборот: полезный признак легко овладевает популяцией, зато неспособен за приемлемое время вытеснить рецессивную исходную норму: даже при подавляющем превосходстве (повышение вероятности выживания на 50%) надо ждать 4 тыс. поколений, пока частота прежней нормы упадет до 0,1% в гетерозиготах. При вероятностях 10% и 1% ждать надо 20 тыс. и свыше 200 тыс. поколений соответственно.

Но на самом деле за 20 тыс. поколений изменяется не один признак, а вся организация; 20 тыс. поколений – это чуть больше расстояния от нас до питекантропа. Вывод Нортона был прост: таким механизмом ничего, кроме сдвига частот, достичь невозможно, и на самом деле *эволюция может идти лишь крупными скачками* [*Бабков*, с. 30].

Приведя эти численные данные, Четвериков ни словом не обмолвился о выводе, какой из них был сделан Нортоном. Наоборот, он декларировал: «Таблица Нортона учит нас тому, что всякий эволюционный процесс, вызванный отбором, безразлично для доминантных или рецессивных форм, всегда идет до конца, до полной замены менее приспособленной формы более приспособленной. Она же учит нас тому, что отбор подхватывает и окончательно закрепляет каждое, даже самое незначительное улучшение организма». (Вновь вспомним Данилевского: чего хочется, в то и верится. Но в данном случае получилась прямая ложь.)

Что же имел в виду Четвериков? А вот что: он изменил само понимание эволюции. Он *назвал* эволюцией процесс изменения частот генов. Правда, он отметил, что процесс распространения рецессива почти невозможно начать, а доминанта – закончить, но вывод и тут сделал самый оптимистический для дарвинизма. Вот откуда идет отмеченная мною в начале книги традиция называть эволюцией не появление новых форм, а сдвиг генных частот.

4-3. Системное понимание отбора

В действительности Четвериков не был столь прост, как может показаться, и в той же статье начал рушить свою благостную схему. Как бы вторя Рузвельту (см. п. 3-7), Четвериков писал: «Систематика знает тысячи примеров, где виды различаются не адаптивными, а безразличными (в биологическом смысле) признаками, и стараться подыскивать им всем адаптивное значение является столь же малопроизводительной, как и неблагодарной работой, где подчас не знаешь, чему больше удивляться – бесконечному ли остроумию самих авторов или их вере в неограниченную наивность читателей». Его правоту легко видеть на рис. 15.

Сам он делил эволюцию на два процесса – происхождение видов, к отбору не относящееся («Истинным источником… происхождения видов является не отбор, а изоляция»), и прогрессивную эволюцию, причиной которой «является борьба за существование и вытекающий из нее естественный отбор». Как обычно, второй процесс никаким примером не пояснен, и мне остается только напомнить, что, например, Коп решал тот же вопрос прямо противоположно (п. 3-10): происхождение вида полагал обязанным отбору, а прогресс – нет.

Напомнив позицию Уоллеса (по Уоллесу, от всякой нормы возможно отклонение как в сторону ухудшения, так и в сторону улучшения данного свойства – п. 3-5),

Четвериков выразил уверенность: «Любая вновь возникающая геновариация может оказаться по отношению к отбираемому признаку либо его «усилителем», либо его «ослабителем». В случае «усилителя» отбор ее подхватит и в последующих поколениях распространит этот ген на все население, усилит отбираемый признак. Таким образом, действие отбора не прекращается с переходом отбираемого признака в гомозиготное состояние, а продолжается и дальше... Отбирая один признак, один ген, отбор косвенно отбирает и определенную, наиболее благоприятную для проявления данного признака генотипическую среду – генотип».

Здесь была доведена до рядовых умов та мысль Уоллеса, которую ее автор так и не смог сделать популярной: что отбору подвергаются отнюдь не признаки (как писал Дарвин), а вся организация – то ли организма, то ли популяции, то ли иного коллектива – смотря что описывается. Например, когда-то Уоллес утверждал, что яркая и вычурная окраска самцов вызвана вовсе не выбором со стороны самок, а тем, что самцы, пышущие здоровьем, заодно и сильнее раскрашены. Пример был неудачен, но мысль интересна: отбирается не признак, а общая жизнеспособность.

Читатель может спросить: чем это лучше чистой схоластики Уоллеса, которую даже ортодоксальные дарвинисты сто лет не вспоминают? По-моему, это интересно, поскольку впервые показано, что вся идеология неопределенной непрерывной изменчивости («по Дарвину») может быть использована и впредь, если всякий ген трактовать как «усилитель» или «ослабитель» данного свойства. Объяснительные возможности дарвинизма сильно расширяются за счет введения таких понятий, как постоянный ген (неспособный к «измельчанию» и «растворению»), рецессивность, гетерозиготность, фенотип и т.д. Эти понятия вполне заменяют дарвинистам отсутствие примеров реальной эволюции и позволяют игнорировать возражение Дженкина.

Через полвека после статьи Четверикова такое понимание отбора было названо *системным*, но тогда оно осталось никем не замечено как ненужное – ни сторонникам, ни противникам. Подробнее о знаменитой статье Четверикова см. в книге [*Бабков*] и в моей работе *Чайковский Ю.В.* БПС, 1997, N 22).

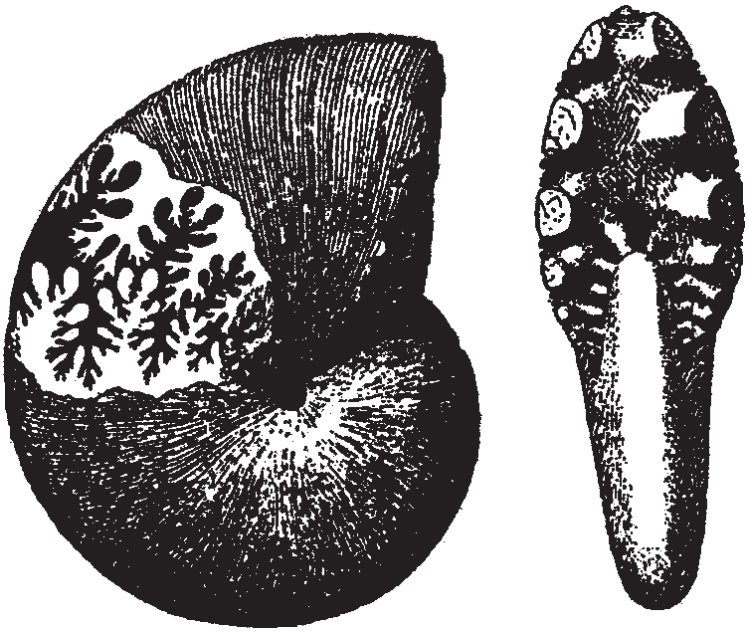


Рис. 15. Раковина аммонита Phylloceras (юрский период). В одном месте оболочка раковины счищена, чтобы показать сутуру (шовную линию). Характер сутуры является главным при различении видов аммонитов, но вряд ли кто-нибудь станет утверждать, что различие этих причудливых завитков полезно в борьбе за жизнь

К сожалению, сторонникам системного отбора можно задать тот же вопрос, что мутационисту: если общая жизнеспособность служит объектом отбора сама по себе (а не через отдельно отбираемые признаки), то откуда она берется? Какая сила ее формирует и не она ли – самое интересное? Ответ системного дарвинизма прост: жизнеспособность формируется отбором. Тем самым, мы подошли к самой важной (и трудной для постороннего) теме дарвинизма – «творческой роли отбора».

4-4. Эволюция и политика

Увы, Четверикову, так близко к этой теме подошедшему, развить ее не пришлось. В начале 1929 года он был под нелепым предлогом арестован. Его начальник Н.К. Кольцов бросился к высокому начальству, ему помог А.М. Горький, и их ждал успех – Четвериков был всего лишь сослан. Но в Москву он никогда больше не вернулся, и группа его распалась. Об этом, как и о многом другом, можно прочесть в статье: *В.В. Бабков.* Н.К. Кольцов: борьба за автономию науки и поиски поддержки власти // ВИЕТ. 1989, N 3.

Однако советская репрессивная машина, выросшая из царской охранки, окрепшая в годы Гражданской войны и шлифовавшая методы на политических процессах 1920-х годов, в целом не была тогда брошена против ученых. Весной 1929 года она получила неслыханное по размерам и опасности задание: уничтожить крестьянство как отдельный класс. Согласно негласной доктрине тогдашнего социализма, в СССР полагалось остаться всего двум классам – пролетариату и бюрократии. Крестьянству надлежало стать частью первого, а ученым, как и всей интеллигенции – распределиться между первым и вторым. Террор обрушился на крестьянство, а основная масса ученых продолжала пока работать.

Наша тема – биологическая эволюция, а не политика, но некоторых научных течений и выводов просто нельзя понять, не погрузившись в тогдашнюю обстановку. В п. 3-5 мы упоминали имя Гальтона, а сейчас пора сказать, что он был основателем печально известного направления в дарвинизме, которому дал имя – *евгеника* (от лат. *eugeneus* – благородный, наилучший). Евгеника утверждает, что человеческую природу можно улучшить посредством селекции (искусственного отбора). Мысль такая высказывалась не раз в древности (Феогнид, Платон – см. гл. 1), а затем многими утопистами, так что дарвинизм лишь подвел под нее «научную» базу (почему тут уместны иронические кавычки, мы узнаем в гл. 6, когда познакомимся с началами диатропики).

На горе себе и сотрудникам, Кольцов развивал тот вариант евгеники, который коммунистическая идеология признавала буржуазным: отрицая НПС, он видел задачу евгеники только в организации размножения (или устранения от размножения) определенных пар. Наоборот, «пролетарская евгеника» делала упор на воспитание – в уверенности, что удачно воспитанные породят удачное потомство. Понятно, что с установлением открытого противостояния СССР и Германии (где «буржуазная» евгеника свирепствовала) Кольцов и его институт были обречены.

Однако дарвинизм не только продолжал существовать в СССР, но и стал правящей идеологией коммунистов, что вроде бы странно – ведь его исповедовал Запад. Разве идея медленного накопления случайных вариаций могла нравиться преобразователям мира, крушившим старое и молниеносно воздвигавшим новое? Вряд ли. Проблема не исследована, и я могу только процитировать Любищева: он отмечал «выдвижение марксизмом на первый план наиболее примитивных потребностей, которые в действительности лишь ограничивают рамки развития (подобно естественному отбору), но отнюдь не являются движущими причинами развития общества» (*Любищев А.А.* Понятие эволюции и кризис эволюционизма. // Известия Биол. ин-та при Пермском унив-те. 1925, т. 4, вып. 4, с. 151. В издании [*Любищев*, 1982] это место, и только оно, искажено). В остальном мне остается высказывать свои догадки. Большевики были равнодушны к эволюции вообще и к дарвинизму в частности – их занимала не эволюция, а революция. Но победив, они, как и все победители, нужда-

лись в новой идеологии и важную часть ее увидали в биологической теории, основанной на идее всепроникающей борьбы. Именно эта идея привлекала в дарвинизме Маркса и Энгельса, хотя оба смеялись над стремлением Дарвина видеть в природе буржуазное общество (подробнее см.: *Чайковский Ю.В.* История науки и обучение науке (на примере дарвинизма) // ВИЕТ, 1987, N 2).

Коммунисты сталинской поры уже не нуждались в революционной идеологии, им нужна была именно эволюция путем борьбы, с тем лишь условием, что в идеологии речи быть не могло ни о сверхдалеких целях, требующих тысяч поколений, ни о борьбе на уничтожение среди своих (фактически как раз она шла внутри когорты прежних соратников).

Первое условие обеспечивал дарвинизм по Геккелю (с НПС и упражнением органов), что вскоре было сформулировано в партийной литературе (см.: *Б.М. Завадовский*. Дарвинизм и марксизм. М.-Л., 1926). А второе условие обеспечил в 1930-х годах выдвиженец-агроном Т.Д. Лысенко: он предложил свой «творческий дарвинизм», где не было ни случайных мутаций, ни внутривидовой борьбы. За этот вариант дарвинизма компартия держалась до падения власти Хрущева (1964 г.).

Вот почему эволюционисты работали под большим, чем остальные биологи, идеологическим прессом, но до воцарения Лысенко (1948 г.) все-таки могли работать, что и дает нам материал для рассказа.

4-5. Ученики Четверикова: мутации и отбор

Летом 1926 года ученики Четверикова П.Ф. Рокицкий и С.М. Гершензон привезли с Кавказа 239 особей Drosophila melanogaster, потомство которых (151 тыс. мух в двух поколениях) дотошно исследовала вся лаборатория. У 239 особей было найдено 33 различных гена, по которым они были гетерозиготны, причем всего зафиксировано 632 гетерозиготных рецессивных гена, т.е. каждый из них в среднем встретился 19 раз, а на исходную особь их пришлось по два-три. Разумеется, обнаружена была лишь небольшая часть признаков (наиболее легко видимые при просмотре).

Так рухнуло прежнее представление о некоем «диком типе»: несмотря на внешнее сходство, двух генетически одинаковых особей в популяции не бывает (позже это подтверждалось на самых разных объектах). Еще более замечательно было распределение 33-х обсчитанных генов: один был найден у 50% особей, другой у 40%, третий у 28%, четвертый у 11%, еще два – у 7% каждый, причем всем им «едва ли можно приписать какое-либо биологическое значение», ибо они определяли различие в числе щетинок, жилковании крыла и т.п.; поэтому причина их широкого распространения в популяции «остается пока для нас неизвестной» (*Четвериков С.С.* Проблемы общей биологии и генетики. Новосибирск, 1983, с. 225).

Основная масса гетерозигот встретилась по 1-2 раза (т.е. менее 1% исходных особей), и среди них были явно вредные. Ни одного случая вариации гена, который можно было хотя бы предположительно счесть улучшающим исходный генотип, найдено не было. Это не помешало Четверикову сделать свои выводы. По его убеждению, для эволюции имеют значение не единичные мутации, с которыми «никакого дела не сделать», а тот «громадный запас наследственной изменчивости, из которого отбор может черпать... когда необходимо» (там же, с. 226).

Тем самым, Четвериков занял ту же позицию, что за 60 лет до него Дарвин, в ответ на возражени Дженкина признавший эволюционную роль массовых, а не единич-

ных вариаций. Новым было то, что вывод делался на основании численных данных, и данные эти относились как раз к признакам, по мнению самого Четверикова не явившимся результатом отбора. Чем же объяснить подобный вывод? Историк науки В.В. Бабков справедливо считает: «Четверикову прежде всего было важно утвердить общие принципы исследования: совместимость генетики и дарвинизма... Экспериментальные же результаты были важны лишь как иллюстрация этих положений».

Мы уже не раз видели, как обманчива подобная цель и как опасно видеть в опытных данных иллюстрацию своих убеждений.

Забегая вперед, отмечу важную деталь: различие частот в 7 раз (7% и 50%) между неселективными, неотобранными признаками гласит, что изменчивость чем-то упорядочена (чем? Четвериковцы ответили: прежними случайными колебаниями численности). Этому в книге [*Бабков*] посвящена глава «Генетико-автоматические процессы». В те же годы был дан и другой ответ, о котором скажу в п. 6-11*, когда речь пойдет о гиперболах Виллиса.

4-6. Ученики Четверикова: творческая роль отбора

Вопросы конкретного действия отбора у самого Четверикова совсем не были разработаны, и ученики смело взялись за них. Сперва Астауров описал мутацию *tetraptera* (четырехкрылость), при которой у мухи появляется на месте жужжальца крыло второй пары, давным давно всем отрядом двукрылых утерянной (рис. 16). Подобные случаи многократно приводились в качестве примера сальтационной эволюции, но четвериковцы по столь легкому пути не пошли, справедливо отметив, что эта сальтация, во-первых, не может быть поддержана отбором, поскольку добавочное крылышко неработоспособно (всё равно нужны добавочные мутации), и во-вторых, являет собой путь назад, в прошлое, а не вперед: как принято считать, двукрылые (мухи и комары) произошли от четырехкрылых предков.

Что же тогда дала работа Астаурова для понимания эволюции? А вот что. Он отметил феномен **генетической нестабильности**: мутация *tetraptera* возникает исчезающе редко, зато возникнув, может проявляться у потомства с самыми различными частотами (различия в десятки раз). Притом различия возникают из-за различий условий среды: на холоду частота *tetraptera* не превышает 1%, а в тепле достигает 35%. Естественно возникает мысль, что мутация может делать неустойчивым какой-то ген, который включает, в зависимости от условий, в каких развивается зародыш, определенный механизм развития особи. Это дает возможность ввести в схему эволюции влияние внешней среды, причем ввести без НПС; поэтому генетическая нестабильность смогла стать предметом интереса эволюционистов в годы безраздельного господства неодарвинизма.

Отбор создает тут не сам отбираемый признак, а лишь условия для его реализации. Отсюда всего шаг до понимания *творческой роли отбора*. О ней говорил еще Дарвин, а яснее всех – Уоллес, когда писал: «Каждое преуспевающее поколение под влиянием наследственности получает все большее преимущество. так что шанс воспроизвести нужную вариацию будет все выше». Другими словами, преуспевающие (те, кого отбор в прошлом пощадил) получают некие новые возможности для пощады в будущем.

Каковы эти возможности, оставалось неясно, и с рождением генетики вопрос обострился: один из первых генетиков, датский ботаник Вильгельм Иоган-

нсен (ему, кстати, принадлежит сам термин «ген») убедительно показал на своих объектах, что никакой новой изменчивости отбор не создает, ***отбор может лишь выбрать лучшее из наличного.***

С ним спорили, и еще в 1907 году американский генетик Вильям Касл показал, что в условиях искусственного отбора может возникать такая изменчивость, какой до начала опыта в популяции не было. Он разводил «капюшонных крыс», т.е. белых крыс с черной шерстью на голове и черной полоской вдоль спины, и отбирал среди них две противоположные линии – с минимальным и с максимальным «капюшоном». Ему удалось вывести крыс с окраской, до тех пор неизвестной – как почти без черной, так и почти без белой шерсти (рис. см.: БПС, 1997, N 22, с. 7).

Поскольку наследование «капюшона» определялось одним рецессивным геном (подчинялось закону Менделя), Касл сделал вывод, что сам этот ген в ходе отбора изменяется в зависимости от того, с каким аллелем (светлым или темным) соседствует в гибриде. Сторонники Иоганнсена дали другое объяснение, допустив существование «генов-модификаторов», мутация которых меняет проявление данных генов. К ним примкнули и Томас Морган, и Четвериков. Генетики надолго разделилось на два лагеря – одним естественнее казалось признать изменяемость гена (и обойтись без модификаторов), другим наоборот – признать модификаторы, чтобы не расставаться с идеей неизменного гена. Суть же дела (может ли в ходе отбора создаваться новая изменчивость) осталась невыясненной.

Этим в 1932 – 1940 годах занимался Рокицкий, в опытах которого велся отбор дрозофил на увеличение и на уменьшение числа грудных щетинок при условии рентгеновского облучения. Выявилось три группы результатов. В первой даже долгий отбор никакой новой изменчивости не породил; во второй после 30 поколений безрезультатного отбора изменчивость вдруг резко возросла, дала материал для отбора, а затем вновь упала; в третьей изменчивость возрастала каждые 5-10 поколений, что обеспечило длительный успех отбора.

Рокицкий истолковал эту картину по Четверикову, через генотипическую среду: «Первое наследственное изменение, действительно новое, вскрывает целый ряд других, фактически уже бывших, но прежде бесполезных для отбора», а толкование по Каслу отверг на том основании, что отбор оказался эффективен лишь в малой доле подопытных линий. Конечно, это было лишь толкование. Оно предполагало наличие (в скрытом состоянии) огромной изменчивости именно по отбираемому признаку, причем не у всех, а лишь у немногих линий. Откуда она регулярно бралась? Именно этот вопрос заставил когда-то многих склониться к ламаркистской идее, так что законен новый вопрос: а может быть, Рокицкий открыл всего лишь тот факт, что механизм Касла включается не всегда, а изредка, в результате мутации?

Получился бы красивый синтез ламаркизма с мутационизмом. Однако в те годы генетики искали синтеза совсем иного (того, что вскоре получил имя СТЭ), ламаркизм оказался ненужен и был забыт на полвека.

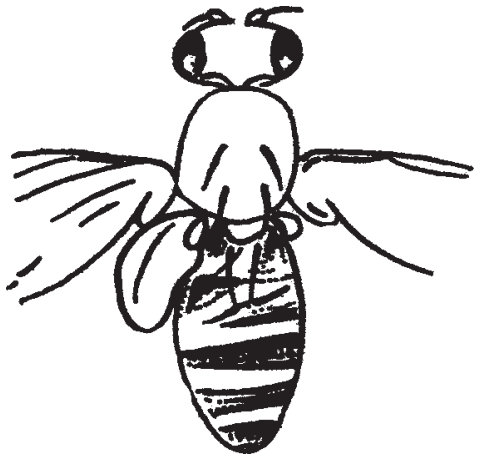


Рис. 16. Мутация *tetraptera* (рисунок Е.И. Балкашиной, 1929 г.)

Но не будем вступать в спор толкователей, это бессмысленно. Замечу только, что Рокицкий дал именно *то понимание творческой роли отбора, которое господствует в дарвинизме поныне*: отбор является творческим фактором эволюции не потому, что изменяет характер изменчивости в нужную сторону, а потому, что вместе с нужным признаком отбирается и та генотипическая среда (ныне говорят: генетическая система), в которой могут с достаточной частотой возникать нужные изменения. Показать, что эволюция идет именно так, никто пока не пробовал, но и опровергнуть данное утверждение вряд ли возможно ввиду его неопределенности. Можно выбирать толкование по душе, но мы этим заниматься не будем. Ведь все примеры "творческой роли отбора" относятся к акциденциям (побочным свойствам – п. 1-6*) и даже если их признать, эволюцию не объясняют.

4-7. Ученики Четверикова: генетика развития и эволюция

Если у насекомого оторвать усик, на этом месте может вырасти беспомощная лапка. Такая же лапка сама вырастала на месте аристы (ветвистого стерженька на конце усика) у потомства одной из кавказских дрозофил, изученных четвериковцами. За ее исследование взялась Е.И. Балкашина, назвавшая мутацию термином *aristopedia*, подчеркнув этим направление замены – аристы на ножку.

Появление одного органа на месте другого именуют **гетероморфозом** или **гомеозисом**. Гетероморфоз по-гречески значит *иначе сформированный*, а гомеозис – *уподобление*. Как видим, оно может быть и прижизненным, и наследственно обусловленным. Исследуя развитие органа, Балкашина установила, что в обоих случаях формирование идет сходным образом.

Явление оказалось общим у членистоногих. Балкашина суммировала литературу почти за сто лет, так что в 1928 году смогла резюмировать: «Ряд гомеозисов, возникших вследствие изменения наследственной субстанции и развивающихся в организме в течение его эмбриональной жизни, является параллельным ряду совершенно аналогичных гомеотических изменений, происшедших путем регенерации». Таким образом, «силы в организме, определяющие развитие органа, действуют одинаково как при внешнем воздействии (экстирпация [вырывание – *Ю.Ч.*] органа), так и при внутреннем воздействии (генотипическая изменчивость)».

Иными словами, отмечен параллелизм между прижизненными и наследственными изменениями. В сущности, это – продолжение той вековечной идеи, которой мы касались в главе 2 в связи с именами Вольфа, Кильмейера и других и которая привела Геккеля (уже в дни Дарвина) к «биогенетическому закону». Только речь у Балкашиной шла не о том, что потомок невесть зачем и почему повторяет своим зародышем историю взрослых предков (по Геккелю), а о единстве законов формообразования (по Кильмейеру). Впервые было показано, как именно мутация меняет строение организма: в данном случае она переключает онтогенез с одного пути на другой, притом – на уже существующий в том смысле, что для него у организма есть программа.

Результат сам по себе замечательный, но Балкашина сделала больше: она определила место гена, чья мутация вызывает данный гомеозис, на хромосоме и заметила, что там же в тесном соседстве располагаются три другие (все известные тогда у дрозофил) гомеозисных гена, в том числе и исследованный Астауровым ген, давший мутацию *tetraptera*. Открытые позже другие гомеозисные гены оказались там же. Четвериковцы поняли, что тут кроется какой-то эволюционный смысл.

Германо-американский генетик Рихард Гольдшмидт быстро оценил эти открытия и положил их в основу своей теории эволюции путем *системных мутаций*. Теория постулировала, что виды и другие таксоны образуются скачком (сальтационно), причем отличие от де-Фриза состояло в конкретизации путей: системная мутация меняет хромосому как целое и в особенности – гомеозисную область; формируемый таким путем новый организм Гольдшмидт нарек *обнадеживающим уродом* (hopeful monster), подчеркнув этим, что вопрос о его будущем решает отбор (в понимании де-Фриза). Развитием идей Балкашиной сделали себе имя и некоторые другие биологи. Саму Елизавету Ивановну судьба тоже не обошла вниманием: как почти все четвериковцы, она была арестована, сослана и жила в Казахстане с дочерью до конца дней. С некоторыми обошлись куда как хуже. (Это и многое другое любезно сообщил мне Бабков.) О четвериковцах можно писать бесконечно, но я ограничусь еще тремя эпизодами.

4-8. Ученики Четверикова: генетика формальная и не очень

Николай Беляев с детства любил бабочек и, поступив в Московский университет, сблизился с лучшим тогда в России лепидоптерологом (специалистом по бабочкам) – Четвериковым. Под его руководством Беляев, как и все, изучал дрозофил, но после ареста учителя вернулся к бабочкам, став вскоре ведущим в мире знатоком их генетики.

В те годы бурного развития генетики многие были уверены, что она и только она дает биологии подлинную базу, и искали, в частности, эволюционное родство в сходстве хромосомного аппарата. Беляев отдал дань этой идеологии – например, поддержал гипотезу об общем предке бабочек (Lepidoptera) и ручейников (Trichoptera) на том основании, что в обоих отрядах (и, среди насекомых, только в них) самки гетерозиготны по половым хромосомам (система WZ, в отличие от обычной для большинства организмов системы XY, где гетерозиготны самцы). С этим доводом трудно спорить, но Беляев же предостерег от увлечения хромосомной систематикой, напомнив, что сходство хромосомного аппарата у таксономически близких (в классическом смысле) групп далеко не всеобще: даже число хромосом, будучи приблизительно постоянно у некоторых крупных групп, у других групп сильно варьирует в пределах рода, а иногда (например у бабочек рода *Biston* из семейства пядениц) даже в пределах вида.

Самое полезное для страны, что мог сделать тогда лепидоптеролог – заняться шелководством, что Беляев и сделал, сперва в Ташкенте, а затем в Тифлисе. (Тем же занялся Кольцов в Москве, а позже и Четвериков в Горьком.) В считанные годы советским генетикам удалось, несмотря на репрессивную обстановку, создать пригодные для местных условий породы шелкопрядов. Тогда, до эры синтетики, парашютный шелк был важным стратегическим материалом, и ссыльный Четвериков даже получил орден.

А вот острый на язык Беляев был в 1937 году арестован и вскоре расстрелян. Его работы успешно продолжил В.П. Эфроимсон (позже прославившийся и в медицинской генетике), которому дали даже стать доктором наук, но потом (в 1948 г.) все же дали 10 лет лагерей. Блестящие, прерванные в самом расцвете работы Беляева важны для нашей темы вот чем: он впервые показал практически, что невозможно отбирать «полезные признаки», если те входят в какой-либо единый комплекс (отбор на хорошие коконы приводит к снижению жизнеспособности, скорости размножения, и

т.д.), зато можно легко и быстро отбирать сами комплексы. Идея системного отбора, пусть и осознанная много позже, торжествовала уже тогда.

Как же тогда удается получать хорошие породы? Словами Бабкова: «Ближайший практический вывод, который и сделал Эфроимсон, – требование выводить и испытывать породы в провокационных условиях», т.е. в среде, имитирующей «неблагоприятные условия промышленной выкормки». Конечно, и ламаркисты, и жоффруисты скажут, что этим шелководы признали влияние среды на наследственность, однако дарвинисты сочли достаточным вновь сослаться на «модифицирующие факторы». Так и живем.

Другой эпизод касается открытия молекулярной основы наследственности. О загадочной природе вещества наследственности писали многие; из упомянутых ранее эволюционистов XIX века назову хотя бы Спенсера и Геккеля, проводивших аналогию предполагаемого копирования наследственных признаков с кристаллизацией. По словам историка, обследовавшего этот вопрос, работ на эти темы было полторы сотни (*А.П.Пилипенко*. Проблема информационных молекул и матричного биосинтеза в XIX – первой трети XX века. // ВИЕТ, 1988, N 2), и последним в списке (по порядку, но никак не по значению) назван Кольцов.

Кольцов на съезде зоологов в Ленинграде (1927 г.) напомнил, что вопрос имеет большую литературу, и сделал странный для нас шаг – отверг гипотезу, согласно которой веществом наследственности является нуклеиновая кислота. Для него было несомненно, что этим веществом может быть только белковая нить и что хромосома составлена из двух одинаковых нитей[10] . Его речь на съезде важна своими эволюционными репликами.

Вот одна из них: «Конечно, в основе процесса эволюции белковых молекул наблюдается некоторая закономерность ... И если у одного вида млекопитающих замена метиловой группы ионом водорода в определенной аминокислоте вызывает, положим, альбинотическую мутацию, то естественно, что такая же мутация может появиться независимо в параллельных рядах близких видов, может и повторно возникнуть у того же вида. Однако… хромосомные молекулы настолько сложны (допуская сантильоны изомеров), что из всех возможных комбинаций до сих пор в течение жалких 1000 миллинов лет существования Земли осуществлена лишь ничтожно малая часть их» (*Кольцов Н.К.*. Организация клетки. М.-Л., 1936, с. 490). Тут мы подошли к третьему эпизоду.

Смысл реплики в том, что «некоторая закономерность» эволюционного процесса не только признается, но и прямо связывается с параллельными рядами наследственной изменчивости, о которых у нас шла уже речь в п. 3-10; однако отмечено и то, что ряды эти не могут сами по себе объяснять закономерности эволюции, поскольку природой «осуществлена лишь ничтожно малая часть» возможных вариантов, а потому надо объяснить появление именно наблюдаемых форм, а не каких-то еще.

---

[10] Н.В. Тимофеев-Ресовский, ученик Кольцова и Четверикова, позже заменил одинаковые нити на комплементарные (как комплементарны позитив и негатив), чем ввел идею *конвариантности*, оказавшуюся пророческой. “Возможно, самый важный вклад Н.В. в науку — концепция конвариантной редупликации” (*Шноль С.Э.* Н.В. Тимофеев-Ресовский // БПС, 1996, N 45, с. 8). Н.В., работая в 1925-1945 гг. в Германии, оказался одним из основателей военной радиобиологии (отсюда “устрашающие легенды о его прошлой деятельности в Германии” — *Чесноков В.А.* Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский // БШ, 2000, N 6, с. 21); в 1945 г. попал в советский лагерь, где стал инвалидом; затем был ведущим радиобиологом СССР. Его эволюционные взгляды легли в основу СТЭ и изложены им в БЖ, 1958, N 3.

И Кольцов пояснял: «Без дарвиновского принципа естественного отбора и отметания неприспособленных фенотипов белковые молекулы находились бы до сих пор в самом начале своей эволюции и дифференцировки… А вместе с исчезнувшей молекулой уносятся безвозвратно и квадрильоны комбинаций, которые, согласно законам номогенеза, могли бы возникнуть в ходе дальнейшей эволюции… Поэтому я считаю, что мы и теперь, как 50 лет назад, имеем право спокойно утверждать: естественный отбор творит новые формы». Значение слов «отбор творит» мы разобрали в п. 6. Осталось пояснить сантильоны, квадрильоны и номогенез. Сантильон – это единица с тридцатью нулями, квадрильон – с пятнадцатью, т.е. корень квадратный из сантильона. Столь огромное число наследственных комбинаций означает, что изменчивость предполагается по Дарвину – случайная ненаправленная.

Но всегда ли так на деле? Четвериковцы задумывались над этим, особенно Д.Д. Ромашов, мало печатавшийся, но щедро даривший всем свои мысли. В начале 30-х Ромашов оказался в казанской тюремной психбольнице и был надолго потерян для науки, зато другого четвериковца, Гершензона, ждал успех, и в 1939 году он опубликовал в «Докладах АН СССР» заметку «Вызывание направленных мутаций у *Drosophila melanogaster*». Вряд ли автор тогда подозревал, что она открывает новую эру в эволюционизме и рушит его собственный взгляд на мир. О ней поговорим в главе 5.

А что такое номогенез, который у Кольцова как бы извлекает корень из изменчивости? **Номогенез** – это *эволюция на основе закономерностей*. Реплика Кольцова – видимо последнее сочувственное упоминание учения, которое затем полвека разрешалось только поносить, не разъясняя сути, а лучше всего – не упоминать вовсе. Номогенез для Кольцова – несомненный эволюционный факт, указывающий на механизмы, поставляющие материал для отбора. Номогенез, по Кольцову, дан нам в наблюдении параллельных рядов изменчивости. Поступим и мы так же: сперва поговорим о рядах, а через них уже перейдем к номогенезу.

4-9. Ряды и номогенез

Как уже говорилось в главе 3, сейчас модно говорить о *презумпции* объяснений «по Дарвину»: мы-де согласны, что дарвинизм не всё объясняет, и пользуемся им только до тех пор, пока нам не докажут, что он неверен. Такой взгляд мало отличается от прежнего догматического дарвинизма («отбор и только он…» – п. 3-15); оба дают возможность успокаиваться любым доводом в свою пользу, а искать иных путей познания, наоборот, не дают. Дело в том, что сторонники презумпции могут признать ложность какого-то своего примера (например, признать, что именно вот этот вычурный рисунок не мог быть отобран), но их теоретическую базу таким путем изменить невозможно: ведь презумпция заставляет их стоять на старом, пока не опровергнуты все до единого примеры в пользу старого убеждения. На это ни у кого сил не хватит, да и скучно это.

Сходна позиция ламаркистов: если ламаркист не может придумать, как можно развить путем упражнения какое-то свойство (например маскирующую окраску), то признает трудность только в этом конкретном случае.

Совсем иной оказывается позиция номогенетиков: их исходный пункт (параллельные ряды) реально наблюдаем, а не додуман. Это конечно не значит, что у них нет презумпций, но все-таки их учение можно начать не с презумпции, а с осмысления

фактов. Ведь примеров отбора мало (хороших вообще нет), а ряды наблюдаются во всем. В п. 7 приведена цитата Балкашиной о рядах формообразований, а в п. 3-10, шла речь о рядах сходных (но таксономически далеких) организмов. С рядами сталкивается любой систематик, но относятся к ним систематики весьма различно. Напомню хотя бы, что параллелизм между сумчатыми и плацентарными (в обоих подклассах есть свои хищные, свои грызуны, свои насекомоядные и т.д., а среди хищных – свои медведи, свои собаки и т.д.) Геккель объяснял независимым приспособлением к сходным условиям существования, а Коп – сходством законов формообразования.

Читатель спросит: как на самом деле? Отвечу: на самом деле каждый выбирает то объяснение, какое ему понятнее. Есть, правда, несколько примеров, гораздо проще объясняемых с одной позиции, чем с другой, но простота объяснения никогда противников убедить не может (зачем вводить новое, если мне нравится старое?). И даже если с одной из позиций нет никакого объяснения какому-то классу фактов, ее сторонники могут сослаться на неясные прошлые обстоятельства или на непременные будущие открытия. Со времен Спинозы (XVII век) такой довод именуется *asylum ignorantiae* (убежище невежества – *лат.*).

Но как тогда вообще новое входит в науку? В точности этого никто не знает, и господствует то объяснение, которое дал Кун (см. п. 2-1): в рамках нормальной науки новое входит быстро и сравнительно безболезненно, а всё остальное копится в ожидании очередной научной революции. Как отмечено в п. 3-13, ей сопутствует смена презумпций. Долг ученого видится мне в том, чтобы выискивать и осмысливать новое, связывать его со старым, а не ждать революции, т.е. не следовать консервативному большинству.

Ряд одинаковых покровительственных окрасок (белый медведь, белая куропатка, заяц-беляк и т.д.) естественно считать рядом независимых приспособлений – неважно, по Дарвину, по Ламарку или еще как-то. Подобные примеры кочуют из книги в книгу, но никогда не соседствуют в них с такими рядами, как, например, ряды сходных форм раковин (самых разных моллюсков и даже – одноклеточных фораминифер) и ряды листьев.

Обыкновенный остролистный клен и платан столь сходны контуром листа, что новичок их путает. Этот клен так и называется – платановидный, *Acer platanoides*. Чем такой лист может быть полезен дереву, никто до сих пор не придумал, а обычное «когда-нибудь узнаем» все меньше удовлетворяет сомневающихся: ведь вопрос задают уже триста лет (с тех пор, как естественное богословие занялось придумыванием назначения всем ясно видимым особенностям организмов – см. п. 1-12), а ответа нет ни для каких контуров и, насколько знаю, его никто даже не ищет. Зато сами контуры выстраиваются в великолепные параллельные ряды.

Возьмем, к примеру, всевозможные клены (120 видов) и расположим их листья в горизонтальный ряд – от остролистного клена (кончики листа не просто остры, но снабжены иголочками) через контуры простой пятипальчатый, размытый пятипальчатый, округлый и яйцевидный и т.д., до ланцетовидного. Под этим рядом расположим ряд листьев различных смородин (150 видов) – он будет похожим, хотя на месте первого члена ряда будет пропуск: кажется, нет смородины с иголочками на концах листа. Ниже можно поместить ряд листьев семейства аралиевых (в него входят, в частности, плющи, листья которых сходны с листьями смородин) – картина будет примерно та же (рис. 17).

Есть клены со сложным листом, состоящим из пяти ланцетовидных листочков, но и среди аралиевых есть такой лист – у женьшеня. Можно добавить и другие ряды, например, ряд платанов, только платанов мало (10 видов), поэтому в их ряду будет много пробелов. При этом остроконечные формы образуют свою вертикальную колонку, округлые – свою, яйцевидные – свою, сложнолистные – свою и т.д.

Вам это что-нибудь напоминает? Многим напоминает и даже очень – периодическую таблицу химических элементов. Как и в химии, иногда с помощью рядов удается даже сделать прогноз (указать еще не открытый вид), что в биологии казалось бы немыслимо. Первый такой прогноз удался ботанику Н.И. Вавилову. Сравнив разные виды пшеницы и ржи, он обнаружил полный параллелизм, полный настолько, что отсутствие одного-единственного вида ржи – безлигульная пшеница была известна на Памире (рис. 18), а безлигульной ржи не было – побудило его в ближайшей поездке на Памир искать безлигульную рожь. И Вавилов нашел ее.

Недаром, когда доклад Вавилова в Саратове (1920 г.) вызвал овацию, кто-то сказал: «Это биологи чествуют своего Менделеева». Наконец-то. Ведь ряды описывали еще до Дарвина, да и аналогию их с химией провел еще Коп. Однако в химии есть параметр, естественно упорядочивающий элементы (атомный вес), а в биологии его нет, поэтому трудно понять, как воспользоваться рядами для описания эволюции. И все же эволюционная концепция, осмысливающая ряды, была построена. Она и получила упомянутое в п. 8 название – *номогенез*. Фактически сторонники номогенеза поменяли презумпцию; если дарвинизм и ламаркизм полагают всякое сходство либо свидетельством общего происхождения, либо результатом независимого приспособления, то номогенез утверждает: всякое сходство – результат общности законов формообразования, если не доказано иное. Попробуй-ка докажи! Да не друг другу, а противникам!

Рис. 17. Пример размывания “кленового” контура листа: клён остролистный, платан восточный, смородина Максимовича, клён ложноплатановый, плющ

4-10. Рождение номогенеза

Идея о том, что изменчивость как-то упорядочена и что виды, изменяясь, занимают место в какой-то огромной многомерной таблице, полезна, хотя саму таблицу редко удается изобразить (ситуация, обычная в математике; там есть *теория матриц*, изучающая свойства таблиц произвольного размера). Например, то, что бабочки, принадлежащие к двум разным видам, имеют одинаковый рисунок, объясняется не их подражанием друг другу («подражатель» и «образец» иногда живут по разные стороны океана) и не привлечением партнера (для этого сходство

просто ненужно), а всего лишь принадлежностью обоих видов к сходным рядам изменчивости.

Об этом сказал Вавилов в 1920 году на саратовском съезде и сделал эволюционный вывод: “Явления мимикрии, подражание одних видов и родов другим по форме и окраске, несомненно во многих случаях представляют … повторение тождественного цикла изменчивости у различных семейств и родов, и не представляют какого-либо исключения, иллюстрирующего роль отбора в создании форм, как это склонны были предполагать дарвинисты, а общую для организованного мира повторность форм изменчивости”. И далее: “Явления мимикрии общи всем классам и семействам, и те необычайно разительные ее формы, которые открыты, например, у бабочек, являются лучшей иллюстрацией закона тождества рядов генотипической изменчивости. … Природа кристаллизует формы в определенные системы и классы. … Природа оказывается бессильной до бесконечности разнообразить виды и роды и производит нередко аналогичные … формы у разнообразных родов, семейств и даже порядков” [*Вавилов,* с. 19-20].

Как видим, дарвинизм отнесен к прошлому, что было преждевременно. Позже Вавилов никогда не выражался об эволюции столь прямо, и потому основателем номогенеза стал не он, а петроградский географ и зоолог Л.С. Берг, который 1922 году опубликовал книгу «Номогенез, или эволюция на основе закономерностей». Он с завидной прямотой предлагал заменить дарвинизм новой, излагаемой им, теорией. Лучше бы, по-моему, говорить не о замене, а о теории иного типа, чем прежние: вопросы, которые были основными со времен Ламарка и Дарвина (внутривидовая изменчивость и приспособление), занимали Берга мало, зато он свел воедино знания о том, что почти не интересовало тогда основную массу эволюционистов – о закономерностях эволюции родов и высших таксонов.

Принципиальным новшеством был у Берга внимательный анализ основ учений. Он выявил то общее, что есть у всех эволюционных учений: 1) все они исходят из наличия организмов как некоей данности (происхождение живого ни одно учение даже не пытается рассматривать); 2) организмы обладают целесообразностью, и это тоже не обсуждается (“Рассмотрение вопроса, *почему* живое отличается свойством реагировать целесообразно…, относится уже к философии природы” [*Берг,* с. 73]); 3) эволюция в основном (а у некоторых авторов целиком) “основана на развертывании уже имеющихся налицо задатков” (с. 88). Приняв всё это за основу, Берг стал строить свою теорию. В этом был свой резон: Ламарк не объяснил, откуда организмы приобрели активность, а Дарвин – откуда взялась избыточность размножения, и без таких допущений никакую теорию не построишь.

Рис. 18. Стебель без лигулы и с лигулой (левая пара — пшеница, правая — рожь)

Номогенез Берга сложился из пяти эволюционных идей: это шедшая от Мопертюи (п. 1-14) и Кейзерлинга (п. 2-11) аналогия с химией, порожденные ею гомологические ряды Копа – Вавилова, о которых мы уже знаем, и три идеи, для нас новые: ортогенез, преадаптация и пророческие фазы.

Ортогенезом называют длительную тен-

денцию какой-либо группы к эволюции в некотором определенном направлении. Термин ввел в 1897 году немецкий зоолог Теодор Эймер [*Филипченко*, с. 137], обосновавший концепцию на бабочках; но она верна для самых различных групп организмов. Например, такова эволюция ног предков лошади от трехпальцевых к однопальцевым. Ортогенез, начавшись как нечто полезное для организмов, подчас продолжается далеко за пределы какой бы то ни было пользы.

Еще Аристотель в «Частях животных» писал, что рога оленя чрезмерны, а в Новое время палеонтологи нашли в Ирландии ископаемого оленя с такими огромными рогами (рис. 19), что об их пользе говорить не стоило. (Столь же непомерны спинные шипы некоторых наземных ископаемых ящеров, шея изображенного на обложке ящера, клыки саблезубого тигра и многое другое.) Самые рьяные сторонники отбора сумели предложить лишь объяснения того, как эти рога *совместимы* с идеей отбора (хоть и невыгодны), но это вышло столь вычурно, что даже Конрад Уоддингтон, всё на свете легко объяснявший отбором, признал в 1939 году – рога ирландского оленя теорией отбора необъяснимы (подробнее см.: *Симпсон Дж.Г.* Темпы и формы эволюции. М., 1948, с. 261-263).

Так вот, Берг прямо взял и постулировал, что ортогенез – одна из основных закономерностей эволюции. Точно так же он постулировал, что общей закономерностью живого является целесообразность устройства и поведения организмов, и заявил, что постулат этот он не сам придумал, а заимствовал у Ламарка и Дарвина. В самом деле – разве изменчивость организмов и их стремление к избыточному размножению, постулированные Дарвином, сами по себе более понятны, чем стремление рогов избыточно расти? Аналогично ввел Берг в свое учение и две другие идеи.

Преадаптацией называют такое изменение организма, которое оказывается полезным не в тех условиях, в каких данный вид жил в момент возникновения изменения, а в тех, в какие попал позже (Кэно, 1911 г. [*Назаров*]). В качестве примера приведу суставчатый скелет конечности, спрятанный внутри плавника кистепёрой рыбы, сложность которого разительно контрастирует с простотой выполняемой плавником функции (рис. 20). Он всерьез понадобился позже, наземным животным.

Пророческой фазой эволюции геолог и палеонтолог А.П. Павлов назвал в 1901 году ситуацию, когда зародыш или молодая особь предка обнаруживает признак, характерный для *взрослых* потомков. Первый пример еще в 1828 году приводил Бэр: «У головастика есть настоящий клюв, как у птицы». Здесь развитие особи не повторяет эволюцию (как в «биогенетическом законе» Геккеля), а, наоборот, предваряет ее.

Итак, известные до него четыре закономерности Берг свел воедино в основные постулаты эволюции. В качестве пятой идеи он заимствовал у Страхова (о нем см. п. 3-13) философское отрицание дарвинизма, которое дополнил аналогичным отрицанием ламаркизма. На этой основе он

Рис. 19. Ископаемый олень Megaceros (плейстоценовый отдел четвертичного периода) с непомерными рогами, несомненно затруднявшими жизнь его обладателю

смог уверенно заявить, что в ходе эволюции организмы перестраиваются согласно собственным определенным законам, а роль внешней среды осуществляется как отбором, так и прямым «влиянием ландшафта».

Бергу возражали, что его теория не объяснение, а лишь новое имя для непонятного. Это верно лишь отчасти: всякая новая теория начинает с группировки фактов и выявления правил, а собственно теория возникает позже. Ведь и Дарвин не мог ни сказать о природе изменчивости, ни дать реальные примеры отбора, но его теорию критики Берга считали понятной.

На упомянутом съезде зоологов (1927 г.) Берг обсудил интересный пример: он рассказал о редком виде миног с необычным расположением зубов, причем аналогичное расположение зубов иногда в качестве уклонения (на отдельных особях) наблюдается у других, широко известных видов.

Этим замечанием он мимоходом вторгся во владения французской школы *тератологического эволюционизма* (о ней см. [*Назаров*]), шедшей от взглядов Жоффруа и видевшей эволюцию в форме превращения индивидуальных уродств в видовую норму. Главным там (в отличие от Жоффруа) было отрицание приспособительного характера эволюции. Так, генетик Эмиль Гийено в 1921 году заявлял, что многие виды являют собой уродства, “едва совместимые с жизнью”, а отнюдь не приспособления, и что поэтому отбор – не ведущий фактор эволюции, а всего лишь “грубый механизм, уничтожающий слишком вредное” [*Назаров,* с. 206]. Нечто похожее не раз уже предлагалось. Первым к этой теме, насколько знаю, близко подошел в 1913 году Вильям Бэтсон, один из основателей генетики: по его мнению, “животные существуют не благодаря своим признакам, но вопреки им, и тот факт, что животные продолжают существовать, доказывает лишь то, что в целом баланс их свойств склоняется несколько в их пользу” [*Берг*, с. 179]. К этим взглядам мы еще не раз обратимся.

На съезде Берг заключил: «Такие единичные уклонения не имеют эволюционного значения, но когда процесс подобного новообразования захватит значительную массу особей, мы сразу получим новый вид... Вот этим именно способом и идет образование новых форм – путем закономерного развертывания скрытых (рецессивных) признаков, а не путем отбора случайных вариаций. Никаких случайных вариаций нет – все вариации предопределены и могут быть уложены в гомологические ряды Вавилова; отбор же лишь распределяет организмы по земной поверхности, играя роль географического фактора». Берг имел в виду мнение Вавилова, который писал: «Мутации, идущие как бы случайно в разных направлениях, при объединении их обнаруживают общий закон» [*Вавилов,* с. 97].

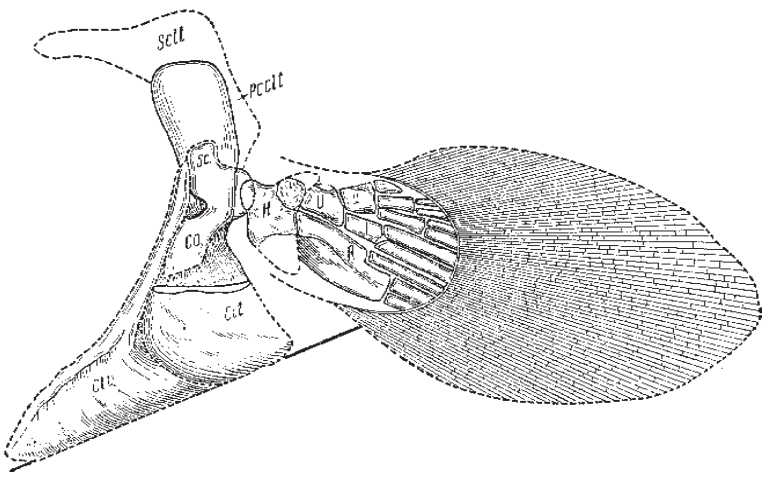


Рис. 20. Скелет плавника кистеперой рыбы (девонский период)

Через три года, в статье «Воздействие географического ландшафта на культурные растения и животных», Берг изложил пример с миногами почти дословно, но цитированной мною фразы там нет. То была его последняя эволюционная работа, хотя он прожил еще двадцать лет и издал еще семьсот работ.

Только Вавилов (в 30-е годы он был одновременно дважды директор, дважды академик и дважды президент) мог еще включать «Номогенез» Берга в список литературы, но и он уже не мог упоминать его в тексте. Время сколько-то свободных речей кончилось, и вавиловские ряды больше как основу номогенеза никто не поминал. Дело тут было отнюдь не только в советской политике – она лишь выбрала угодный ей вариант дарвинизма (по Геккелю), назвав его «мичуринской биологией», и силой утвердила его монополию в СССР, – но сам по себе дарвинизм стал господствовать повсеместно, надолго оттеснив даже во Франции традиционный для нее ламаркизм. Гомологические ряды оказались не ко двору. На Западе ряды Вавилова поминали уважительно, но все реже и реже, так что понемногу о них забыли и после Второй мировой войны стали открывать (в который уже раз) заново.

Как всегда, большинство примеров можно толковать и так и эдак, но не все. Разве сходство жилкований и их вариаций у крыла насекомого и у листа растения связано с их общим предком? Если таковой и существовал, то заведомо не имел ни крыла, ни листа. И плотва весьма далека от летучих рыб. В 1924 году ленинградский генетик Ю.А. Филипченко прямо заявил, что кроме параллелизмов, вызванных сходством генов, есть и другие (он назвал их *анатомическими* и *гистологическими*), известные у генетически очень далеких видов. Добавлю еще параллелизм наследственных и ненаследственных изменений, упомянутый выше, в п. 7 (подробнее см. [*Чайковский*, 1990, с. 32, 107]). Их лучше объединить термином *морфологический параллелизм*, который в 1923 году предложил Любищев в письме Бергу (ЛЧ, 1996, с. 10).

В нем он высказал целый ряд возражений Бергу, в некоторых из которых взял под защиту дарвинизм, чего позже не делал и что, тем самым, говорит о долгом его пути к своей эволюционной позиции. Для нашей темы интереснее всего его утверждение: “самые интересные факты, Вами приводимые, свидетельствуют о закономерности в многообразии, а не о развитии организмов”, и это потому, что “многообразие организмов не может быть истолковано на эволюционном языке” (с. 13). Этот намек стал понятен через полвека, когда Мейен развил новый вариант номогенеза, в котором эволюция есть процесс заполнения клеток абстрактной таблицы (мы узнаем об этом в гл. 6). Из данного тезиса Любищева следует, в частности, что ***систематика не должна быть эволюционной***. К этой теме мы обратимся в главе 10. В конце письма Любищев высказал свое понимание номогенеза: законы эволюции следует искать не столько в форме предписаний, сколько в форме “того, что не может произойти”. Предложенное им тут понимание закона как запрета обычно для точных наук, но сформулировать запрет непросто.

Сам Любищев ограничился примером: “удлинение плавников у черепах никогда не производится путем гиперфалангии, точно так же, как удлинение шеи млекопитающих или удлинение усиков у жуков-усачей”. Поясню: у жирафа, как и у человека, и у кита, и у мыши всего 7 шейных позвонков. Это – общее для млекопитающих правило: удлинение шеи идет за счет удлинения позвонков. Но бывают очень редкие исключения (у ленивца 9 шейных позвонков), и их наличие говорит о том, что налицо не запрет (как в точных науках), а тенденция. Тенденциями мы займемся в главе 6.

В социальном смысле Берг сделал для эволюционизма то же, что до него сделали Ламарк и Дарвин: дал новому учению основателя и первую книгу. Притом, номогенез был замечен и сохранился в науке, но лишь на правах маргинального (не входящего в научную норму своей эпохи) учения. Как и ламаркизм, он почитается в

основном на родине основателя. И это отнюдь не худший вариант – жоффруизм, хоть не хуже их по сути, до сих пор ни одному обществу не служил флагом.

4-11. Номогенетики-дарвинисты

В 1930-х годах ботаник Н.П. Кренке на огромном материале высказал (развивая Вавилова) более сильное, чем у Копа, Вавилова и Гийено, утверждение: ***признак, являющийся уродством у данного вида, как правило нормален у какого-то иного вида***. Он же сформулировал "закон родственной изменчивости": если виды близки, то близка и их изменчивость.

Смысл обоих утверждений виден на таком примере. Обычно у миндаля плод сухой, а у персика – окруженный мясистым околоплодником, но изредка бывает наоборот; эта пара видов проявляет целый ряд подобных сходств в своей изменчивости. То же мы видим у многих близких видов, на что и указал Кренке. Например, волк может быть рыжим, а лиса – серой. Кренке видел причину сходств изменчивости только «по Дарвину», т.е. считал, что они вызваны не сходством неизвестных законов формообразования, а сходством генов, унаследованных от общего предка в силу их выгодности.

Важно отметить, что за развитие главного козыря номогенеза (ряды) взялся крайний дарвинист, которого никак не заподозришь в симпатиях к номогенезу. Идеи Кренке были востребованы через 40 лет, что мы узнаем в главе 6. Зато Кренке дал советским биологам сразу урок в другом: если называть номогенез дарвинизмом (неважно – искренне или для обхода цензуры), то можно печататься без помех. То же и тогда же показал зоолог А.Ф. Котс – это были *ряды окрасок тетеревов*.

Искать материал, подтверждающий правила Кренке, утомительно, поскольку подавляющее большинство особей почти одинаково, а особи, заметно отличные от нормы, очень редки. Легче всего это делать на тех же листьях растений и на насекомых, труднее – на мелких грызунах, а для более крупных животных это почти немыслимо – трудно получить в распоряжение достаточное число экземпляров. Тем не менее трое российских орнитологов сумели, живя в разное время, представить соответствующий материал – ряды окрасок тетеревов.Для этого им пришлось совершить научный подвиг: в общей сложности 90 лет ходить по базарам и скупать подряд все необычно окрашенные экземпляры. Просмотрев несколько десятков миллионов тушек, они выбрали сотни полторы «аберрантов», составивших коллекцию Дарвиновского музея в Москве. Последний из троих, основатель музея, расположил их в ряды. Это и был Котс. Эпиграфом своего труда он взял слова Мензбира, мимоходом брошенные тем в молодости: «Спорные вопросы разрешаются только тогда, когда их перестают прятать». Сам Мензбир, имея массу иных достоинств, не жил под этим лозунгом – вспомним, как он «прятал» в 1902 году все спорные вопросы, на какие не имел ответа (п. 3-12), а вот Котс явно им пользовался: будучи дарвинистом, смело погрузился в изучение рядов.

Упорядоченность уродливых окрасок тетеревов оказалась высокой: у самцов всего 9 форм. Это можно считать морфологическим параллелизмом по Филипченко, поскольку о приспособлении речи тут идти не может – ведь формы были уродствами. Их короче всего можно характеризовать так: окраска кур близка к окраске петухов и обратно, а остальные демонстрируют сходства с другими видами куриных. Тут подтвердился закон Кренке: сходство с близким видом (глухарь)

было наибольшим, с куропаткой меньше, а с далеким видом (фазан) – наименьшим. Котс восхищался: «Эти каскады форм, скрывающиеся под однородным с виду оперением птицы, – как не вяжутся они с былым наивным представлением о постоянстве облика живых существ! Эта изменчивость в потенции понятна лишь как отголосок прошлого или как вестник будущих возможных изменений» (*А.Ф. Котс.* О гомологических рядах в окраске оперения Tetraonidae и Phasianidae // Памяти академика М.А. Мензбира. М.-Л., 1937, с. 227).

Видимо, «изменчивость в потенции» должна была напомнить читателям о сосланном Четверикове. О номогенезе же говорить было в те дни нельзя.

*** Номогенез, дарвинизм и другие учения**

Но, как ни относиться к номогенезу, трудно счесть его цельной теорией эволюции – прежде всего из-за дефекта, общего с дарвинизмом: невнимания к поведению особи и физиологии. И там и тут мы видим на сей счет лишь отдельные оговорки, но не анализ сути дела. **См. Доп.**

В остальном, и там и тут организм ***не живет, а лишь предъявляет среде свои свойства, заранее заданные***; так ли уж важно, что происхождение их мыслится поразному? Зато, как бы ни относиться к ламаркизму и жоффруизму (о нем см. п. 2.6), приходится признать, что в этих учениях жизнь особи – в центре внимания.

На том же замечательном съезде, где так блестяще выступили Балкашина, Кольцов, Берг, Любищев и многие другие, киевский зоолог М.М. Воскобойников совершил попытку увязать номогенез с ламаркизмом (этих слов не употребив). Будучи ведущим специалистом по морфологии жаберного аппарата рыб, он изложил номогенетическую схему эволюции жабер, но его вывод был физиологичен: нагнетающий (ротовой) аппарат низших рыб дополнен у высших рыб всасывающим (жаберным). Тут Воскобойников произнес интересную нам фразу: «Можно, поэтому, думать, что направление эволюции живых аппаратов, а, следовательно, и целых организмов (как связной совокупности аппаратов) определяется не только отбором признаков со стороны среды, но и отбором их со стороны самих эволюирующих аппаратов» (Труды Третьего Всерос. съезда зоологов... Л., 1928, с. 32).

Внешне это похоже на отбор в «генотипической среде» Четверикова, но на самом деле речь тут шла о физиологии и о подстройке организма к самому себе (см. п. 6-8). У Воскобойникова мы видим эволюцию как овладение неким способом действия – так понимает эволюцию ламаркизм. Однако в те годы этим словом обозначали лишь НПС, а само учение Ламарка было забыто. Впрочем, не всеми.

4-12. Теория по имени «историческая биогенетика»

Яркую картину эволюции как процесса, одновременно морфологического, физиологического и экологического, развернул в те годы палеонтолог Д.Н. Соболев. К тому же только у него одного чувствуется понимание истории – прежние взгляды приводятся им не для красоты, а с целью понять, что такое эволюция. И только у него мы находим попытку создать действительно теорию, т.е. оглядеть с единой позиции эволюцию всю, а не те лишь ее черты, что милы самому автору. До революции, в 1913 году, работая в Варшаве, он опубликовал там в журнале диссертацию «Наброски по филогении гониатитов». (*Гониатиты* – отряд подкласса аммонитов, вымерших головоногих моллюсков – получили свое название за угловатость шовной линии – рис. 21.)

Защитить ее не удалось: формально коллеги возмутились обилием цитат из Лукреция, но реальную причину Соболев видел «в еретическом характере» своих идей; Соболев предложил синтез того главного, что нашел в ламаркизме и дарвинизме, с идеями Копа (т.е. с будущим номогенезом). У Ламарка он взял принцип градации (прогресса), у Дарвина – изъятия непригодных (отбора как причины вымирания), а у Копа – идею параллельных рядов и принцип независимой эволюции видовых и родовых признаков.

Посылая в 1920 году Соболеву свой саратовский доклад, Вавилов писал: «На днях от проф. Л.С. Берга я узнал, что в вашей работе о филогении гониатитов развиваются мысли, аналогичные тем, к каким пришли мы, работая с растениями. Книгу вашу (речь о диссертации, занявшей в журнале пол-номера и снабженной собственным оглавлением – *Ю.Ч.*) я прочитал, и действительно ваш… закон параллельного развития в сущности весьма близок к тому, что я назвал законом гомологических рядов». Близость, конечно, есть, но у Соболева сказано куда больше – описана на ископаемых реальная эволюция, а не одна нынешняя изменчивость, как у Вавилова.

Занесенный войной в Харьков, Соболев с 1915 года стал читать там лекции – как для студентов, так и для публики. Из них родилась его теория, опубликованная в 1924-28 годах и вскоре забытая. Как и Берг, больше об эволюции Соболев не высказывался, избежал репрессий и заведовал в Харьковском университете кафедрой геологии до конца дней (1949 г.). Подробнее см. [*Колчинский*]

Как когда-то Теофраст, он не видел в процессах, которыми учебники иллюстрируют эволюцию, создания новизны, а видел лишь продолжение онтогенеза, который всеми признан как процесс запрограммированный (*эволюция* в первичном значении этого слова, т.е. разматывание нити). Эволюция для Соболева – единый процесс «органического роста», идущий как при развитии особи (онтогенезе), так и при историческом развитии (филогенезе). «Органический рост» протекает в череде поколений, так что каждое поколение, вырастая, повторяет онтогенез своих родителей не в точности, а с ничтожными изменениями. Идею эту Соболев взял у Нэгели. Соболеву она была важна тем, что отрицала за обычными постепенными историческими изменениями новизну, создание чего-то принципиально нового.

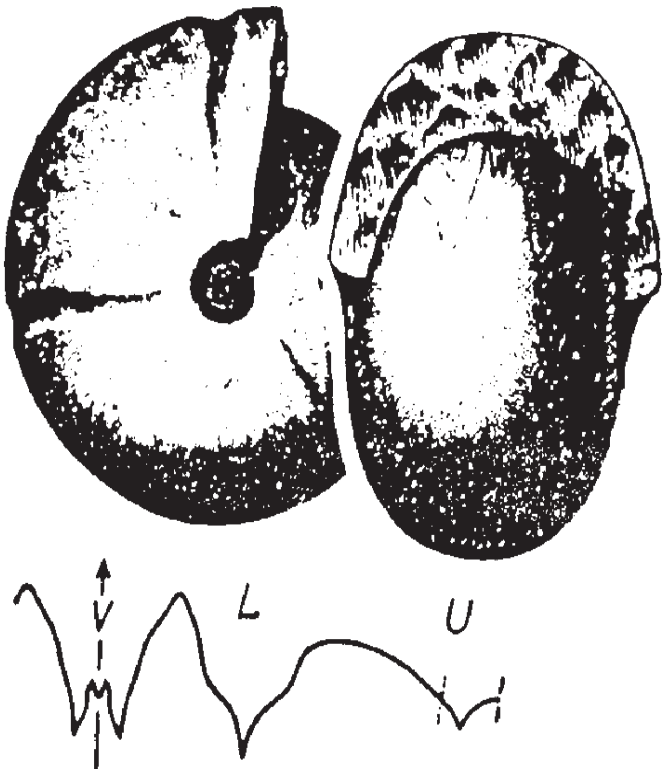


Рис. 21. Раковина гониатита (девонский период). Внизу показана простая угловатая сутура (ср. рис. 15)

Подлинно же новое возникает, по Соболеву, скачкообразно и являет собой не эволюцию, а *биогенетику*. И свою теорию исторического развития организмов Соболев назвал *исторической биогенетикой* Его обоснование биогенетики шло с трех сторон. ***Во-первых***, все достоверно известные примеры появления новых видов являют собою, начиная с чистотела Шпренгера (см.

п. 3-12), примеры скачков. ***Во-вторых***, история флор и фаун является чередованием периодов скачков и периодов постоянства. Поэтому-то в ископаемой летописи почти нет переходных форм. Дарвинизм легко мирится с отсутствием ископаемых переходных форм, для него гораздо важнее те редкие примеры, когда ископаемые переходные формы есть и становятся в "непрерывный" ряд. Парадным примером в дарвинизме является, как в дни Соболева, так и ныне, эволюция предков лошади от трехпалых к однопалым, фундаментально описанная Владимиром Ковалевским в 1873 году.

Описание эволюции лошади Соболев шутливо называл «парадной лошадью эволюционной теории», где парадный эффект достигнут за счет смешения понятий: он писал, что начальные члены ряда «не могут быть включены в непосредственную родословную лошади, так как другие признаки, кроме ног, оказываются у различных членов этого ряда различными». Перечисляя «предков» лошади по Ковалевскому, Соболев иронизировал: «палеотерий давно уже вымер, не претерпев изменения, когда появился первый анхитерий, а этот в свою очередь исчез, тоже не изменившись, прежде чем был замещен внезапно появившимся гиппарионом. Таким образом, «родословная» обращается в простое изображение процесса, каким трехпалая ступня могла превратиться в однопалую» (*Д. Соболев.* Начала исторической биогенетики. Харьков-Симферополь, 1924, с. 135).

Как увидим в п. 9-12, данный пример оказался ошибочным, но зато тут поднят важный вопрос: всюду, едва исследователь начинает строить конкретный ряд от третичного зверя к современному, выясняется, что он следит только за избранными им признаками – за скелетом пальцев, за рисунком зубов, за «утолщением костей, поддерживающих рога» и т.п., но не за преобразованием целых организмов. Выходит, что сам факт эволюции вне сомнения, но все конкретные пути сомнительны. Почему так?

Соболев отвечал: потому, что в организмах на самом деле не содержится достаточной информации о путях их прежних преобразований. Мысль не была новой (ее высказывал еще Мопертюи), но понималась с трудом и немногими, поэтому поясню: ***уверенность в том, что сходство говорит о родстве, есть акт веры***, а верят все люди по-разному, поэтому выстроенные ими воображаемые ряды от предков к потомкам получаются различными; и если большинство биологов, отклонив чей-то чужой ряд как недостоверный, строит свой, не более достоверный и не более долговечный, то меньшинство (и Соболев с ними) ищет иного принципа упорядочения ископаемых, без детальных родословных.

Изменчивость ископаемых носит сходный характер с изменчивостью ныне живущих: реализованы различные варианты, их можно выстраивать в ряды и называть эти ряды эволюционными, но чаще всего это будет лишь исповеданием своей веры. Если в случае «органического роста», когда ничего нового не образуется, Соболев соглашался верить и в постепенность, и в скачки, то принципиальную новацию он соглашался принять исключительно в форме скачка, ибо промежуточные формы, «не обладая должной устойчивостью, не существовали» (Начала..., с. 148). Это ***в-третьих***.

Тут до Соболева всё зависело от презумпции исследователя: одному достаточно пары "непрерывных рядов", чтобы счесть, что и у остальных когда-нибудь найдут переходные формы (а потому скачков нет), другому же эта пара – неинтересное исключение из общего закона, закона скачков. Но Соболев глянул с третьей стороны: и то и другое есть, и то и другое важно, суть же спора в том, кто как читает материал. (Мы

вернемся к этому вопросу в п. 9-12.) Как же появляется нечто новое?

Соболев видел главный механизм новаций так же, как Жоффруа, через изменение онтогенеза, причем основывался на двух главных группах фактов: параллелизм таксономических различий с уродствами (как Мопертюи и многие после него) и предварение эволюции онтогенезом (пророческие фазы Павлова).

Соболев привел примеры массового характера таких новаций, и один из них так прост, что я кратко изложу его. У всех аммонитов есть *сифон* – канал, проходящий через все камеры раковины и позволяющий регулировать ее плавучесть. Канал закручивается вместе с раковиной, обычно по наружной стороне ее полости. В конце девонского периода вдруг появилось много видов аммонитов, у которых сифон шел по внутренней стороне раковины – это *климении* (названы по имени мифической Климении, дочери Океана). Данная особенность столь фундаментальна и постоянна, что их выделили в особый отряд и, тем самым, сочли происшедшими от общего предка. Однако Соболев описал 12 таких рядов позднедевонских гониатитов, что последним членом каждого ряда можно поставить какую-то климению – единственное ее отличие от остальных членов ряда в том, что сифон у нее идет по внутренней, а не по внешней стороне полости камер. Поскольку известно, что у некоторых аммонитов сифон в раннем детстве переходил с внутренней стороны полости на внешнюю, Соболев объяснил появление климений как скачок хода онтогенеза в каждом из этих рядов в отдельности. Если так, то отряд климений ввести можно, но он ничего не скажет о родстве. Откуда взялась синхронность появления климений? Все они появились в позднем девоне и в нем же вымерли.

Тут мы подходим к самой оригинальной части исторической биогенетики – к теории *регулярных смен флор и фаун*. Теория была забыта (хотя самого Соболева и его «Биогенетику» многие знают и чтут), и лишь недавно историк науки вновь открыл ее [*Колчинский*] (см. также: ВИЕТ, 1995, N 3). Почему забыта, можно лишь гадать – потому ли, что развита была в серии популярных статей, или потому, что опережала остальную науку на лет на 60.

*** Действительно – синтез учений**

Вопреки всем канонам, Соболев отрицал тесную связь мира животных с миром растений: еще в 1915 году он обращал внимание на то, что даже глобальные смены флор не вели к сменам фаун. Как бы ни менялись растения, основная масса видов животных приспосабливалась к этому, не вымирая. По Соболеву, их массовые вымирания связаны исключительно с геологическими катастрофами – горообразованием и ростом активности вулканов, переполнявшим атмосферу углекислым газом. Гипоксия (нехватка кислорода) делала животных чувствительными к другим факторам среды.

(В отрицании связи смены флор и фаун он ошибся: так, при распространении цветковых сильно изменился мир насекомых. См. Доп. к п. 8-13.)

В эти периоды угнетения животных растительность, по Соболеву, наоборот, расцветала – в силу обилия CO_2 и связанного с этим потепления климата. С ослаблением вулканизма и усилением растительности состав атмосферы восстанавливался за несколько миллионов лет, что влекло новый рост разнообразия животных, а с тем и их численности. Выедание растительности усиливало выветривание и размывание горных пород и почв, в частности – снос карбонатов в осадочные породы, ведший к еще меньшей концентрации CO_2 в атмосфере и к похо-

лоданию. Начиналось массовое вымирание растений. Это вело к синхронному снижению биомассы животных, но не их разнообразия, которое изменялось медленно – до следующего акта горообразования. Тем самым, Соболев изящно объяснил дотоле загадочный факт несовпадения вымирания фаун и флор.

По Соболеву, «земное население» (мы теперь говорим – биосфера) – один живой организм, онтогенез которого основан на филогенезах таксонов. Если так, то *физиологией* этого организма должна служить *экология*, что мы в его трудах и видим: «…земное население в каждый момент истории земли представляет собою не случайный аггрегат различных форм, но стройное целое, связанное бесчисленными узами… части его находятся в состоянии подвижного равновесия (Еленкин) между собою и с окружающей средой» («Начала…», с. 196). Как видим, у Соболева вместо отбора – ссылка на «подвижное равновесие» по Еленкину, каковое надо разъяснить.

В п. 3-13 было упомянуто, что ботаник Еленкин формулировал принцип взаимодействия организмов, частным случаем которого были борьба и взаимопомощь. Изучая лишайники, он пришел к выводу, что симбиоз – это «взаимный паразитизм» и потому быстро распадается, едва паразитизм перестает быть взаимным. Аналогичную картину дает симбиоз грибных нитей с корнями деревьев или бактерий с корнями бобовых, и не надо следовать Фаминцыну и Мережковскому в их попытках видеть в симбиозе главный путь эволюции: «Я считаю, что первозданная клетка... не нуждалась в симбиозе с другими чуждыми ей организмами... Скорее всего эволюция организмов и симбиоз суть параллельные, но не гомологичные ряды развития жизни на земле, ибо между обоими рядами очень мало внутреннего сходства» (*А.А. Еленкин.* Закон подвижного равновесия... // Известия Глав. ботанич. сада РСФСР. Петроград, 1921, т. XX, N 2, с. 87).

В основу своей теории Еленкин положил философскую идею Спенсера, согласно которой любой процесс эволюции идет, словами Еленкина, «через переходное состояние уравновешенных движений (как в планетной системе) и уравновешенных отправлений (как в живом теле)». Разложению одного объекта сопутствует развитие другого, и результатом явится «подвижное равновесие всего сущего», при котором «нет борьбы за существование и нет взаимопомощи. Есть только функциональные отношения между организмами и внешней средой». Добавлю: это похоже на химическую систему: нагреешь – идет распад, охладишь – в ней же идет синтез.

В этом различие организма и надорганизма (симбиоза) – «жизнь индивидуального организма в большей степени регулируется внутренними законами, определяющими его развитие и жизнь, чем внешними факторами; наоборот, жизнь симбиоза в большей степени степени регулируется внешними факторами, т.е. окружающей средой, чем внутренними, т.е. воздействием симбионтов друг на друга». Поэтому симбиоз «вполне подчиняется закону подвижного рановесия, тогда как жизнь индивидуального организма регулируется этим законом лишь отчасти» (там же, с. 88).

Вот Соболев и решил, считая сообщество надорганизмом, что его можно подчинить «закону подвижного равновесия». Отсюда был всего лишь шаг до эволюционной термодинамики, о которой речь пойдет в главе 5.

В наши дни данная схема эволюции гораздо легче понимаема, чем при Соболеве: благодаря популярности концепции биосферы Вернадского (тоже, кстати, непонятого при жизни) мы легко оперируем глобальными круговоротами и равно-

весием. Соболев почтительно ссылался на Вернадского, а тот не упоминал его – возможно, не знал брошюр провинциального профессора. Так или иначе, ничего похожего на глобальную эволюцию в духе Соболева у Вернадского нет: в целом его анализ остался на уровне балансов, единых во все времена. А у Соболева биосфера развивается. Поэтому он будет весьма полезен нам, когда мы займемся в главе 6 построением единой теории.

4-13. Винт эволюции (новый жоффруизм)

Только в наши дни стало выясняться, что в 1859 году, наряду с огромным скачком вперед (победа эволюционной идеи вообще и понимание роли избирательного выживания в частности), произошла и огромная утрата: по сути был отброшен почти весь опыт франко-германского эволюционизма с его вниманием к активности особи, к плану строения и к развитию зародышей, с его признанием медленных и быстрых изменений. Став лицом к английскому пониманию эволюции (упрощенному, а потому легкому для понимания), ученый мир на сто лет отвернулся от куда более сложных идей.

Они, если и бывали кем-то поддержаны, не встречали сочувствия и снова забывались. Так, в 1864 году немецкий зоолог Фриц Мюллер в эмоциональной статье «За Дарвина» ясно высказался о рекапитуляции (кратком повторении филогенеза в онтогенезе): «В короткий промежуток времени нескольких недель или месяцев сменяющиеся формы зародышей и личинок дают нам более или менее верную картину тех изменений, благодаря которым в течение многих тысячелетий вид достиг своего настоящего состояния». Это всем известно, и Мюллер вошел в историю дарвинизма.

Однако в той же статье есть и совсем иное, не “за Дарвина”, а скорее “за Нэгели”. Он признал роль онтогенетических изменений в эволюции и, исходя из этого, писал: «как правило, преимущество, заключающееся в численности потомства, далеко не может сравниться с преимуществом, заключающемся в большем совершенстве молоди» (*Ф. Мюллер, Э. Геккель.* Основной биогенетический закон. М.-Л., 1940, с. 153), – а это уже шаг в сторону Нэгели. Замечен он был нескоро.

Так, крупнейший специалист по эмбриологическому эволюционизму Алексей Николаевич Северцов (сын Николая Алексеевича Северцова, упомянутого в главе 3, и учитель Шмальгаузена) в докладе «Эволюция и эмбриология» (1910 г.) полностью отрицал позицию Нэгели, поскольку прямо отождествил эволюционизм с дарвинизмом и пропагандировал «основной биогенетический закон Мюллера – Геккеля», согласно которому развитие зародыша лишь кратко повторяет эволюцию. В этом Северцов зашел так далеко, что даже утверждал: «Онтоненез есть функция филогенеза, т.е. ... без понимания законов эволюции мы не можем понять и законов индивидуального развития, скажу больше, законов жизни».

Позже он изменил позицию, а в конце жизни даже признал, что «повинен» в пренебрежении ко второй части вывода Мюллера (*А.Н. Северцов.* Собр. соч., т. 5. М.-Л., 1949, с. 374). Однако слов Нэгели тогда уже никто не помнил. Ныне, как уже говорилось в главе 2 и будет рассмотрено далее, наука возвращается к догеккелевым взглядам.

Роль А.Н. Северцова в понимании эволюции как перестройки онтогенеза огромна: если до него связь эволюции и онтогенеза в основном служила предметом

восхищения, то он фундаментально исследовал вопрос и разъяснил суть дела. Обосновав тезис Мюллера о двух типах изменений онтогенеза (уклонение от прежнего пути и надставка к прежнему онтогенезу), Северцов указал третий – **архаллаксис** (греч.: начальное изменение), т.е. изменение онтогенеза данного органа с самого появления его закладки в зародыше. В этом случае о рекапитуляции говорить нельзя, а значит «основной биогенетический закон» тут вообще не действует.

Вот простой и ясный пример архаллаксиса: если сравнить зародыши двух пресмыкающихся – геккона и ужа, то легко видеть, что с довольно ранних стадий развития уж (змея) демонстрирует большее количество сомитов (основных сегментов тела), в том числе позвонков и ребер, чем геккон (ящерица). Этот архаллаксис определяет всё дальнейшее развитие: например, уж отстает от геккона в развитии головы (рис. 22).

Как крайний пример архаллаксиса приведу различие животных в типе дробления – оказывается, на самых ранних стадиях развитие может резко различаться у таксономически близких видов (рис. 23).

Здесь очевидно нарушение и “биогенетического закона”, и упомянутого в п. 2-4 закона Бэра (*Richardson M.K., Keuk G.* Haeckel’s ABC of evolution and development // BR, 2002, N 4, с. 506). Зато можно говорить об эквифинальности по Дришу (п. 3-14).

Свое понимание связи онто- и филогенеза позвоночных Северцов в 1912-1936 годах развил в известную *теорию филэмбриогенеза*, где главным механизмом эволюции было как раз преобразование зародышей. Соболев пришел к близким выводам на моллюсках. Напомню, что родоначальником данного направления мысли был Жоффруа. **См. Доп.**

В 1953 году немецкий палеоботаник Вальтер Циммерман придал всей концепции связи онтогенеза с эволюцией наглядную графическую форму винтовой линии (рис. 24); само эволюционное явление он назвал словом **хологения** (от греч. *холос* – цельный), подчеркнув этим, что онто- и филогенез являют собою единый процесс, *трансиндивидуальный онтогенез*. Как увидим в п. 5-17, хологения лежит в основе нынешнего понимания сущностной эволюции организмов.

К сожалению, в школе Северцова связь эволюции и онтогенеза изучалась и изучается исключительно как преобразование форм. В последние годы творчества Северцова расцвело совсем иное направление – *физиология развития*, именовавшая себя сперва “механикой развития”; она искала понимания физиологичес-

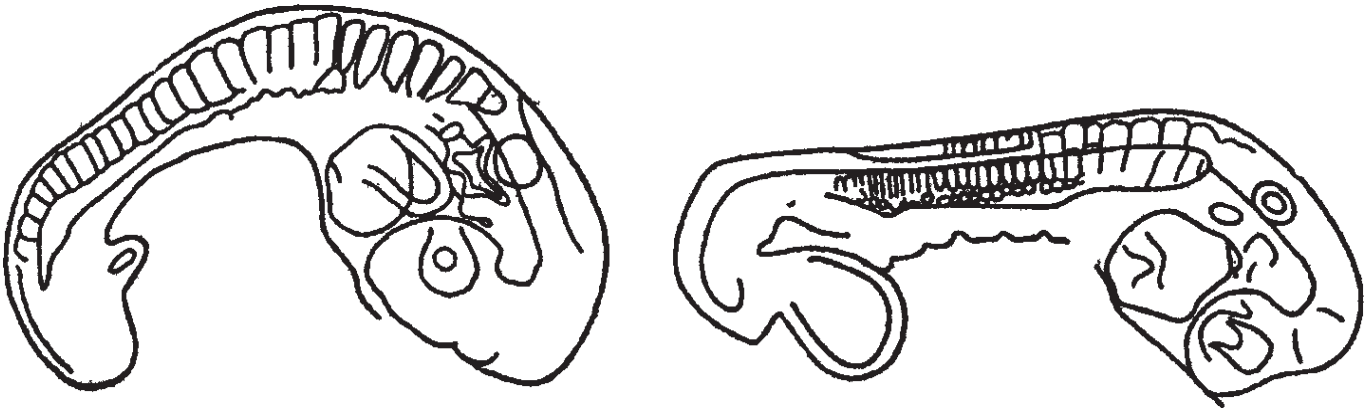


Рис. 22. Зародыши геккона (слева) и ужа на одном и том же этапе развития. Уж обгоняет геккона по числу позвонков, а геккон ужа — развитием головы

кой природы развития зародышей. (О ней см.: *Светлов П.Г.* Физиология (механика) развития. Л., Наука, 1978.) Северцов в своей последней книге (изданной в 1939 г. посмертно) выразил восхищение ее успехами, однако отметил с огорчением, что она совершенно игнорирует тему эволюции, и высказал надежду, что "наступит время, когда механика развития вплотную подойдет к вопросам эволюции" (*Северцов А.Н.* Собр. соч., т. 5. М., 1949, с. 350). Ждать пришлось недолго.

Примерно тогда же, когда Северцов писал в Москве эти слова, в Лиссабоне на Международном съезде зоологов (1935 г.) французский эмбриолог Поль Вентребер сделал доклад "Физиологический эпигенез". Он утверждал, что эмбриология продолжает оставаться, как в XVII-XVIII веках, преформистской наукой (см. пп. 1-14; 2-1), и предлагал обратить ее в эпигенетическую посредством физиологии развития.

Как мы знаем из п. 3-14, зародыш проявляет при развитии свойство целостности. Шпеману, сформулировавшему в 1921 году это положение (вслед за Дришем и другими), принадлежит замечательный результат: если рассечь зародыш на две части, развиваться дальше будет только та, которой достанется определенный участок – *организатор*. Шпеман был уверен, что организатор запрограммирован генетически, и искал то вещество, выделение которого является организующим сигналом. Поиски привели к разочарованию: эту роль могли играть очень многие вещества, и природа "того самого" вещества оставалась загадкой.

Вентребер предложил разрубить гордиев узел: поиск такого вещества – ненужное наследие преформизма. Возможность запустить организатор самыми различными веществами означает, что организатор – не структура и не мишень, а "сцепление функций". По Вентреберу, онтогенез – это последовательность сцепленных между собой процессов и порождаемых ими структур, причем сцепление процессов (он говорил – функций) ничем не преформировано и являет собой "физиологический эпигенез", дающий команды "морфологическому эпигенезу". Отсюда следовал вывод, что и строение организма не преформировано, а создается постепенно, так что каждая стадия задана предыдущей (и, в частности, организатор появляется на соответствующей стадии развития зародыша).

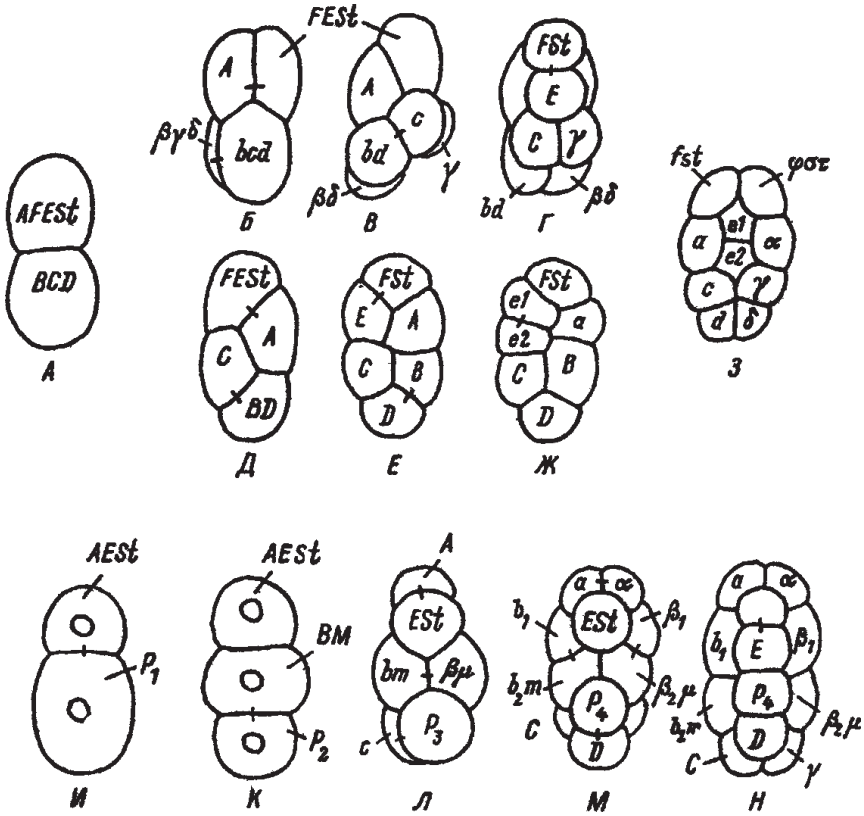


Рис. 23. Различие способов дробления яйца у круглых червей. У Eustrongylides excisus *(А - З)* возможны два варианта, сходящиеся к общей картине на стадии 12 бластомеров; у Trichocephalus trichurus *(И - Н)* путь единствен; как видим, он приводит к совсем другой картине стадии 12 бластомеров. Если бы классификация на самом деле проводилась (как часто говорят) по способам развития, эти виды попали бы в разные типы

Об эволюции Вентребер тогда речи не вел, но вскоре занялся именно ею (см. далее, п. 5-4). Затем, уже в разгар Мировой войны, в оккупиро-

ванном немцами Париже вышла книга палеонтолога и историка науки Раймона Фюрона, который расставил акценты. Изложив кратко позицию Вентребера, Фюрон резюмировал: если онтогенез является переплетением взаимозависимых процессов, то вмешательство самых разных факторов может изменить его ход, а это – эволюция (*Furon R.* La palйontologie. Paris, 1943, p. 99-101). Оставалось выяснить, что это за факторы (см. п. 5-11).

4-14. Дарвинизмы бывают разные

Чуть раньше, в 1942 году, тоже в разгар войны, в Лондоне вышел в свет «Новый синтез» Джулиана Хаксли, ознаменовавший официальное рождение СТЭ. Изложив в главе 1 теорию естественного отбора и кое-что о ее истории, в главе 2 автор высказал свое отношение к эволюции в целом: прогрессивно то, что отобрано, и прогрессивные линии эволюции это «линии адаптивной радиации». Далее, как обычно в дарвинизме, почти вся книга излагает мнения тех лет о роли отбора в формировании подвидов и видов, а в конце две небольших главы бегло говорят об остальной эволюции – что она должна идти так же. В этом смысле СТЭ является подлинным дарвинизмом. В остальном в СТЭ завершена традиция, которую со времен Вейсмана называли неодарвинизмом и которую Филипченко назвал в 1923 году «левым крылом дарвинизма» – она нацело сводила изменчивость к случайным мутациям и столь же случайным рекомбинациям.

В отличие от последующих классиков СТЭ, Хаксли еще был озабочен каверзными вопросами, знал о ламаркизме, номогенезе и прочем, даже исследовал зародыши. Любопытно его рассуждение об *органическом отборе*. Идею такого отбора высказал в 1895 году американский дарвинист Джеймс Болдуин для объяснения удивительного параллелизма прижизненной и наследственной изменчивости (уже помянутого в п. 7). Наблюдается он весьма часто. Так, «загар» наследствен у негров, а нам приходится загорать каждый год заново. Вот Болдуин и допустил, что приспособление может возникать при жизни, позволять организму сразу же выжить, а затем отбор постепенно выработает соответствующее наследственное изменение. Такой отбор он назвал органическим и имел в этом многих единомышленников.

С появлением генетики стали говорить, что органический отбор «заменяет модификации мутациями». Хаксли привел пример: «Известно, что головная и платяная вошь человека так различны строением, что им даны разные назва-

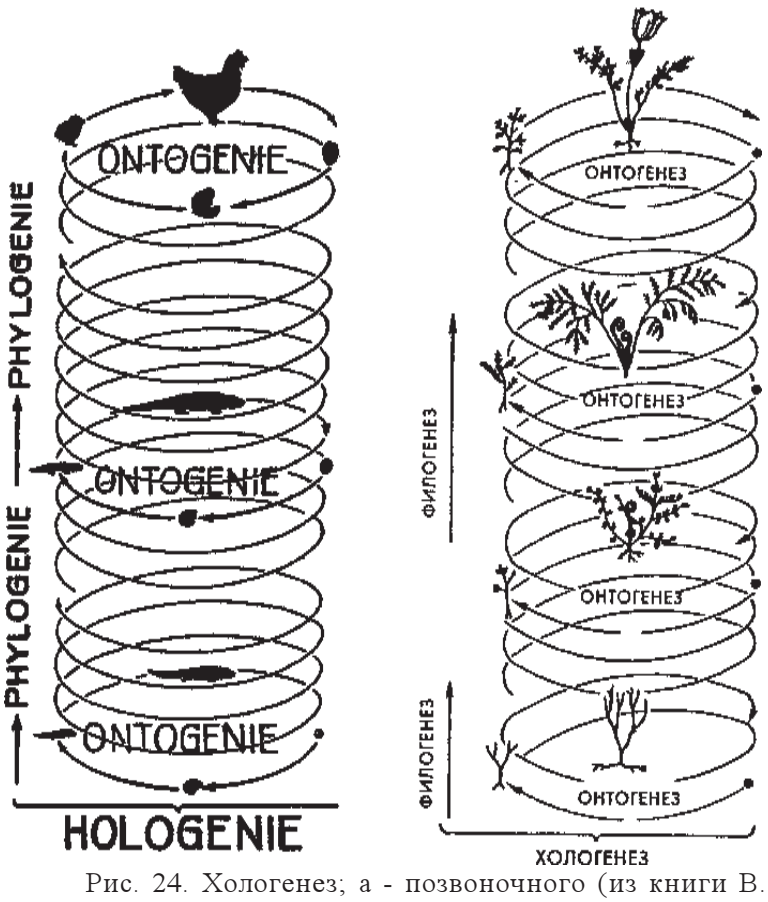


Рис. 24. Хологенез; а - позвоночного (из книги В. Циммермана), б - цветкового (из учебника: *Г.П. Яковлев и В.А. Челомбитько*. Ботаника. М., Выс. школа, 1990)

ния. Если, однако, головную содержать на теле, она обращается в платяную за 4 поколения… Эти два типа постоянно общаются путем миграции. Видимо, мы наблюдаем здесь первую фазу органического отбора, когда основная часть различий еще модификационна (прижизненна – *Ю.Ч.*). Но если отбор обеспечит лучшее приспособление, это приведет к быстрому расхождению наследственности этих форм». Уоддингтон назвал (тоже в 1942 г.) органический отбор генетической ассимиляцией, поскольку генотип как бы усваивает то, что возникло вне его.

Позже этот ход мысли был в СТЭ отвергнут. Так, американский зоолог Эрнст Майр, классик СТЭ, суммируя мнения коллег, писал: «Некоторые утверждают, что ненаследственные изменения подготавливают почву для эквивалентных мутаций, однако для такого утверждения нет достаточных оснований. Способность фенотипа изменяться под непосредственным воздействием внешней среды без мутирования сильно снижает давление отбора»; поэтому «введение отдельного термина «генетическая ассимиляция» (Уоддингтон) для обозначения накопления таких генов посредством отбора лишь затуманивает предмет обсуждения». В самом деле: если уж организм поведенчески приспособился и выжил, то полезным мутациям отобраться не проще (как думали Хаксли и другие), а труднее. Беда в том, что своего объяснения самого факта параллелизма прижизненной и наследственной изменчивости СТЭ не предлагает. Факт же до сих пор служит опорой ламаркизма и номогенеза. Ссылки см. в моей статье в сб. [*Кудрин*].

В том же 1942 году вышла книга киевского (в то время эвакуированного вместе с другими академиками в Казахстан) зоолога И.И. Шмальгаузена «Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии» (первое неполное ее издание появилось в 1938 г.). В 30-е годы в СССР быстро укоренялась при поддержке власти геккелева трактовка дарвинизма («правое крыло дарвинизма» по Филипченко), вскоре перешедшая в «творческий дарвинизм» Лысенко, начисто отрицавший внутривидовой отбор, зато целиком признававший НПС. Но Шмальгаузен сумел устоять, так сказать, в рядах “левых” и даже стать классиком нарождавшейся СТЭ. Это тем более удивительно, что суть дела была у него местами вполне «правая»:

«Мы видим, что непосредственное модифицирующее влияние измененной среды, а также «упражнение» и «неупражнение» органов может привести и, конечно, приводит в новой обстановке к установлению новых, исторически никогда не существовавших форм... Из семейства белок суслики живут на полях и роют норы, белки перешли к лазанью по деревьям, а летяги лазают на деревьях и перепархивают с ветки на ветку. Различная функция конечностей в этих случаях явно их преобразует... Функциональные изменения здесь должны играть ведущую роль... Прямые наблюдения над прирожденным дефектом передних конечностей у молодой собаки, благодаря которому она вынуждена была передвигаться на одних задних конечностях, показали очень крупные изменения в строении последних, в положении таза и т.п.» (*Шмальгаузен И.И.* Организм как целое в индивидуальном и историческом развитии. М., 1982, с. 157).

В этом поразительном ламаркистском признании последняя фраза нуждается в пояснении: при постоянном перемещении на задних лапах собака вырастает похожей на тушканчика или на кенгуру; и, хотя такая форма тела не наследуется, неминуемо встает вопрос – если столь радикальное изменение достигнуто в ходе одного онтогенеза, то не шла ли реальная эволюция прямоходящих зверей по Болдуину?

Еще в 1940 году Шмальгаузен основал, взамен прекращенных журналов Кольцова, “Журнал общей биологии” (ЖОБ), где сразу поместил три своих программ-

ных статьи. Третья называлась «Изменчивость и смена адаптивных норм в процессе эволюции» и завершала то, что выше мы рассмотрели как системное понимание отбора. Отбор, оказывается, сравнивает не полезные признаки, а целостные функциональные системы, так что его итогом является переживание тех, чья «норма» наиболее «адаптивна».

От критиков не могло укрыться, что это – не дарвинизм, и Любищев впоследствии писал: «…тогда придется сделать вывод, что ведущим фактором в развитии организмов является какой-то фактор, связывающий в одну единую систему весь организм вплоть до мелочей, как например рисунки на пальцах; получается номогенез» [*Любищев*, 1982 с. 108].

Конечно, подобных слов тогда печатать было нельзя – это был бы прямой донос, но Любищев тогда работал у Шмальгаузена в Киеве и в какой-то форме должен был это шефу сказать, ибо мыслей своих никогда не скрывал. Так или иначе, но больше Шмальгаузен столь прямо не высказывался и термина «смена адаптивных норм» избегал. Саму же идею пропагандировал до конца жизни. Она хорошо видна и в упомянутой его книге: переход к лазанию или прямохождению – это смена адаптивных норм, и если нужная для этого перестройка тела фактически идет прижизненно, то ее унаследование надо как-то объяснять, а не полагать (как позже у Майра), что проблемы тут нет. Вот Шмальгаузен и показал, как на языке дарвинизма объяснять явления, дотоле служившие козырями иных учений.

Если результат упражнения наследуется, это ламаркизм, но если сказать, что он стабилизируется (а “упражнение” употребить в кавычках), это будет всего лишь введение нового термина. Шмальгаузен ввел термин – *стабилизирующий отбор*, т.е. естественный отбор, который «идет на основе селекционного преимущества самой приспособленной нормы перед всеми отрицательными от нее уклонениями» (*Шмальгаузен И.И.*, с. 167). Одно из преимуществ «самой приспособленной» состоит, по Шмальгаузену, в *автономизации развития* особи от условий внешней среды. Суть ее в том, что она наследственно воспроизводит то, что «менее приспособленные» реализуют каждый раз заново, поведенчески и физиологически. (Поясню: негр в Африке более приспособлен, чем белый, вынужденный заново загорать.) Если так, то превращение ненаследственного в наследственное есть один из селективных механизмов, что и требовалось доказать.

Давно отмечено, что тут совершены две грубых подмены. 1) Термин “стабилизирующий отбор” введен для обозначения вполне реального, но мало интересного явления – преимущественной гибели тех особей, которые несут уклонение от нормы, а используется для обозначения совсем иного явления, весьма важного для теории, но никем не наблюдавшегося – автономизации развития путем преимущественной гибели тех, кто выглядит и устроен точно так же, но у кого этой автономизации нет. 2) Применена подмена основания (логическая ошибка, о которой говорилось в п. 3-2): обещано доказательство наличия нового типа отбора, а на деле этот тип постулирован. Позже на это указал Майр: «В основе эффекта Болдуина лежит молчаливое допущение, что фенотипическая косность обладает селективным преимуществом по сравнению с фенотипической гибкостью».

Неужели Шмальгаузен, эрудит и интеллектуал, не увидал столь очевидных ошибок? Думаю, он всё видел, но просто не имел иного пути поведать миру свою идею – что главный путь эволюции состоит в автономизации процессов развития

от влияний внешней среды: то, что сперва бывает найдено индивидом в ответ на изменение среды, затем реализуется наследственно, автономно (независимо от среды). Так, хождение на задних лапах возможно для четвероногого и даже может, как мы видели, приводить его к «двуногому» облику, но действительным эволюционным достижением становится только тогда, когда детеныш прямо развивается по «двуногой» программе. Идея автономизации путем отбора была, по-моему, последней крупной идеей в дарвинизме.

Крупная – не значит верная в смысле подтвержденности фактами. Никаких фактов в данной "теории" нет, стабилизирующий отбор как автономизирующий фактор был введен в форме постулата и таковым остался. Уточню: стабилизация есть факт, такой же факт, как борьба между самцами, повлекшая идею полового отбора (п. 3-3), но связь этих явлений с отбором ненаправленных наследственных вариаций никем не отмечена. В "опытах по изучению стабилизирующего отбора" (например: *Зеликман А.Л.* // ЖОБ, 1946, N 4; *Берг Р.Л.* // БЖ, 1958, N 1) наблюдалась стабилизация признаков, а отбор и автономизация додумывались. Самую доходчивую характеристику я услыхал лет 25 назад от энтомолога Ю.А. Захваткина: «Вся теория стабилизирующего отбора – теория адаптации. Адаптации ламаркизма к дарвинизму». Подробнее см. мою статью "Стабилизирующий отбор, или святость веры" в сб. [*Кудрин*], где аргументация Шмальгаузена характеризована как сознательная *пародия*, ясно говорящая тем, кто владеет материалом и способен читать между строк, запретную правду. Увы, пародия стала священным текстом и 60 лет служит "обоснованием" идеи стабилизирующего отбора как механизма НПС. (Вспоминаются закарпатские адвентисты, молившиеся в советские времена, ввиду отсутствия богослужебных книг, по "Забавной Библии".) Запад эту идею Шмальгаузена игнорирует.

В 1948 году в Москве прошла печально знаменитая Августовская сессия ВАСХНИЛ (молодым читателям разъясню: это Всесоюзная Академия сельскохозяйственных наук имени Ленина; ее сперва возглавлял Вавилов, а с 1938 г. – Лысенко), официально утвердившая победу Лысенко над генетиками. Победа была в том, что лысенковцев поддержал Сталин. Лысенковщине теперь посвящена огромная литература (см. например: [*Воронцов*; *Колчинский*]), и мне остается заметить, что, в терминах Филипченко, на сессии крайне правый вариант дарвинизма праздновал победу над крайне левым. На сессии не было слышно никаких других течений эволюционизма, а они-то и составляют основной предмет нашего анализа.

Однако Лысенко безраздельно правил всего 4 года и 4 месяца. В декаре 1952 года по указанию свыше против Лысенко выступили сразу два журнала – Ботанический журнал (БЖ) и Бюллетень МОИП. Оба тогда редактировал ботаник В.Н. Сукачев, яркий ученый и порядочный человек, чье имя было использовано партийным аппаратом для прикрытия очередной идеологической кампании (обзор дискуссии см.: БЖ, 1954, NN 1, 2). Она могла кончиться увольнениями и арестами, и Лысенко лучше всех знал это. Он даже не пытался спорить, но тут его спасла смерть Сталина. (Подробнее см.: *Ю.В.Чайковский.* О классиках и комментаторах // ВИЕТ. 1992, N 4.) Еще 10 лет, при Хрущеве, Лысенко задавал тон в советской биологии, но уже не был в ней единственным хозяином, и генетика стала оживать.

Итак, безраздельная монополия Лысенко длилась всего 52 месяца. А вот монополия противников Лысенко длится уже 40 лет (и перестала быть безраздельной только с падением советской цензуры). Могут сказать: «И слава Богу!», но не будем

спешить – любая монополия для науки гибельна.

Будучи как ученый слаб, предвзят и даже просто лжив, Лысенко старался произвести впечатление серьезного ученого обширными цитатами из отвергаемых им трудов, иногда воспроизводя небольшие статьи противников почти целиком. Его "Агробиология" печаталась огромными тиражами и волей-неволей служила просвещению масс, как "Забавная библия" служила христианскому просвещению. Наоборот, с 1960-х годов установилась прискорбная традиция не знать об эволюции ничего, кроме своих собственных взглядов. Исключение составляли очень немногие, например, Любищев.

Значительное влияние Лысенко на генетику и эволюционизм длилось целых 30 лет (1935-1964), так что тогда выросло целое поколение ученых, видевших в нем лидера; и эти ученые получали результаты, в том числе и интересные, однако с изгнанием Лысенко попавшие под запрет. (Попробуйте найти в руководствах по биологии что-нибудь о *вегетативной гибридизации*, которой стал знаменит И.В. Мичурин и без которой немыслимо садовое селекционное дело.) Иначе тогда вряд ли и быть могло, но давно пора с этим кончать, а нам пора учиться отличать научные аргументы от политических – иначе мы вперед не двинемся. Вот один пример.

4-15. Эффект группы

В 1953 году в Бюллетене МОИП (N 2) появилась обширная статья ботаника Ю.П. Бялловича «К вопросу внутривидовых и межвидовых взаимоотношений» с анализом уникального эксперимента, поставленного войной. Семена различных видов деревьев были посеяны на прямоугольных делянках чрезмерно густо, в расчете на прореживание, но война спутала планы, и деревца 10 лет росли сами по себе. Почти все делянки приняли характерную форму «ванн» – равно угнетенные деревца одного роста по всей делянке («дно») и резкое повышение роста на краях, независимо от того, была ли рядом поляна или же «ванна» другого вида. (Этот факт, для практики явно важный, есть яркий частный случай "эффекта группы", точнее, *краевой эффект* [*Титов*, с. 70].) Бяллович не смог объяснить этот феномен обычными теориями и сделал вывод – популяция являет собою некое функциональное единство, где конкуренция между особями одного вида выражена гораздо слабее, чем между особями разных видов: «конкуренция преобладает на стыках», «взаимопомощь же ей постоянно сопутствует». Что-то вроде стражи по границам. (Как тут не вспомнить Кропоткине.)

В статье нет речи ни о Лысенко, ни об отрицании внутривидовой борьбы, но ее пролысенковский смысл был очевиден, а о Кропоткине никто не помнил. Редактор Сукачев был умен, честен и либерален, он не отклонил статью, но не удержался от упреков автору в «недостаточно обоснованных выводах» и в «телеологии» (т.е. в признании стремления вида к некоей цели). Какой вывод из данных фактов был бы более обоснован, не сказано. Казалось бы, очевидно: Бяллович переоткрыл подвижное равновесие Еленкина. Но за 32 года после статьи Еленкина (и за 11 лет после его самоубийства) о нем тоже забыли.

В 1959 году Бюллетень МОИП посвятил номер столетию «Происхождения видов». Там Сукачев, наряду с обычными юбилейными статьями, поместил свою статью о борьбе за существование. При совсем однородных условиях удается наблюдать, что едва различающиеся конкурирующие формы «ведут себя по-разному, а следовательно, могут служить объектами естественного отбора». Разумеется, об отсут-

ствии внутривидовой борьбы речи не шло, однако Сукачев открыл нечто более важное: при чрезмерной густоте посадки растения не могут проявить все свои потенции (это значит, добавлю я, что отсутствует или резко ослаблена возможность выявлять полезные вариации). Словом, это недалеко от идей Бялловича, и можно лишь пожалеть, что Сукачев о нем не вспомнил.

Зато он привел свои старые опыты с ивами двух видов, где оказалось, что «дарвиновское положение о более напряженной внутривидовой конкуренции не имеет места». Тогда же стало ясно, что ни расы, ни виды нельзя поделить на лучшие и худшие: например, при тесной посадке форма *A* вытесняет форму *B*, а при разреженной – наоборот. Добавлю: поэтому одна другую никогда целиком не вытеснит. Как и в расчетах Нортона, ***борьба за существование оказывается фактором экологии, но не эволюции.***

Никакого резюме (о судьбе дарвинизма при такой шаткости центрального понятия) Сукачев не дал, и не нам винить его: и без того статья потребовала от него больше твердости, чем вся та «дискуссия», какую учинил, его не спрашивая, партаппарат в его журналах. Теперь того аппарата нет, и мы в части 2 спокойно обсудим, как развивался эволюционизм в последние 40 лет. Но сперва – про **эффект группы**.

Термин ввели французские зоологи Пьер-Поль Грассэ и Реми Шовен в 1944 году, хотя сам феномен был описан ранее. У них он означал “психофизиологическую реакцию отдельной особи на на присутствие других особей своего вида”. Наиболее он известен и поразителен у саранчи: одиночные особи пассивны и безвредны, соединенные же в стаю – опаснейший агрессивный враг полей. По сути не менее поразителен тот факт, что одиночная особь пчелы не живет и трех суток. Можно отнести к эффекту группы и большинство фактов, собранных Кропоткиным. Ленинградский ботаник Ю.В. Титов распространил понятие “эффект группы” на растения [*Титов*] (там же список литературы, в том числе иностранной; об эффекте группы см. также: БЖ, 1972, N 5, с. 434; 1975, N 9, с. 1237; 1351).

Титов писал: “Механизмы взаимоотношений у растений и животных существенно различаются. У последних, особенно у высших, преобладают информационные формы связи между особями. Однако эффекты взаимодействия между растениями и между животными ... в основных чертах сходны. Поэтому определение эффекта группы у растений можно пока принять аналогичным ... – как результат их взаимодействия, проявляющийся в отличительных особенностях жизнедеятельности растений в группе по сравнению с изолированными друг от друга растениями” [*Титов*, с. 16].

Этот факт сходства итогов взаимодействия совершенно несходных организмов загадочен и будет еще предметом нашего внимания, а здесь надо сказать о самом эффекте группы. Оказывается, особи одного вида далеко не всегда конкурируют – даже если есть острая нехватка ресурса. Некоторые деревья, например ель и бук, в молодости склонны образовывать *мертвопокровные сообщества*: деревца стоят столь густо, что под ними ни травинки не растет; до стадии размножения доживает едва ли одна особь из сотни, зато вся биомасса данной площадки достается единственному виду. Особи не конкурируют друг с другом, а отвоевывают у других видов площадку для одной-единственной особи, которая даст потомство. Детальное исследование ёлочек показало, что еще до смыкания крон загущение участка вызывает, как и следовало ожидать, “резкое снижение прироста деревьев по высоте и и диаметру ствола”, причем деревца начинают резко различаться на господствующие и угнетенные. Но дальше начинается неожиданное: “После смыкания крон ... наблюда-

ется некоторое увеличение прироста деревьев в высоту и по диаметру".

На рис. 25 показана динамика этого процесса: момент смыкания крон – наихудший для популяции (рост и толщина падают втрое), но затем *средние* по ней параметры вновь растут: средняя толщина на треть, а средний рост даже вдвое. Литовские ботаники, описавшие в 1975 году этот эффект, назвали его "сменой внутривидовой конкуренции на взаимную толерантность" [*Титов*, с. 73]. Хотя подавляющее большинство особей тут угнетено, но конкуренции в ее привычной форме тут нет, и "борьба за существование" выражается в сотрудничестве угнетателей и угнетенных. Это обеспечивает полную монополию данного вида на данной площадке, но для дарвиновой схемы расо- и видообразования места нет. Со временем останутся лишь крупные особи, но и они не конкурируют, ибо в юности разделили между собой участки (благодаря массе угнетенных особей, затем погибших).

Нет господства конкуренции и в межвидовых отношениях: "Пространственно-временная мозаичность и обособление группировок растений отражают комплементарную природу большинства естественных сообществ. Комплементарные сообщества в отличие от конкурентных состоят из видов ... дополняющих друг друга" [*Титов*, с. 12]. Наконец, растения, как и животные, размножаются отнюдь не по Мальтусу: в случае неблагоприятных условий многолетники перестают плодоносить, двухлетники нередко идут по тому же пути (становятся многолетниками), и только однолетники ведут себя двояко – у одних видов основная масса престает размножаться (т.е. популяция почти вымирает), а у других дискомфорт вызывает ускорение вегетации и плодоношения [*Титов*, с. 78-80]. Второе можно счесть мальтузианством, тогда как первое – эффектом группы.

Об этом в стандартной экологии, опирающейся на дарвинизм, можно прочесть не больше, чем у Лысенко – о генах. Но нам важно не уязвить оппонента, а понять причину замалчивания. Редкие упоминания эффекта группы наводят на мысль о том, что авторы попросту не понимают, о чем пишут. Например, подают это явление как "оптимизацию физиологических процессов, ведущую к повышению жизнедеятельности особей при их совместном существовании", и как один из механизмов регуляции численности популяции (*Денисов В.В., Гутенев В.В., Луганская Н.А.* Экология. М., 2002, с. 58, 82).

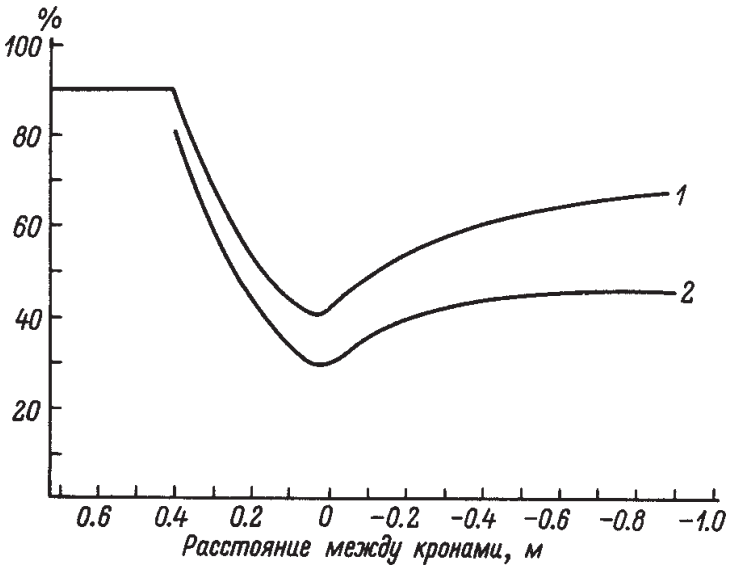


Рис. 25. Изменение прироста ели (в % от прироста свободно растущих) в ходе смыкания крон: 1 - по высоте, 2 - по диаметру (из [*Титов,* с. 73])

У Титова можно прочесть, что для объяснения эффекта группы было предложено "фитогенное поле", природу которого признали концентрационной и электрохимической для почвы, а для воздуха – электромагнитной. Тип взаимодействия растений охарактеризован как информационный, а не энергетический, причем установлено, что растения одной популяции выравниваются по всем существенным параметрам (размеры, сроки роста и т.д.), чем предположительно обеспечивается выравнивание полей. Однако чем и как производит-

ся различение растениями своего поля от чужого, не сказано. В п 4-16 мы поговорим про биологическое поле. А в п. 6-15 эффект группы будет сопоставлен с другими загадочными явлениями, общим в которых является феномен узнавания.

*** Национальная наука**

Шовен, соавтор эффекта группы, видел причину его непонимания в национальном характере науки: "любое животное реагирует на приближение сородичей, изменяя не только характер своего поведения, но и физиологию … Это так называемые эффекты группы, которыми особенно интересуются французские исследователи. Круг их интересов лежит довольно далеко от интересов американских ученых, которые выращивают обширнейшие популяции вообще всех насекомых – вредителей зерна и подсчитывают их число – подход чисто статистический" (*Шовен Р*. Мир насекомых. М., 1970, с. 90). Здесь стоит напомнить и ту давнюю мысль, что дарвинизм – чисто английское явление (п. 3-7). В отношении цитированного учебника экологии, достаточно американизированного, мысль Шовена верна, но мне видится более важной другая причина, им тоже упомянутая.

По Шовену, эффектом группы демонстрируется "не дарвиновская, по меньшей мере не предусмотренная Дарвином, система регуляции, поскольку тут не имеется в виду ни отбор, ни борьба за существование" (с. 96-97). Точнее, эффект группы говорит против мальтузианской схемы, а она в те годы господствовала в США безраздельно, да и в других странах преобладала. Наоборот, во Франции теоретическая мысль до 1980-х годов во многом держалась ламаркизма с его вниманием к активности особей.

В п. 2-1 мы уже говорили о национальном характере науки. На эту тему недавно появилась прекрасная брошюра: *Линник Ю.В.* Русская биология. Петрозаводск, Музей космического искусства им Н.К. Рериха, 2001. Ее автор, поэт и натурфилософ, живущий в Карелии, опирается на идущую от Еленкина традицию "без малейшего шовинистического оттенка" выявлять национальную компоненту науки. По Еленкину (1909 г.), немецкая биология "устремлена к единству", английская ориентирована на "трезвый позитивизм, чуждый метафизики", французская содержит "элемент фантастичности", а русской свойственна (в пересказе Линника) взаимодополнительность механицизма и витализма. Почти век спустя Линник пытается придать этой "русской биологии" платонический смысл (идея реальнее, чем ее частные воплощения), причем ссылается на многих из цитированных выше (и ниже) наших биологов. При всей ее многоплановости, русская компонента биологии определяется, по Линнику, вниманием к симметрии и красоте природы. Далее мы не раз встретимся с таким ходом мысли.

Основная часть эволюционистов работает в безликом безнациональном стиле, но запоминаются не они, а те немногие, кто имел собственное лицо; лицо это обычно несет черты национальной науки. Например, в России всегда был силен жоффруизм, а на Западе он до недавних пор был слаб (даже термина для него там нет). В 1930-е годы эмбриолог И.И. Ежиков высказал идею эволюции насекомых, где ведущую роль играли удлинение и сокращение эмбриональных стадий развития. На этой основе зоолог А.А. Захваткин развил концепцию *эмбрионизации* (удлинения зародышевых стадий) для всех животных: "эмбрионизация является ведущей линией, столбовой дорогой прогрессивного развития также и у позвоночных"; она охраняет зародыш "от преобразующего

действия естественного отбора", создает "явления, описываемые под названием биогенетического закона" (*Захваткин А.А.* Сб. научных работ. М., 1953, с. 376-377). К той же традиции можно отнести прекрасную работу Н.Ю. Сахаровой (Доп. к п. 8-12). Мы вернемся к теме эмбрионизации в п. 5-11*.

4-16. Биологическое поле

В п. 13 у нас была речь о том, что Шпеман искал вещество, организующее развитие зародыша, и не нашел его. Но если Вентребер сделал из этого вывод, что развитие ничем не преформировано, то сам Шпеман решил иначе: развитие преформировано, но преформирующий агент – не вещество, а **биологическое поле**. Это понятие разные биологи вводили по-разному, общим же было то, что таким образом хотели описать феномен целостности организма, оставаясь в рамках материализма.

Первым, насколько знаю, понятие поля ввел в 1910 году немецкий цитолог Теодор Бовери. Для него поле было чем-то механическим, и он пытался понять его, крутя зародыши на центрифуге или сдавливая их покровным стеклом. Вскоре (1917) американский эмбриолог Чарлз Чайлд ввел понятие градиента, близкое понятию поля. По Чайлду, существует некая скалярная величина, характеризующая физиологическую активность как зародыша, так и взрослого животного, она убывает вдоль каждой его оси симметрии – это и есть градиент. Его легко наблюдать на низших животных: у них головная часть легче включает внешний краситель и она же первая умирает ("рыба гниет с головы"). Ленинградский эмбриолог П.Г. Светлов резюмировал: "физиологический осевой градиент – это и есть свойство, которое обеспечивает целостность организма и связь между отдельными его частями" (*Светлов П.Г.* Физиология (механика) развития. Л., 1978, т. 1, с. 232. У него же о Бовери: т. 2, с. 16). От этих положений и будем двигаться.

1) Для Шпемана биополе было полем химических концентраций. Это направление мысли понемногу превратилось в поиск веществ, вызывающих деление соответствующих клеток зародыша. Замечательного результата тут в 1936 году достиг эмбриолог Г.В. Лопашов: помещая убитые спиртом зачатки глаза лягушки в гаструлу тритона, он наблюдал формирование зачатка глаза; поскольку мертвый зачаток развиваться не мог, налицо ясное свидетельство химического воздействия (*индукция*). За последующие 60 лет было выяснено, что эти вещества суть короткие белки. Индукция существенна в начальной части эмбриогенеза, которая "заканчивается возникновением терминальных клеточных типов, из которых в основном и состоит тело животных". У позвоночных этих типов клеток около двухсот. В последующих процессах "индуцирующие факторы не участвуют" (*Лопашов Г.В., Земчихина В.Н.* Основные факторы и периоды индукционных процессов в развитии животных // УСБ, 2000, N 6). К сожалению (для нашей темы), линия работ Шпемана – Лопашова выродилась в чисто химическую, и о поле как о факторе целостности в ее рамках не вспоминают.

Лопашов установил "закон минимальной массы", необходимой для индукции, первый провел пересадку клеточных ядер, что привело в наши дни к успехам клонирования животных (*Корочкин Л.И.* Георгий Викторович Лопашов. К 90-летию // ЭГ, 1167).

2) Другая линия, наоборот, породила теорию биополя как организатора целостности. В 1922 году петроградский биолог А.Г. Гурвич ввел идею поля чисто фор-

мально: “Участие каждой клетки в эмбриогенезе определяется не свойствами самой клетки и не взаимодействием с соседними клетками, а общим для большого клеточного комплекса ... фактором. ... Такая формулировка участия этого надклеточного фактора исчерпываетдлянас всю его сущность и реальность” (*Гурвич А.Г.* Теория биологического поля. М., 1944, с. 11). Такое понимание поля позволило описать некоторые стадии некоторых процессов эмбриогенеза и в нескольких случаях даже записать формулы, близкие к реальности (с. 14-21), но разочаровало автора.

3) В 1930-х годах Гурвич обнаружил в опыте *митогенетические лучи*, т.е. ультрафиолетовые лучи, вызывающие митоз. Это побудило его в 1944 году изменить взгляды и ввести биологическое поле как клеточное (в противоположность прежнему его пониманию как надклеточного), причем электромагнитное излучение он понимал как одну из форм его проявления. Прежнее поле понималось теперь как совокупность клеточных, и это вполне естественно для физиолога: если зародыш состоит из клеток, то его поле должно состоять из клеточных полей. Напомню, что для объяснения эффекта группы ботаники позже вводили фитогенное поле (п. 15), и они тоже видели его электромагнитную форму как частный случай.

Новое видение биополя позволило Гурвичу объяснить с единой точки зрения обмен веществ, клеточное деление, наследственность и эмбриогенез [*Воейков*, с. 301]. С удивительной проницательностью Гурвич при этом описал явления, которые в наши дни были открыты как ДС и как внутриклеточный лазер (*Гурвич А.Г.* Принципы аналитической биологии и теории клеточных полей. М., 1991, с. 5, 218). В 1989 году, через 35 лет после его кончины, германский физик Фриц-Альберт Попп установил для одного типа биополя его природу – это действительно оказался ультрафиолетовый лазер ничтожной мощности. (Мы вернемся к этой теме в п. 5-15.)

Однако даже близкие друзья А.Г. Гурвича отказались принять новый вариант поля. Так, в 1945 году Любищев писал Гурвичу: “Никак не пойму: каким образом клеточные поля, не связанные никаким общим надклеточным фактором, могут образовать закономерное распространение системы...” [*Любищев – Гурвич,* с. 167]. Эта точка зрения прямо противоположна физиологической. В 1957 году Любищев вспоминал: “В разговорах с Беклемишевым и Смирновым мы все трое пришли к единодушному суждению, что причиной отказа от старого понимания поля является именно то, что к морфологии у Александра Гавриловича нет настоящего интереса” (там же, с. 43). Удивительнее, что от нового понимания поля отказался еще один друг Любищева, эмбриолог Светлов, человек физиологической ориентации: по его мнению, как раз старые взгляды Гурвича “имеют наибольший эмбриологический интерес” (*Светлов П.Г.,* т. 1, с. 240).

4) Вопрос о природе поля не может быть решен без обращения к природе силы или сил, образующих поле. Здесь огромную роль сыграл приехавший в Москву из Венгрии биофизик Эрвин Бауэр, хотя он и не говорил сам о поле. По Бауэру, главное отличие живого состоит в способности накапливать химическую энергию не только в форме химических связей, но и в форме изменения структур и, прежде всего, конфигурации молекул. (Возникшая вскоре квантовая химия позволила уточнить мысль Бауэра: речь должна идти не столько о разных конфигурациях, сколько о разных энергетических уровнях. Именно они определяют специфику биологических полей [*Воейков*].) Здесь Бауэр нам интересен тем, что, как установлено в наши дни, ***энергией поля Гурвича естественно считать***

структурную энергию Бауэра, о чем мы узнаем в главах 5 и 7.

Бауэр связал мутабильность с нарушением физиологии организма, чем опередил идею генетического поиска (п. 5-13*), разделил понятия жизни и размножения (что мы используем в гл. 7) (*Бауэр Э.С.* Теоретическая биология. М.-Л., 1935, с. 197, 138) и мн. др. Он возражал против биохимиков, полагавших, что "существует столько ферментов, сколько они находят реакций"; они "еще вынуждены предположить существование чудесного, гармонического совместного действия самых различных ферментов" (с. 102). Гурвич также полагал, что "все внутриклеточные ферменты просто обломки единого действующего комплекса" [*Любищев – Гурвич,* с. 179]. Этот взгляд еще ждет своего исследователя.

В 1937 году Бауэр был арестован и расстрелян, книга же его попала под запрет. Но главная причина долгого замалчивания его взглядов была в том, что они намного опережали эпоху. То же было всегда со всеми, но в ту эпоху заметно особенно. Такова, например, судьба мыслей Любищева.

4-17. Феномен Любищева

Александр Александрович Любищев (1890-1972), как и все еретики, после 1930 года не мог работать в теории и ушел в практику, став лучшим знатоком проблемы насекомых-вредителей. Его работы, перевернувшие проблематику борьбы с вредителями посевов, хорошо описал Р.В. Наумов в мини-обзоре в сборнике [Системность...]. Одна деталь: интуитивно очевидно, что падение урожайности должно монотонно расти с ростом доли объеденных листьев, но Любищев показал иное – падение урожая начинается при поражении более четверти площади листьев, а до этого он даже растет за счет интенсификации фотосинтеза в поврежденных листьях.

Из работ Любищева по насекомым-вредителям выяснилось, между прочим, что ***подлинным бичом земледелия чаще оказываются не насекомые, а чиновники***. Разумеется, такой вывод не мог остаться без внимания, и Любищев, как он сам говорил, "едва не угодил на казенные харчи". Спасло его то, что его главный гонитель сам был в 1937 году арестован и Любищев стал выглядеть жертвой "врага народа".

Не имея выходов в печать, Любищев много писал. В 1946 году он, живя и работая в Киргизии, написал обширную статью "Проблема целесообразности", где показал общенаучный (а не только биологический) характер проблемы, провел (с помощью четырех причин Аристотеля – см. п. 1-6) классификацию видов целесообразности и пришел к странному в те времена выводу, что проблема является важной для биологии, но не главной. Советую всем прочесть статью, а здесь лишь приведу из нее пример указания на загадочное: все признают, что яркий цвет и сладкий вкус плодов полезны растению, привлекая опылителей; но яркий и сладкий арбуз покрыт крепкой кожурой защитного цвета, а вот ряд диких арбузов – сладкие, кислые, горькие и ядовитые. "Наличие очень сходных плодов с прямо противоположными свойствами как будто не соответствует их приспособительной роли" [*Любищев,* 1982, с. 164]. В главе 6 мы узнаем, что такие ряды рушат всю прежнюю теорию эволюции и ведут к новой науке.

Любищев щедро дарил свои мысли и в письмах. В 1949 году, в письме другу Б.С. Кузину, зоологу и мыслителю, он дал шутливую, в строительных терминах, но точную характеристику своего понимания основной тройки учений: дарвинизм для него – "теоретический свинарник … считающий, что все в природе движется

чистым свинством, борьбой за существование и размножение", а ламаркизм – "дворец физкультуры", в котором идет "активная эволюция организмов"; номогенез же, к которому примыкал сам Любищев, прямо не назван, но охарактеризован – как "храм истины, красоты и закона". В этом выражен главный тезис Любищева: ***основой природы является не польза, а гармония***. Для него даже: "приспособление есть частный случай гармонического строения" [*Любищев*, 1982, с. 66].

Отсюда некоторые его последователи выводят общее понятие *эстетической целесообразности*: <<Если "утилитарная" целесообразность – это соответствие... тем или иным целям жизнедеятельности, то под "эстетической" целесообразностью мы понимаем (в духе любищевской и кантовской точек зрения) – соответствие более возвышенному целому (или целостности), о конечной цели которого у нас нет представления>> (*Гуркин В.А.* Эстетика целесообразности // ЛЧ, 1992, с. 9).

В 1953 году в Англии была раскрыта двуспиральная структура ДНК, в 1961-66 годах в США – генетический код (соответствие нуклеотидных триплетов двадцатке аминокислот), и последние 40 лет XX века прошли под знаком господства молекулярной биологии. Успехи в понимании работы микроструктур живого были поразительны, но столь же поразительно полное отсутствие успехов в эволюционной теории. Наоборот, она откатилась назад, с позиций основателей СТЭ (Московская школа, Шмальгаузен, Хаксли) к примитивным представлениям начала века (в духе Мензбира), едва прикрытым новой терминологией, часто применяемой без понимания.

Эксперимент, особенно биологический, стал чудовищно сложен, а потому и дорог, и центром науки, естественно, стала самая богатая страна, США. Это наложилось на общее господство США после Второй Мировой войны. Английский язык стал языком науки настолько, что западные научные издания почти сплошь перешли на английский (удержалась, насколько знаю, одна Франция), и англоязычные авторы стали в массе терять знание иностранных языков, а с тем и теоретическую культуру (появились также советские авторы, избегавшие цитировать русскую научную литературу).

Ныне 85% статей писаны по-английски; и хотя всего 31% их написан в США, но 2/3 ссылок в американских статьях приходится на американские же статьи; в них почти нет ссылок на статьи из России и Китая, даже писанные по-английски. Ни в одной стране нет такого, и науковеды США видят в этом превосходство науки США (*Макрусова В.А.* Цитируемость российских публикаций в мировой научной литературе // ВРАН, 2003, N 4). По-моему же, это говорит о самоуверенной самоизоляции. Напомню, что и у нас иностранных ссылок почти не было — в позднесталинской науке.

Популярное американское руководство провозглашало: «В настоящее время генетика играет роль краеугольного камня в общей структуре биологических наук. Все чаще проблемы... физиологии, биохимии, медицины, экологии и эволюции возникают как продолжение современных генетических идей... Наш подход к проблеме действия генов будет простым и непосредственным: действие гена мы будем отождествлять с образованием и функционированием белка, предполагая при этом, что все другие формы проявления гена являются следствием этих процессов» (*Хартман Ф., Саскайнд З.* Действие гена. М., 1966, с. 11). Как увидим далее, этот путь оказался тупиковым.

Что касается эволюции, то беда усугублялась забвением того, что основные мысли по теории эволюции содержались тогда отнюдь не в английских текстах, а у немецких и французских морфологов. Заодно забытыми оказались и английские морфологи. Например, об Оуэне в нынешнем американском пособии по эволюции значится лишь, что он придумал слово "динозавр" и во многом ошибался (в чем – не сказано).

Примитивизм коснулся даже блестящих умов. Так, английский биофизик Джон Бернал, в блеске ума которого мы убедимся в главе 7, провозгласил в 1967 году такой тезис: "Жизнь перестает быть таинством и практически становится чем-то вроде голо-

воломки ... Жизнь есть частичная, непрерывная, прогрессивная, многообразная и взаимодействующая со средой самореализация потенциальных возможностей электронных состояний атомов" (цит. по [*Мейен и др.*, 1977]). На мой взгляд, с тем же правом можно сказать, что творчество поэта – лишь реализация возможностей алфавита. Это не столько ложно, сколько неинтересно: отсюда не следует реальных результатов.

В годы этой примитивизации и стали появляться статьи почти забытого Любищева.

В 1962 году, после 32-х лет теоретического молчания (не считая работ по биометрии), Любищев, живя в Ульяновске, опубликовал в Москве статью "Понятие сравнительной анатомии" [*Любищев*, 1982, с. 199-218].Главное в ней для нашей темы следующее. Если до Дарвина зоология была основана на знании сравнительной анатомии, то по воцарении дарвинизма интерес к ней у большинства биологов пропал. Она, как предмет преподавания и исследования, сохранилась в качестве набора свидетельств в пользу эволюции. Если Гёте ставил перед морфологией[11] "задачу раскрытия законов органических форм", то само наличие таковых законов сомнительно для всех, кто рассматривает организм как сумму приспособлений.

Знание конкретных законов органических форм уступило место расплывчатым объяснениям полезности каждого наблюдаемого свойства (т.е., добавлю я, *произошел возврат к основной идее естественного богословия*). "Удовлетворенность расплывчатым объяснением притупляет желание искать законы природы, что и случилось" – писал Любищев. Призывая вернуться к сравнительной анатомии как основе биологии, он признал, что с утверждением идеи эволюции "радикально изменились основные постулаты морфологии". Он привел 7 пар таких постулатов, сопоставив каждому новому старый. Я изложу их со своими уточнениями.

1. Историзм: сходство организмов вызвано, прежде всего, их родством. – Прежний постулат: их сходство обусловлено сходством формообразующих сил (Кильмейер, Бэр).

2. Актуализм Лайеля (формы всегда образовывались по тем же законам, что и ныне) против, например, прежнего катастрофизма Кювье.

3. Монизм в таксономии: таксоны всех рангов образуются таким же образом, как и виды. Противоположный постулат: даже виды и роды образуются различно (Коп).

4. Методологический телеологизм (фактическое признание цели в каждом акте эволюции, сочетаемое с заявлениями об отсутствии у нее цели): "все органы, части и даже признаки получают рациональное объяснение через указание их служебной роли".

5. Аддитивный характер корреляции органов (фактическое рассмотрение организма как суммы признаков, сочетаемое с декларацией его целостности) против прежнего принципа корреляции Кювье, действительно гласившего о целостности.

6. Пассивный характер эволюции: организм изменяется лишь в силу условий среды. Против него стоит принцип номогенеза, заметный уже у ранних авторов (Де Малье и др.).

7. Неповторимость эволюции. Тезис выдвинул бельгийский палеонтолог Луи Долло (1893 г.). Против выступали многие (начиная с Копа), кто видел в параллелизме повторение форм, пусть и не точное. Любищев полагал, что "закон Долло основывается во многих случаях на появлении сходных образований на иной морфологической основе"

---

[11] Морфология выше (п. 1-13) была введена как теоретический итог сравнительной анатомии. Это — упрощение: в действительности подход Гёте более глубок, чем анатомический, о чем будет сказано в п. 6-11.

(ЛЧ, 1996, с. 12). В наше время вместо "закона Долло" предложен "закон неидентичности сходных структур" [*Серавин* // ЭБ, с. 89] (подробнее см. пп. 6-13* и 9-14).

Замечу, что семерка относится не только к морфологии, но и к другим дисциплинам, Собственно морфологической статью делает рассуждение о *гомологии*. Любищев привел определение Оуэна (гомология – сходство по положению, аналогия – по функции) и отметил: "Историческая морфология заменила сходство по положению сходством в силу общего происхождения", но вышла путаница; например, рука гомологична крылу, но, в новом понимании, не гомологична ноге. Основную часть статьи занимает анализ пониманий и приложений понятия гомологии.

Выводы каждый ее читатель должен делать сам, мое же мнение таково: "историческая морфология" выглядит набором противоречащих друг другу презумпций. Жаль, что статью Любищева почти никто за 40 лет не использовал. Ее почти не заметили, и вряд ли могло быть иначе: она сетует на низкую культуру биологов, а требует для понимания как раз высокой морфологической культуры. Но Любищев прожил еще 10 лет и успел стать весьма известным среди теоретиков самых разных школ. Заговорили о "феномене Любищева" [*Мейен и др.*, 1977].

Больше всего Любищев запомнился как блестящий критик, считавший долгом выискивать и разбивать не слабые (как это обычно), а самые сильные места критикуемых учений. Этим он продолжил (кажется, первый в биологии после Данилевского) линию Сократа – Канта, призывающую ученых постоянно задавать себе вопрос: "Откуда я знаю то, во что верю?" Затем эту линию блестяще развил Мейен, о чем узнаем в главе 6. Если бы критикуемые ученые (в эволюционизме это были дарвинисты) включились с ними в серьезный спор, им пришлось бы задавать себе сократов вопрос ежечасно, но никто не включился. (Известные мне выпады носили характер охраны своих участков, даже знакомства с текстами Любищева не видно.)

Данный, философский, аспект биологической деятельности Любищева недавно хорошо суммирован в брошюре: *Салихов М.В.* А.А. Любищев об "Общепринятых" постулатах науки и философии. Ульяновск, 2001. Единственное, в чем я не могу согласиться с ее автором, это – восхищение "свободой и диалектичностью научного мышления" Любищева (с. 97).

Да, диалектичность была свойственна мышлению Любищева, но Салихов видит в этом одно из основных достоинств своего героя, для меня же вопрос не столь прост. Конечно, свободное владение такими приемами диалектики Гегеля, как отрицание отрицания (Любищев называл это "возвращением на повышенном основании") сильно помогало Любищеву в его построениях. Более того, диалектика справедливо призывает к освещению проблемы со всех сторон ("мы должны бороться … со всякой монополией: гегемония одного направления есть отказ от подлинной диалектики" [*Любищев*, 1982, с. 244]), и возразить тут можно лишь одно – это проще именовать не диалектикой (уже занятым термином), а, например, методом множественных гипотез [*Мейен* // Системность..., с. 20].

Однако свойственное всей идеологии советской эпохи диалектическое понимание истины (в основном это была диалектика по Платону – п. 3-7, т.е. собирание доводов в свою пользу) столь же сильно, на мой взгляд, мешало Любищеву. Смею даже предположить, что именно оно ограничило его успехи в положительной теоретической деятельности.

Еще в 1925 году Любищев писал: "вместо четырех сформулированных Соболе-

вым самостоятельных законов (наследственности, органического роста, обратимости и прерывности) возможно сформулировать один закон диалектического развития организмов" [*Любищев*, 1982, с. 145], но потом за 47 лет жизни не смог сдвинуться в этом направлении ни на шаг. Причин видится мне две: 1) диалектика – не закон развития организмов, а набор правил мышления и 2) она "противоположна всякому поиску истины", хотя "как поиск доводов полезна" (*Чайковский* // ВФ, 2002, N 9, с. 170). Своей теории эволюции Любищев не оставил, и одна из причин (помимо диалектики) видна из его собственных слов: "Для меня центральная, наиболее интересная проблема биологии – многообразие органических форм. К физиологии я весьма равнодушен" [*Любищев – Гурвич*, с. 31]. Без физиологии и экологии теорию эволюции не построить, и, как видно из его мимоходных замечаний, он понимал это.

Вообще, Любищев долго оценивал свои успехи низко. В 1943 году он писал своему учителю А.Г. Гурвичу: "всего вероятнее, что я так и умру научным неудачником. Но мой жребий брошен...". И тут же дал понять, где его сила: резко возразил Гурвичу (заявившему в письме, что главное для ученого – разумная постановка задачи и владение методом) в том духе, что эти условия верны для посредственностей, а для первопроходцев типа Гурвича (и, добавлю, Любищева) нужно иное – <<выбор труднейших проблем, которых избегают торжествующие посредственности, уменье выбирать новые орудия из самых разных областей знания, "святое беспокойство" в исканиях выхода на нужном участке и, наконец, личная одаренность>> [*Любищев – Гурвич*, с. 151].

Свою силу именно в этих направлениях Любищев оценил, насколько понимаю, только в 1960-е годы, когда сосредоточился на самых общих вопросах. Здесь ему помог прием, который он еще в 1927 году выразил в виде шутки: "Будучи беспринципным в выборе цитат, я приведу определение блаженного Августина..." (*Любищев А.А.* Понятие номогенеза // Природа, 1973, N 10, с. 43). Налицо готовность черпать мудрость из любого источника, тогда как почти все ученые избегают упоминать чуждых им авторов. Любищев читал и цитировал всех, кого считал интересными, в том числе и тех, кто избегал его. В частности, "Любищев положил немало сил, чтобы четко сформулировать постулаты неприемлемого для него селекционизма. В его работах... перечислены самые основные пары противоположных постулатов, т.е. антиномии, без разрешения которых теоретическая биология принципиально не может сдвинуться с места" [*Мейен*, 1977, с. 424]. Можно спорить с каждой мыслью Любищева, но нельзя спорить с тем фактом, что он читал своих противников и даже просто далеких от его занятий авторов, причем находил у них полезное. Наоборот, никто из известных мне дарвинистов не показал знания трудов Любищева (а также ни одного ламаркиста или гуманитария). В итоге для будущего Любищев оказался полезнее, чем те, кто считал его чудаком и неудачником.

Однако очень важна и конструктивная деятельность Любищева. По-моему, его понимание эволюции остается самым удачным до сих пор. Термин "эволюция" он определил через 5 противоположений: эволюция как трансформизм (отрицание постоянства), как преформация (отрицание эпигенеза, т.е. новообразования), как отрицание революции (скачков), как восхождение, т.е. прогресс (отрицание *эманации*, т.е. нисхождения, регресса) и как необратимое развитие (отрицание обратимого развития, *инволюции*) [*Любищев*, 1982, с. 11]. По Любищеву, ***основная часть "доказательств" эволюции на поверку оказывается примерами эманации и инволюции***.

Он более всех прояснил логику систематики (см. гл. 10) и показал, что эволюция никак не сводится к последовательности "приспособлений организма к среде", что в ней столь же важны законы преобразования форм. Самое, на мой взгляд, важное у Любищева – метод рассуждения, вполне усвоенный Мейеном и, насколько

мною. Он противоположен и “бритве Оккама” (см. п. 5-1*), и презумпциям, и вообще всякой косности мышления. В основе лежит *чтение поперёк*, т.е. умение при чтении любой литературы видеть параллели прочитанного со всем, что читающему известно, и быть готовым встать на новую точку зрения.

Любищев спрашивал: “Что лучше – неверная гипотеза или никакой?” В его ответе корень его расхождений не только с СТЭ, но и с большинством ученых. Насколько могу судить по своему опыту, большинство людей (в том числе и ученых) предпочитает избегать гипотез, выходящих за рамки общепринятого, т.е. по сути отвечает: “лучше никакой”; большинство же остальных ученых видит в выдвижении гипотез смысл своей теоретической деятельности и ведет на их основе бесконечные бесполезные споры друг с другом. А сам Любищев отвечал разумнее – что неверная гипотеза лучше, чем ничего, если она является действительно теоретической конструкцией, подлежащей проверке (в том числе и самим ее автором), но хуже, чем ничего, если исходит из догмы, не подлежащей проверке, и выдвинута в ее поддержку [*Любищев*, 1975, с. 210]. Для пояснения тезиса он приводил примеры, когда невиновные бывали осуждены просто потому, что в поле зрения судьи не было конкурирующей версии [*Любищев*, 1982, с. 244].

За полгода до смерти Любищев наиболее четко сформулировал свое понимание нового номогенеза. В рецензии на книгу М.С. Гилярова “Закономерности приспособлений членистоногих к жизни на суше” (М., 1970) он отметил: <<Гиляров прямо подходит к номогенетическому пониманию сходств (с. 95) и к ортогенезу (с. 238): “Направляют эволюцию членистоногих *общие принципы организации типа*, выработавшиеся еще в прежней среде обитания...”>>. И добавил от себя: “нельзя отрицать наличия сходств, связанных с общностью происхождения, но значение этих сходств все время отступает перед следствием сходства формообразующих сил”. Он соединил номогенез с ламаркизмом: “сходное решение приспособлений при переходе на сушу является следствием не общности предков..., а следствием закономерной реакции изменяющегося организма на требования новой среды” и пояснил это на примере эволюции трахейного дыхания (*Любищев А.А.* // ТПЭ-3).

Большинство теоретических работ Любищева издано после его смерти. В их сохранении, упорядочении, публикации и осмыслении сыграли роль десятки ученых, из которых в данной книге упоминаются Р.В. Наумов, А.Н. Марасов и В.А. Гуркин (Ульяновск), С.В. Мейен, Ю.А. Шрейдер, Б.С. Шорников и Б.И. Кудрин (Москва), Р.Г. Баранцев (Ленинград), М.Д. Голубовский (Новосибирск, ныне в Петербурге) и Ю.В. Линник (Петрозаводск). От Наумова, начавшего эту работу при грубом противодействии местных властей, она потребовала наибольшей силы духа.

Идеи Любищева стали за 30 лет после его смерти известны у нас всем, кто хотел их знать, и сыграли огромную роль в повышении общебиологической культуры наших эволюционистов — даже тех, кто с ним не соглашался. Это очень важное обстоятельство: любищевский клан, к которому считаю за честь принадлежать и я, пропагандирует его идеи не потому, что со всеми из них мы все согласны, а потому, что считает их общекультурным наследием.

Например, мне чужда любищевская идея примата формы над функцией и следующее из нее почти полное равнодушие Любищева к физиологии, экологии и этологии. Однако эта идея высказана им впротивовес тоже сомнительной идее примата функции над формой. В основе у Любищева лежит уверенность в том,

что форма – самодовлеющая сущность, не сводимая к физиологии и экологии (см. анализ: *Марасов А.Н*. Понятие феноменальности в контексте проблемы реальности или об органической форме жизни // ЛЧ, 2002), а об этой сущности важно знать всем. По-моему, *форма и функция взаимодополнительны*.

Чужда мне и симпатия Любищева к диалектике Платона, из которой вытекала неприязнь к "линии Демокрита", изложенная в книге: *Любищев А.А*. Линии Демокрита и Платона в истории культуры. М., Электрика, 1997 (с указателем и приложениями); другое ее изд.: СПб., "Алетейя", 2000 (ред. Р.Г. Баранцев, ввод. статья Ю.А. Шрейдера). Ярким примером "линии Демокрита" служит как раз "Тимей" Платона, что делает для меня всю концепцию "двух линий" слабой. Возможно, сам автор отошел от нее: он бросил рукопись на полуслове и позже (он писал еще 8 лет) не разрабатывал этих "линий".

В отличие от меня, Марасов (ЛЧ, 1994, с. 18; ЛЧ, 1999, с. 56) и Салихов видят в диалектике Любищева важное для биологии достижение мысли, и это вовсе не мешает нам общаться. Кстати, роль Платона отнюдь не сводится к его диалектике: его "мир идей" очень существен в систематике, и Любищев был единственным, у кого мы об этом в 1960-е годы узнавали. О платонизме приходится вспомнить и при анализе роли математики в материальном мире, что мы увидим в п. 6-7.

К сожалению, за рубежом Любищева почти не знают. Думаю, именно благодаря Любищеву и его последователям российская эволюционная мысль никогда не замыкалась в тесных рамках СТЭ и оказалась лучше, чем западная, подготовлена к восприятию появившихся в конце XX века новых эволюционных идей. К их рассмотрению мы и переходим.

Часть 2. Механизмы эволюции

Эволюционизм последних сорока лет удобнее излагать не в историческом порядке, а как нынешнюю науку, лишь иногда углубляясь в историю. Материал части 1 должен был, по-моему, убедить читателя в том, что неодарвинизм (или СТЭ), которому его учили в школе и вузе, являет собой малую и достаточно старомодную часть эволюционной науки, не касающуюся большей части эволюционных проблем.

Глава 5. Новые представления об эволюции: отбор, онтогенез и иммунитет

5-1. Есть ли теория?

«У эволюционной теории есть одна весьма любопытная методологическая черта: иметь о ней свое мнение считает себя вправе кто угодно» – верно заметили супруги Медавар в своей книге «Наука о живом» (М., 1983, с. 59). И тут же сами своим наблюдением воспользовались: сочли «мистический ее вариант, т.е. ламаркизм» несостоятельным.

Странно – ведь сами ламаркисты считают свое учение сугубо материалистическим, тогда как дарвинизм они аттестуют как своеобразную религию. Далее Медавары сообщили: «Ламарк оказал определенное влияние на теоретиков французской революции». Совсем странно: ведь первые эволюционные фразы были сказаны Ламарком после революции, при Наполеоне. Беда тут не столько в спутанных датах,

сколько в вольной перестановке причины и следствия – само учение Ламарка было ярким детищем революции, и неудивительно, что позже оказалось не ко двору.

Как такая путаница возможна? Вопрос давний. Еще за сто лет до Медаваров великий биолог Луи Пастер писал: «Идеи превращения видов так легко воспринимаются, может быть, потому, что освобождают от строгого экспериментирования». В самом деле, эволюционизм дает биологу отдохнуть от изнурительных норм своей науки и позволить себе плыть по течению свободной от их контроля мысли. Единое мнение тут нереально.

Трудно вообразить ученого, который решился бы описать в качестве своих резу чужие многократно опубликованные данные, зато легко представить, как смеялись бы над ним коллеги. А вот эволюционисты сотнями лет высказывают одни и те же положения, одни и те же на них возражения, нисколько не смущаясь, когда изредка кто-нибудь укажет на повторы или, наоборот, на искажение чужой мысли.

Разве еще где-нибудь коллеги допустят утверждать, что некая точка зрения доказана, если в качестве опытных доказательств приводятся никем не поставленные эксперименты? А ведь дарвиновы воображаемые олени, убегающие от воображаемых волков, не только были единственным у Дарвина «доказательством» эффективности отбора у животных, но и до сих пор приводятся как решительный аргумент в пользу новейшего дарвинизма. Вот для примера книга: *В.В. Суходолец.* Биологический прогресс и природа генетических рекомбинаций. М., 1996, – где автор (генетик) приводит пример с оленями (и только его) в доказательство эффективности отбора.

Многие удивятся: разве эффективность отбора не доказана всей биологией? Я тоже 40 лет назад полагал, что доказана, – пока читал учебники. И даже поставил 35 лет назад компьютерный эксперимент, чтобы уточнить кое-какие детали вполне очевидной мне теории. Правда, компьютер (тогда слова такого в русском обиходе не было, он звался *ЭВМ* «*Минск-22*», не имел даже экрана, но занимал целиком небольшой зал) отказался подтверждать эффективность отбора, но я решил, что просто не так что-то задал. Пришлось зарыться в литературу, чтобы понять, где именно ошибка. Тут-то и выяснилось, что опытов поставлено на удивление мало и все они истолкованы по той же схеме, что опыты Тинбергена (см. п. 3-7), когда ответ задан заранее. Естественно, противники дарвинизма на это указывали, но без успеха. Тем самым, Пастер и ныне прав.

(Как уже давно заметил Любищев, такая ситуация характерна вовсе не для естествознания, а для философии, где противоположные учения сосуществуют тысячелетиями. По этой причине многие считают философию второсортным знанием, однако это неверно – просто она занимается вопросами, однозначного ответа не имеющими; едва какой-то ее вопрос получает общепризнанный ответ, он перестает быть философским и становится достоянием конкретной науки, часто – новой.)

Все эти несуразности можно было терпеть, пока эволюционное учение просто удовлетворяло нашу любознательность да еще обслуживало правящую идеологию. Но нынче – экологический кризис, он требует принятия срочных мер и, соответственно, реально работающей теории эволюции. Те меры, какие пока что принимает человечество, помогают мало. Точнее, пока что они помогли в одном: они показали, что мы, человечество, вмешались в процесс эволюции, что она оказалась совсем не такой, как нас учат в школе, и, в частности, течет на удивление быстро.

В сущности, это было давно известно ботаникам: как мы ранее видели, достоверные примеры видообразования у растений – это примеры быстрых крупных изменений, а вовсе не медленного накопления мелких различий. То же давно заметили палеонтологи: еще до Дарвина им было известно, что периоды длительного постоянства форм время от времени сменяются короткими периодами быстрого массового появления новых видов, родов и прочих таксонов, взамен столь же быстро вымирающих. (Наиболее известно вымирание динозавров в конце мелового периода, о котором см. гл. 9.)

Мы уже знаем (п. 2-10), что Геер в 1859 году опубликовал «теорию перечеканки», т.е. быстрого преобразования флор. Дарвин знал об этом направлении мысли, но отвергал его – на том основании, что геологическая летопись весьма неполна, а потому изменения, кажущиеся нам мгновенными, в действительности могли быть растянуты во времени.

Да, могли, но такой прием (толковать сомнения в свою пользу), как мы видели ранее, в науке совершенно недопустим: он служит к успокоению, а не к поиску истины. К тому же он был чисто гипотетическим, и даже признание его не снимало необходимости объяснить, почему долгие периоды постоянства сменяются краткими периодами перемен. С тех пор мысли Геера поддерживало множество палеонтологов, но их мало кто слушал. Большинство же поддерживало позицию Дарвина, в пользу которой приводилось несколько примеров медленной постепенной эволюции.

Наиболее известный и важный из них – эволюция североамериканских предков лошади (пример, который Любищев, вслед за Соболевым, называл «парадной лошадью дарвинизма»). С начала кайнозойской эры известен отряд Condylarthra, предковый и для копытных, и для грызунов, и даже китов. От него до нынешней лошади выстраивается ряд, местами весьма детальный. Оппоненты возражали: такие примеры единичны, а 95% видов появляется сразу, скачком, причем в слоях отличной сохранности. Возражали безуспешно, пока в 1972 году группа американских палеонтологов (Стивен Гулд и его соавторы) не переломила общественное мнение: часто таксон образуется быстро и затем мало меняется. Вместо «перечеканки», термина давно забытого Геера, они ввели термины «прерывистое равновесие», или, что то же, **пунктуализм**.

Гулдом затронут важный вопрос о переходных формах: их известно слишком мало, чтобы строить на них учения вроде дарвинизма, но главное не в количестве, а в их сущности – каждая из них является жизнеспособным организмом, а вовсе не стадией. Так что никакое число переходных форм не приближает нас к ответу на вопрос Майварта (п. 3-5) – как зарождается полезное приобретение в случаях, когда бессилен принцип Дорна (п. 3-6). По Гулду, ответ содержится в изменениях зародыша, т.е. в жоффруизме (этого термина у него нет).

Он писал: «Никто так и не смог решить старую (1871 г.) проблему Майварта о стадиях зарождения полезных приспособлений. Законченная челюсть – предмет восторга для инженеров; те же кости работали не менее успешно для поддержания жаберных дуг у бесчелюстных предков. Но можете ли вы построить последовательный ряд жизнеспособных промежуточных форм? (Нет надобности говорить, что никаких ископаемых промежуточных форм не существует.) Какая польза была бы от костей, отделившихся от жабр, но еще слишком далеко расположенных, чтобы работать как рот? … Естественный отбор действительно требует наличия времен-

ных переходных форм, но не обязательно это будет ряд неощутимо мало изменяющихся промежуточных видов. Почему кости не могут передвинуться на новое место сразу, в результате небольшого генетического изменения, сильно влияющего на морфологию организма в период раннего развития? ... Сравнительно недавно появились работы, в которых защищается пунктуационный (прерывистый) характер происхождения крупных групп посредством малых генетических изменений, сильно влияющих на онтогенез» [Катастрофы..., с. 32-33].

Согласно пунктуализму, образование вида обычно занимает десятки и сотни поколений, после чего следует длительный *стазис,* т.е. период, во время которого таксон не подвержен заметным изменениям. Наоборот, неодарвинизм не отводил отдельного времени на видообразование. Однако и он признаёт ныне наличие периодов стазиса и видообразования, правда, более длительного, тысячи поколений (*Северцов А.С.* Темпы эволюции. Как их изучают // БШ, 1998, N 4). Стоит отметить, что, по Гулду, видо- и родообразование идут впараллель и с близкими скоростями (наследие взглядов Копа – п. 3-10), тогда как по схеме дарвинизма второе должно идти в тысячи раз медленнее первого.

Взгляды пунктуалистов содержат мало нового, но они вошли в практику преподавания, и уже их противники обороняются, а их мало слушают. Начинающему покажется, что в эволюционизме противостоят СТЭ и пунктуализм; на деле последний являет собой форму дарвинизма, улучшенного введением двух старых идей – Жоффруа и Геера. Заслуга пунктуализма видится мне в демонстрации того факта, что ***разные таксоны появляются по-разному***, и что ни одна теория этого не охватывает. Общей теории эволюции по-существу нет. Точнее, ее нет пока в учебниках и руководствах, но ее контуры просматриваются в специальной литературе последних двадцати лет. Попробую возможно понятнее очертить их в следующих главах.

Из сказанного выше ясно, что прежде чем говорить о каких-либо конкретных закономерностях эволюции, мы должны договориться, какие доводы и типы рассуждений можно принимать, а какие – нет.

Например, в упомянутой книге В.В. Суходольца сказано, что в пунктуализме «наблюдаемые закономерности эволюции никак не объясняются» (с. 56). На самом деле, там объяснения есть: пунктуалисты полагают, что быстрое видообразование объясняется законами генетики, что оно не является приспособлением, течет помимо отбора, который вступает в дело позже и действует медленно [Катастрофы...]. Но объяснения не основаны на идее отбора, и потому дарвинист не считает их объяснениями. Сам Суходолец уверен, что в периоды постоянства преоблает стабилизирующий отбор (о нем см. п. 4-14), который благоприятствует сохранению внешних форм, и потому мы не видим изменений в палеонтологических находках; наоборот, в периоды быстрых перемен преобладает отбор движущий. *Даже вопрос не поставлен*: может ли то, что обычно именуется стабилизирующим отбором, действовать без изменения внешнего облика объектов в течение многих миллионов лет, при многократной смене внешних условий? Разумеется, пунктуалисты тоже не видят в этом никакого объяснения, а видят только появление нового термина, ибо стабилизирующего отбора никто не только не наблюдал, но, в отличие от отбора движущего, никто даже не искал – его сразу приняли как постулат.

Попробуем найти у противников общую базу, на которой можно будет строить работоспособную теорию – теорию, которая займется не спорами, а делом, прежде всего – даст базу для теории спасения природы. Например, надо выяснить, что такое отбор и что служит объектом отбора. Однако, как отметил Витгенштейн (п. 3-7), тезис, положенный в основу учения, не может в рамках учения подвергаться про-

верке. Это значит, что прежде всего мы должны выйти за рамки всех существующих концепций, чтобы определиться с нашими исходными понятиями – что мы постулируем, а что выводим из постулатов и из обобщений наблюдаемых фактов.

*** Выявление презумпций. "Бритва Оккама"**

Ранее (п. 3-9) уже говорилось, что эволюционные постулаты обычно вводятся неявно, в форме презумпций. Недавно палеонтолог К.Ю. Еськов издал учебник, в котором провозгласил их основой изложения теории эволюции. Методология действительно должна быть ясно обозначена, и спасибо Еськову, отважившемуся сделать это. Это – единственный известный мне учебник, излагающий хоть что-то из нового эволюционизма, и я всем рекомендую его, однако в одном моя точка зрения прямо противоположна еськовской: ***всякая презумпция мешает поиску истины***. Там, где она вводится, поиск истины часто прекращается вообще.

Примеры я приводил в п. 3-9, а здесь поясню свою позицию прямо текстом Еськова. В качестве основной презумпции эволюционизма он привел «принцип актуализма», введенный Лайелем в 1830 году и *утверждающий, что в прошлом эволюция шла по тем же законам, что ныне*. "И пускай, к примеру, в докембрии существовали экосистемы, не имеющие современных аналогов, но камень-то, надо думать, и тогда падал с ускорением 9,8 м/с^2, вода замерзала при нуле градусов Цельсия, а молекула хлорофилла исправно поглощала кванты света" [*Еськов*, с. 19]. В действительности, цитата говорит прямо против актуализма. В самом деле:

1) Если прежние экосистемы ныне невозможны, то в их отношении актуализм не работает, и надо понять причину этого, а не ссылаться на посторонние обстоятельства. Кстати, а может быть дело как раз в изменении действия какого-то из законов природы? Хотя законы физики за время биоэволюции, вернее всего, не изменялись, но, вопреки Еськову, они в разные эпохи действовали по-разному.

2) Так, вода при начале жизни замерзала отнюдь не при 0^{o}C, а при минус 20^{o}C и ниже, поскольку давление ранней атмосферы было гораздо выше нынешнего (см. гл. 7). Лёд, мощная сила эволюции, отсутствовал.

3) Согласно различным теориям *расширяющейся Земли* ускорение свободного падения тоже было в начале эволюции намного выше нынешнего. Независимо от того, верны эти теории или нет, нельзя делать вид, что их не существует. Это опасно – можно оказаться вне науки. Дело в том, что они берутся объяснять факты, о которых традиционная наука просто молчит. В частности, с позиции актуализма пока не удается объяснить наличие леса на Северном полюсе былых эпох. Мы вернемся к этому в п. 9-7.

4) Сам Лайель ввел свой принцип в иной форме и из совсем иных соображений: он видел основной геологический процесс в деятельности вод (накопление осадков и размывание берегов) и полагал, что так было всегда. (Кстати, на принципе актуализма основан и дарвинизм.) Противоположную позицию занимали сторонники *катастрофизма* (Кювье и др.), видевшие главный геологический фактор в редких катастрофах, преображавших облик планеты. В наше время роль катастроф никто не отрицает, но далеко не все признают их одним из главных явлений эволюции [Катастрофы...].

Не странно ли, что Еськов, зная всё сказанное, мог ограничиться столь слабыми примерами актуализма? Нет, не странно: презумпцию никто никогда не обосновывает, ее полагается лишь иллюстрировать – неважно чем.

Хотя Еськов и признал ограниченность актуализма, но не объяснил, в каких случаях от этой презумпции следует отказываться и чем при этом пользоваться. Вне "методологической" главы он своих принципов не проводит. Наоборот, в книге: *Расницын А.П.* Процесс эволюции и методология систематики. СПб., 2002 (т. 73 Трудов Рус. энтомол. общества) — презумпции выявлены, обсуждены и положены в основу рассуждения. Честность автора восхищает, но итог плачевен: его презумпции часто противоречат фактам, и их принятие сомнительно для самого автора. Впрочем, это не мешает ему пользоваться ими как истинами (что, напомню, делал и Дарвин). Одну его презумпцию разберем чуть далее. (Как уже мог заметить читатель, моя установка — *выявлять принципы всюду по тексту, где это видится мне нужным*. Подробнее см. [*Чайковский,* 1990; 1993].)

Обычно же с принятием презумпции выяснение спорных мест возлагается на возможного оппонента. Так, вековой успех дарвинизма был бы невозможен, если бы не презумпция — «отбор малых ненаправленных вариаций есть ведущий фактор эволюции». Вместо поиска ее доказательств (их у Дарвина, как он сам признавал, нет), дарвинизм оставил, как и прокламирует метод презумпций, опровегать ее оппонентам. Они это не раз проделывали (с особым блеском это делал Любищев), но их доводов дарвинисты не читали, заявляя, что им и так все трудности известны; а для оправдания своей нелюбознательности приняли еще одну установку: «Не умножай сущностей сверх необходимого».

Это — известная "*бритва Оккама*». Она имеет массу сторонников и противников. Еськов и Расницын приняли ее, Любищев и Мейен относились к ней негативно (противополагая ей требование всестороннего анализа проблемы, п. 4-17); а математик и философ Ю.А. Шрейдер любил говорить, что ***бритва Оккама годна лишь для духовной кастрации***. Он был прав в том смысле, что автор обязан обдумывать свою идею всесторонне, в том числе и с разных сущностных позиций — только тогда в ней обнаружатся изъяны. Однако "бритва Оккама" полезна при компоновке материала для публикации и для преподавания.

Кстати, логик XIV века Вильям Оккам на самом деле говорил осторожнее, чем его позднейшие толкователи: "Не следует делать большими средствами то, что можно сделать меньшими". Такой тезис вполне можно принять: ведь новая сущность вовсе не обязательно есть "большее средство".

Часто бывает даже наоборот: попытка оставаться в рамках прежде принятых сущностей заставляет нагромождать допущения в духе ранних натурфилософов, а *новая сущность как раз и есть то малое, что бывает надо добавить к прежним истинам*, чтобы перестать громоздить произвольные допущения и начать делать дело. Самый знаменитый ученик Оккама, логик Жан Буридан (которому тоже приписывают то, чего он прямо нигде не написал – дилемму "Буриданов осёл") блестяще развил тезис учителя: ввел в оборот почти всеми забытую античную идею вращения Земли; то была новая сущность, должная заменить нагромождение движений светил вокруг Земли.

Оккам пояснял, что его тезис означает прежде всего недопустимость введения гипотетических понятий, не поддающихся проверке опытом (отчего и стал предтечей *эмпиризма*). Выходит, что всевозможные типы отбора, щедро вводимые в СТЭ, ни один из которых не был наблюдаем, как раз и подлежат, если следовать Оккаму, отсечению. Кстати, Тимофеев-Ресовский так и делал: он не раз гово-

рил (не знаю, писал ли), что естественный отбор един, а все вводимые его частные формы, включая стабилизирующий отбор, – лишь способ выражаться. Его классическое изложение основ СТЭ (БЖ, 1958, N 3) построено именно так. И он был прав – в том плане, что нагромождение форм отбора лишь маскирует недостачу нужных сущностей. Так, отсутствие в дарвинизме механизма прогресса заменяется "отбором на высшую организацию"; отсутствие идеи сотрудничества — "групповым отбором" и "ценотическим отбором"; отсутствие идеи самоорганизации — "стабилизирующим отбором" и т.д. Недавно появился термин "замещающий отбор", снявший для его приверженцев даже проблему появления человеческого ума: если природа отбирает организмы, то человек — мысли.

Начав отсекать "лишние" сущности на том лишь основании, что без них проще, неодарвинизм отсек почти всю эволюционную науку как лишнее.

Важно отметить, что "бритва Оккама" тоже — презумпция: никто ведь не отказывается от введения новых сущностей вообще; мол если понадобится, то введем. Однако еще Мопертюи отмечал, что только в конце исследования становится ясно, какой набор сущностей явился для него необходимым (подробнее см. [*Чайковский*, 1990, с. 29]); и уверение, что <<основу европейского научного мышления составляет "бритва Оккама">> [*Еськов*, с. 238], чересчур смело. Проблемы теории познания столь просто, увы, не решаются.

Если уж требуется познавательный афоризм, то "Великий физик Максвелл как-т гипотез … выбирайте ту, которая не пресекает дальнейшего размышления..." [*Берг*, с. 92]. А идея презумпции как раз и призвана пресекать.

Главная презумпция Расницына: "сходство следует считать унаследованным, пока и поскольку не доказано обратное". Он знает, что она неверна: "независимо возникшее сходство, вещь гораздо более обычная, чем мы привыкли думать, и она особенно обычна у близко родственных форм"; у далеких тоже: позвоночные дают бесчисленные примеры "независимого достижения определенных уровней организации — уровней амфибий, рептилий, млекопитающих и птиц". И всё же он верит в нее: "Тем не менее я думаю, что в основе… параллельной эволюции лежит… однажды приобретенная особенность" (с. 32-33). Оснований для этой веры не приведено, и мне остается напомнить про ряды Копа — Вавилова. Как мы увидим далее, они ведут совсем в другую сторону, нежели презумпции.

Хотелось бы обойтись вовсе без презумпций, но не выходит. Остается выявлять собственные презумпции и отказываться ото всех, от каких можно. К примеру, я в молодости верил в положения дарвинизма, и только работы Любищева открыли мне, что эти положения суть презумпции. После этого, далеко не сразу, я от веры в них отказался, стал проверять их, и они рассыпались.

Но столь же тщательно надо исследовать сами суждения, в ходе которых рассыпается дарвинизм (нет ли среди них тоже неявных презумпций?), чтобы не начать строить догму того же качества. По-моему, ничто так не тормозит науку, как вера в возможность уложить факты в уже заданную теорию, и вопрос о том, когда надо начинать поиск новой теории — вопрос не презумпции, а такта.

В данной книге принята в явном виде всего одна-единственная презумпция – **презумпция рационального объяснения явлений**. То есть, не отрицая того, что некоторые положения эволюционизма могут по сути носить иррациональный (мистический) характер, я исхожу из возможности их понимания в рациональных

терминах, пока мне не докажут противоположное. Без нее я не вижу возможности строить какую-либо эволюционную теорию, кроме теории непрерывного творения, которая, кстати, удовлетворяет "бритве Оккама" еще лучше, чем дарвинизм.

**** Доводы в свою пользу не ведут к теории**

Дарвин был уверен, что его учение является обобщением фактов, а критики утверждали, что у него вообще нет фактов, освещающих суть дела, что его учение вполне голословно. Кто прав? Ситуацию несколько прояснил в 1934 году молодой австрийский методолог Карл Поппер, разделивший всё научное знание, грубо говоря, на *теории* и *доктрины*. Теория допускает проверку, которая в принципе может привести к опровержению теории, тогда как доктрина такой проверки не допускает: любой опыт может быть истолкован в ее пользу – достаточно лишь придумать неожиданнное его толкование или изменить понимание какого-то из используемых терминов.

До Поппера ту же мысль высказал Любищев. Приведя заявление одного самоуверенного немецкого генетика, полагавшего, что его механическая теория гена "абсолютно неопровержима никаким опытом", Любищев ответил ему: "Но этим автор подписывает ей смертный приговор как естественнонаучной теории" [*Любищев,* 1925, с. 94]. Тема далее не развита, и это обычно для Любищева: не тратить драгоценное время на разъяснение понятного. В итоге его мысль прошла незамеченной, тогда как Поппер развил ее в книгу, сделал достоянием общества и стал знаменит сам.

Лишь в конце жизни Любищев высказался на ту же тему более определенно и опять – в духе Поппера: "истинная роль философии в науке" заключается "в разработке систем постулатов, которая не может быть ни доказана, ни опровергнута, но которая может служить базой для конкретных гипотез и теорий, могущих быть опровергнутыми" [*Любищев,* 1982, с. 130]. Тут уже видно влияние Поппера и австрийского логика Курта Гёделя.

К доктринам Поппер отнес марксизм, фрейдизм и дарвинизм. (Кстати, Любищев отмечал: доктрины часто называют именами их основателей, чего с теориями не бывает, и это, по-моему, неслучайно – доктрине необходим авторитет основателя, в чем теория не нуждается.) Упрек старого адмирала Фиц-Роя, уверенного, что Дарвин, его младший друг, не читал ничего у коллег, "кроме тех обрывков, которые мог обратить себе на пользу», становится на место: творец доктрины и не может писать иначе.

Еськов изложил суть идеи Поппера, и читатель сам может теперь делить концепции на теории и доктрины, сам может задать вопрос – есть ли в эволюционизме теории? Замечу лишь, что говоря о Поппере, Еськов (в отличие от Расницына) ни словом не помянул отношение того к дарвинизму. Оно с годами менялось, но никогда Поппер не считал дарвинизм проверяемой теорией (*Поппер К.* // ВФ, 1995, N 12; *Аронова Е.А.* // ВИЕТ, 2002, N 4, с. 706-717).

Первое, что следует иметь в виду при построении теории – что никакое количество доводов в свою пользу не ведет к теории. Накопление таких доводов – основа той диалектики, о которой у нас шла речь в п. 3-7. Когда Любищеву говорили, что в пользу критикуемой им идеи собран "Монблан фактов", он отвечал, что против нее можно собрать "Гималаи фактов" и указывал подчас на целые блоки таких фактов. Но никогда не подсчитывал баланс "за" и "против", а всегда предлагал выяснить суть противоречий.

*** С историей или без?

Ламарк впервые выступил с эволюционной идеей на лекции в мае 1800 года, и ровно через 200 лет, весной 2000 года, в том же Париже появилась книга "Деревья эволюции" (Les arbres de l'йvolution, далее: АЕ). Ее авторы (космолог, палеонтолог и экономист) возродили давнюю традицию сквозного описания эволюции – от космоса до общества.

Притом уложились в 350 страниц текста. Каждый написал свой раздел, а затем все трое написали раздел о единой (фрактальной) закономерности трех форм эволюции. Это ново, и я благодарен Е.А. Ароновой, привезжшей мне из Парижа книгу АЕ. Согласен я не со всем, что там сказано, но она – единственная известная мне нынешняя работа, в которой рассуждения о механизмах соединены с описанием фактического хода биоэволюции.

Биологический раздел тут подчеркнуто внеисторичен, причем его автор, палеонтолог Жан Шалин, почти не называет прежних имен и ни с кем не спорит. Не последовать ли этому примеру? Как хорошо не ввязываться по каждому вопросу в спор со сторонниками различных взглядов, а просто излагать нынешнюю науку, как она мне видится. Так писали многие, но я решил сохранить свой обычный стиль: выводить каждую нынешнюю тему из работ прошлого и показывать сложное к ней отношение в разные времена.

Дело в том, что само состояние эволюционной науки требует повсюду указывать разные позиции. Если этого не делать, многие читатели будут удивлены – зачем все эти сложности, если всё объясняется гораздо проще? Пока учебники убаюкивают ученика уверениями, что всё сущее произошло "под действием отбора" и пока он видит в этом ответ на все вопросы, в том числе и на еще не поставленные, приходится то и дело разъяснять, что это – никуда не годный самообман и что так считали великие биологи.

Первая эволюционная статья Спенсера (1852 г.) построена как спор с креационистами. Сейчас нам это излишне, но тогда было неизбежно. Надеюсь, что скоро книги вроде АЕ будут широко читаться и переводиться и мой способ изложения окажется архаичным. Пока это, увы, далеко не так. У Владимира Высоцкого автобиографический стих кончен фразой: "А мы всё ставим каверзный ответ / И не находим нужного вопроса". В этом суть – чтобы задавать нужные вопросы, надо уметь видеть негодность каверзного ответа.

**** С чего новую теорию следует начать?

Выяснив свою методологическую позицию, можно перейти к выявлению собственных теоретических положений. В этой главе речь пойдет только об эволюции организмов (а не их сообществ), и в этом отношении до сих пор были предложены всего 4 принципиально различные концепции – *ламаркизм, жоффруизм, дарвинизм* и *номогенез*. (Они приведены в порядке появления знаковых работ Ламарка, Жоффруа Сент-Илера, Дарвина и Берга.)

Эта четверка терминов прижилась в нашей литературе, на Западе же из них знают только дарвинизм и ламаркизм, причем второй понимают очень узко – как НПС (к сожалению, такое понимание отчасти проникло и в нашу литературу). Вместо двух других на Западе применяют много разных терминов, обозначающих частные концепции, в том числе и ныне забытые. Так, словом *ортогенез* обозначают

как изменение под прямым действием среды (это элемент жоффруизма), так и развитие в прямом, неизменном, направлении (элемент номогенеза), и даже эволюцию к предначертанной цели (элемент богословского эволюционизма Тейяра), а это ведет к путанице. Отрицание жесткой зависимости эволюции организма от среды обитания выражается на Западе термином *автогенез*, но в этой концепции нет, в отличие от номогенеза, речи о структуре разнообразия. Частью номогенеза является и тератологический эволюционизм (п. 4-10). Наличие же четверки в нашем понятийном аппарате сильно облегчит нам работу.

Сложилась досадная традиция противопоставлять концепции. При этом выпадает из поля зрения их существенное сходство. Например, ламаркизм и дарвинизм многие считают антагонистами, хотя они основаны на принятии общего тезиса – *непрямого действия* окружающей среды на свойства организмов. В ламаркизме это – влияние упражнения органа на его развитие, а в дарвинизме – выживание более приспособленных. Оба учения ввели свой исходный тезис как чисто умозрительный постулат. Аналогично, ламаркизм и номогенез близки принятием тезиса о самодовлеющем характере *прогресса* (тогда как дарвинизм едва касается его, полагая его одним из следствий приспособления к среде[12]); а дарвинизм и номогенез одинаковы в том отношении, что игнорируют активность особи – она в этих учениях не живет, а лишь предъявляет свои заранее данные качества. Нужна теория, берущая из прежних всё нужное, и в то же время теория единая, целостная. Прежде всего, она должна ясно указывать источник своих постулатов. Начнем с рассмотрения роли естественного отбора.

5-2. Неслучайность «случайных мутаций»

Как заметил Любищев, «всякое учение об эволюции заключает три момента: изменчивость, наследственность и естественный отбор. Полагают, что признание этих трех моментов уже означает принятие селектогенеза (дарвинизма – *Ю.Ч.*). Это совершенно неверно. Все дело в том, как понимать наследственность и изменчивость» (*Любищев А.А.* О постулатах современного селектогенеза // Проблемы эволюции.Т. 3. Новосибирск, 1973, с. 43). Дарвинизм признает ведущей роль ненаправленной изменчивости, тогда как в других учениях изменчивость считается направленнй.

60 лет назад были поставлены опыты, убедившие ученый мир в том, что мутации ненаправленны. Вот как писал авторитетный учебник: <<Подобно тому, как рождение генетики датируют 1865 г., когда появилась статья Менделя, так и рождение генетики бактерий можно датировать 1943 г., когда Лурия и Дельбрюк опубликовали статью, озаглавленную «Мутации, в результате которых бактерии, чувствительные к вирусу, приобретают устойчивость к нему». Лурия и Дельбрюк... впервые показали, как следует ставить опыты, как обрабатывать результаты этих опытов и, что самое главное, как следует рассуждать, чтобы получить осмысленные и однозначные результаты>> (*Г.Стент.* Молекулярная генетика. М., 1974, с. 133). Авторы опытов были увенчаны нобелевскими премиями, а сами опыты явились последним решительным аргументом в пользу СТЭ, согласно которой единственным движущим фактором эволюции является естественный отбор случайных ненаправленных вариаций; а главным (у многих авторов – единствен-

[12] Тимофеев-Ресовский в своей последней эволюционной статье (Природа, 1980, N 9) признал, что дарвинизм следует дополнить принципом прогресса, но он остался в этом одинок.

ным) видом вариаций были сочтены мутации.

Однако в 1988 году американский генетик Джон Кэйрнс повторил опыт Лурии – Дельбрюка и пришел к выводу: ничто тогда доказано не было. Точнее, в тогдашних опытах выживали те бактерии, которые уже до начала опыта имели ген, обеспечивающий устойчивость к антибиотику; а у Кэйрнса, кроме случайно возникших мутантов, нашлись и такие, которые образовались в ответ на новый внешний фактор. Мутации оказались ***случайными, но направленными***. Кэйрнс смог лишь воскликнуть: «Поразительно, сколь мало обоснованным было общепринятое мнение».

Представляя результаты Кэйрнса с соавторами (опубликованные в журнале «Nature»), журнал «Scientific American» писал возвышенно: «За последнее время немногие открытия вызывали такой широкий интерес, как недавно полученные данные, ставящие под сомнение фундаментальный принцип современной биологии – представление о случайности возникновения мутаций». По мнению редакции, «природа этой поразительной способности… совершенно неизвестна. Напрашивается сравнение с издавна не пользующимися доверием воззрениями… Ламарка» (ВМН, 1989, N 1, с. 55). Мы можем поразиться вместе с американцами, но вряд ли им стоило так демонстрировать свое незнание литературы.

Действительно, общее мнение основывалось просто на априорной уверенности ученых, на их мировоззрении, и опровергнутые ныне опыты ставили, в сущности, лишь одну цель – собрать факты в его пользу. Если внимательно проанализировать опыты, то окажется, что сама их постановка лишала возможности получить что-либо, кроме «доказательства» случайности мутаций. В частности, в них всегда использовались столь высокие концентрации инфекций и ядов, что практически исключалась возможность физиологического приспособления, хотя вроде бы ставилась цель – проверить, идет ли таковое приспособление и носит ли оно наследственный характер. Едва смертельные дозы были уменьшены до *стрессовых*, как обнаружились акты наследуемого приспособления бактерий.

Вскоре такие же результаты были получены и на более сложных организмах, причем всюду оказывалось, что дело действительно в физиологии, в стрессе: «стрессовые ситуации не только повышают общий уровень мутирования, но и меняют его характер: геном начинает интенсивно перестраиваться» (Перестройки генома // Химия и жизнь, 1994, N 9, с. 17). Более того, достаточно заглянуть в старую литературу, чтобы убедиться, что к 1943 году было по сути уже известно всё, что ныне стало сенсацией. Можно указать на довоенные работы, в которых обсуждалось влияние *патологического стресса* (о нем будет сказано далее) на мутабильность.

Таковы упомянутые в п. 4-8 опыты Гершензона в Киеве: *почти смертельные* дозы телячьей ДНК вызывали у дрозофил направленные мутации: мутировали очень немногие гены и в очень немногих направлениях (иногда даже в одном-единственном), зато часто. Найденные мутации оказались все до единой вредны для их носителей, и (вот ирония!) поэтому Гершензон был уверен, что остается в рамках дарвинизма. (На самом деле они - итог транспозиций; см. п. 6.)

За полвека это направление выросло в целую отрасль генетики, однако эволюционистами осмыслено не было. Как верно отметил 90-летний Гершензон, учебники продолжают наивно уверять, что мутации случайны (*С.М. Гершензон.* Избирательность мутагенного действия ДНК и других полинуклеотидов // ЖОБ, 1996, N 6).

В чем тут дело? Давайте снова внимательно прочтем слова Стента: «…самое глав-

ное, как следует рассуждать, чтобы получить…» – дело в них. Как мы теперь видим, результаты были заданы заранее, заданы всей тогдашней атмосферой науки, и для социального успеха надо было рассуждать так, чтобы получить именно их и ничего более.

Разумеется, другие ученые получали тогда и другие результаты, но ученый мир не принимал их, да и сейчас едва начинает принимать [*Голубовский* // ЭБ]. Так в науке было, есть и (полагаю) будет всегда. Единственное, что остается делать – стараться сократить время, потребное обществу для усвоения нового. Для этого мало быть добросовестным – надо еще хоть немного знать теорию научного познания.

Между прочим, надо уметь выявлять недопустимые презумпции и отказываться от них. Тут главная роль выпадает историкам науки, философам и учителям. Увы, до сих пор они занимаются, в основном, противоположным – насаждают в качестве установленных фактов презумпции, привычные обществу. В частности, пора задаться вопросом: если мутации направленны, в чем тогда состоит естественный отбор? Можно ли сказать, что в этом случае процесс эволюции реализуется самим мутационным процессом, как полагал де-Фриз? Тогда роль отбора сведется к апробации готовых конструкций организмов. По Дарвину же, отбор формирует новое медленно и постепенно.

5-3. Идея Творения в новом дарвинизме и иммунитет

А всегда ли медленно течет эволюция в примерах, которые приводят сами дарвинисты? Вовсе нет. К примеру, П. Медавар как иммунолог проводил параллель между эволюционным приспособлением и выработкой иммунитета, а последняя идет очень быстро, в считанные сутки. Иммунологи 1950-х годов прямо повторили ход мысли тех генетиков, которые (как Лурия и Дельбрюк) видели в эволюции только отбор полезных генов, существующих независимо от их пользы. Вот эта мысль у Медаваров: <<рождение “новой иммунологии”, как ее назвали, фактически датируется признанием теории… что антиген просто выявляет способность, уже ранее существовавшую>>.

Данная позиция отнюдь не нова, на ней издавна стоят противники эволюции (креационисты): изменчивость, по их убеждению, заранее задана Богом. Однако Медавары определенно считали себя эволюционистами: <<Процесс “обучения” бактерий – это эволюционный процесс, сводящийся к естественному отбору форм, уже обладавших новой способностью, которая в конце концов становится свойственной всей популяции просто потому, что обладающие ею организмы начинают превалировать в числе>>.

Помните, где мы это уже видели? В начале нашего рассказа (п. 1-2) цитирован учебник, в котором под эволюцией понимается только изменение частоты генов в популяции и ничего больше; а позже, в п. 4-2, назван и тот биолог, что сказал это первым. Но там это выглядело безобидно, здесь же получилось хуже: принятое понимание эволюции надолго закрыло путь к выяснению важнейшего (в том числе и для медицины) физиологического процесса – становления иммунитета.

В самом деле: о каком становлении может идти речь, если до его начала удачливые клетки «уже обладают новой способностью»? Дело не в особой специфике иммуногенеза, а в тогдашней презумпции. В те же годы ту же трудность отмечали и в отношении эволюции. Так, французский биолог Жюль Карль еще давно

писал, что *генетика превратила дарвинизм из эволюционного учения в вариант креационизма*, в «смягченный фиксизм»: постоянство вида изредка нарушается мутациями, но их свойства никак не позволяют им обеспечить материал для эволюции. «Этот смягченный фиксизм по своей философской сущности достаточно точно соответствует научным позициям генетиков» (*J. Carles*. Le transformisme. Paris, 1957, c. 94). В русле этой традиции Медавары и склонились к своему варианту креационизма: «Однако предположение о случайных вариациях в линии клеток… – не единственная возможность; вполне вероятно, что вся информация, необходимая, чтобы обеспечить выработку антител, уже содержится в оплодотворенном яйце».

И это мы уже проходили – в п. 2-2 говорилось о преформистах прежних веков, которые были уверены, что божественным промыслом зародыш содержит всё, что нужно ему и потомкам до скончания веков.

Книга Медаваров вышла в 1977 году, ровно через 300 лет после книги Хэйла. Но если Хэйл, превознося дословный смысл Книги Бытия, на деле проводил эволюционизм, то тут наоборот: *превознося эволюцию, иммунологи на деле проводили идею Творения*. Даже явный регресс налицо: ведь если богословы признавали внутривидовую изменчивость, видя в ней Богом данный механизм самостоятельного приспособления вида к среде (из упомянутых ранее, кроме Хэйла, ее признавали Альберт Великий и «естественные богословы»), то у Медаваров, как у самых дремучих преформистов XVIII века, фактически всё решено Богом заранее.

Неужели креационизм вновь общепризнан? К счастью, нет. Понять, в чем дело, помогает история науки, например – тот же Хэйл, помимо воли основавший эволюционную науку. Собирая данные в пользу Творения, он ненароком выстроил первую схему географического видообразования (подробнее см. [*Чайковский*, 1994]), и почти такой же ход совершили в XX веке иммунологи: строя «клонально-селекционную» концепцию иммуногенеза, исходящую из предсуществования антител, они собрали все данные, какие оказались нужны для раскрытия механизма поступления эволюционной информации в ДНК. То есть порушили идею предсуществования.

Как это было, мы узнаем в п. 8, а пока отметим обычный, хоть и безрадостный факт: новое было получено (с большим опозданием) при яростном отрицании всякой возможности новизны. Так иммунологам, в том числе ведущим, было понятнее. ***Нормальная (по Куну) наука всегда отчаянно сопротивляется любой новизне, если та грозит ей, нормальной науке***. Спрашивается – откуда же тогда колоссальный и быстрый прогресс науки XX века, той же генетики? Ответ прост: он огромен там, где не задевал мировоззрения, а там, где задевал, его не было вовсе – например, в эволюционизме (подробнее см. ниже, п. 5). Здесь до конца XX века вместо прогресса царил миф, закрывавший все пути вперед.

Не следует думать, что эволюционизм – что-то особенное. Нет, точно то же можно наблюдать в разных науках, в том числе самых что ни на есть прикладных. Не в века мракобесия, а в XIX и XX веках врачи предпочитали массами убивать и калечить пациентов, нежели брать пример с коллег, применявших методы вполне успешные, но противоречившие общепринятым. Поразительные примеры я нашел у историка медицины Л.С. Салямона. Так, в середине XIX века в европейских клиниках свирепствовала родильная горячка, уносившая порой до 30% ро-

жениц. Молодой венгерский врач Игнац Земмельвейс установил причину – грязные руки акушеров (руки было принято мыть не до, а после "грязной" работы по приему родов; даже если перед этим акушер вскрывал труп). В 1847 году Земмельвейс доложил свой результат: мытье рук перед родовспоможением снижает смертность рожениц в десятки раз – но был отвергнут коллегами. Он отчаянно боролся за спасение пациенток и умер в 1865 году в психбольнице.

"Наука движется как бы спиной к будущему; она пятится вперед и позволяет нам обозревать пройденную дорогу. Тот, кто движется быстрее и обгняет своих современников, выпадает из поля зрения" – писал о Зиммельвейсе физиолог Л.С. Салямон (*Салямон Л.С.* О некоторых факторах, определяющих восприятие нового слова в науке // Научное открытие и его восприятие. М., 1971, с. 113). Эту формулировку: ***наука пятится вперед*** – мы не раз еще припомним.

Вот и Медавары признались: «Мы не только не знаем, но, исходя из ныне известных данных … и вообразить не можем способа, с помощью которого информация могла бы попасть в нуклеиновые кислоты извне». Эти способы предсказывали некоторые генетики, через 5 лет один из них был открыт экспериментально, и как раз иммунологами (см. п. 8). П. Медавар тогда был уже нобелевским лауреатом по иммунологии и мог "пятиться вперед" вполне респектабельно. Что ж, так бывает. За 5 лет до изобретения радио тоже мало кто мог представить себе, что возможен телеграф без проводов – пророком быть трудно. Но все-таки пророки бывают. Ими, из упомянутых ранее эволюционистов, были, например, наш Страхов, немец Нэгели и француз Вентребер. К последнему пора вернуться.

5-4. Химический ламаркизм

В 1937 году Вентребер вышел на пенсию и удалился в свой уютный домик у Средиземного моря, словно бы зная, что судьба подарит ему вторую жизнь – 28 лет размышлений на новую для него тему, об эволюции. В саду росли мандарины, неподалеку были коллеги (академическая морская лаборатория), через год из Парижа пришла весть, что академики избрали его в свои ряды, и даже начавшаяся еще через год Мировая война не слишком изменила мирный ход жизни старого ученого. Еще через 10 лет, когда коллеги в перипетиях войны уже изрядно его подзабыли, он прибыл в Париж и сделал в Академии наук блестящий доклад со странным названием: «Химический ламаркизм» (*Wintrebert P.* // CR, 1949, t. 228, N 13). Химии как таковой в нем не было, и в наше время его назвали бы иначе — "Молекулярный ламаркизм".

Вентребер повторил тот тезис ламаркизма, что прогресс "господствует над адаптацией" (т.е. служит основной чертой эволюции), и согласился, что открытие мутаций стало решительным шагом в понимании адаптации, но счел, что «интерпретация экспериментальных мутаций требует размышления». Он поделил их на три категории — 1) вызванные физическими и химическими мутагенами, 2) управляемые и 3) обязанные изменению климата. По его убеждению, <<первые, полученные вне всякого естественного воздействия, являются прямыми увечьями самых уязвимых генов, реализующими случайные (quelconques) вариации, и в целом регрессивными. Лишенные эволюционного значения, они породили у дрозофилы подлинный "двор чудес" в рамках этого вида>> (с. 1080).

Термином «двор чудес» («cour des miracles» – *кур дэ миракль*) в средневековом Париже называли притон нищих, где можно было встретить все виды уродств –

природных и сфабрикованных. Этой параллелью Вентребер подчеркивал (замечу: не вполне законно), что спектр искусственных мутаций не дает материала для эволюции. Гораздо более перспективными он счел вторую категорию мутаций, управляемые (dirigйes).

Они, по его мнению, возникают в силу естественных воздействий – как химических веществ (внешних и внутренних), так и чужих генов. Вентребер сослался на совсем новые (1948 г.) результаты генетика А. Буавэна: тот вызывал у одних бактерий мутации, обрабатывая их раствором ДНК других бактерий. Это убедило Вентребера в том, что «организм может вписать ген в свою наследственность... и это легче происходит у низших организмов, чем у высших». Сославшись еще на данные по мутациям у низших грибов, Вентребер сформулировал свой основной тезис: имеющая эволюционный смысл мутация – это не поломка гена, а скорее «прививка гена», подобная тем прививкам, какими пользуются растениеводы. Она должна быть вызвана воздействием природного агента и состоит в приспособлении аппарата наследственности к этому агенту. (Замечу, забегая вперед, что это похоже на иммуногенез, механизм которого узнали через 35 лет.)

Третью категорию (мутации, обязанные изменению климата) Вентребер счел единственной, относящейся к традиционному ламаркизму, поскольку она вызвана естественными изменениями жизненных условий.

Перечислив все это, он заявил, что может *снять два главных возражения против ламаркизма*. Первое возражение носит экспериментальный характер: приобретенные признаки не проявляют наследуемости. Он отвечал: нет ничего удивительного в том, что изменения, происшедшие во взрослом родителе, не достаются детям – ведь его репродуктивная сфера уже сформирована. Надо изучать другие изменения – те, что идут при формировании организма (он не сказал, что это одна из основных идей Э. Жоффруа Сент-Илера – см. гл. 2). Второе возражение умозрительно: тело организма неспособно влиять на собственную репродуктивную сферу. Тут Вентребер сослался на собственные эмбриологические работы, показавшие, что зародыш не так уж изолирован от посторонних воздействий.

Итак, Вентребер решительно покинул «двор чудес» – область тех мутаций, с которыми имела дело генетика, и занялся подлинными, в его глазах, эволюционными изменениями, которые называл «биологическими мутациями». Он напомнил, что главное в ламаркизме – активность особи, и заявил, что организм активно производит собственные мутации. Подробнее см.: *Аронова Е.А.*. Неумирающий ламаркизм // БПС, 1997, NN 41, 42.

Вентребер не знал, что еще до Буавэна страстный дарвинист Гершензон получил направленные мутации у дрозофил. С тех пор прошло более полувека, направленных мутаций описано множество, и противники дарвинизма не раз приводили это как опровержение дарвинизма, однако дарвинисты не видят тут опровержения, поскольку все указываемые ими мутации вредны. Следовательно, само нахождение в пределах «двора чудес» и служит им гарантией верности дарвинизму.

Но если все мутации вредны, то неясно, откуда же берется материал для эволюции. Мутации, изученные самим Гершензоном, четвериковской школой и идейно близкими к ней западными школами, тоже не касались эволюционно значимых свойств. Вот почему нам так важно покинуть «двор чудес» и проследовать за Вентребером в мир «биологических мутаций».

*** Вентребер, старец – пионер**

Как эмбриолог, Вентребер мог бы прямо выйти на эволюционную проблематику через описание изменений в развитии зародышей, но он предпочел путь, которым не ходил до него, кажется, никто – представил в качестве основного способа эволюции *иммуногенез*, т.е. выработку организмом реакции приспособления к чуждому веществу.

Вне эволюции иммунитет и наследственность сопоставляли давно (раннюю литературу см.: [*Любищев,* 1925, с. 89]). Эволюцию с иммуногенезом тоже связывали до Вентребера многие, но то были иммунологи, и они всегда ставили противоположную ему цель – понять иммуногенез, взяв за данное определенную эволюционную концепцию. Дарвинисты разрабатывали *селективную теорию иммуногенеза,* а их противники – его *инструктивную теорию.* Обе возникли в 1900-х годах (*Т.И.Ульянкина*. Зарождение иммунологии. М., 1994, гл. 6).

Автором селективной теории был Пауль Эрлих, основатель иммунохимии. Он прямо писал: «Физиологические аналоги антител должны существовать заблаговременно в организме и его клетке»; по его мнению, иммуногенез состоит в переделке аналогов в сами антитела и в усиленной выработке этих веществ. Дальнейшее развитие науки показало его правоту, но на этом пути не было ответа на вопрос, откуда эти «аналоги антител» берутся. Эрлиха, разумеется, упрекнули в преформизме.

Инструктивная теория, возникшая впротивовес, видела антиген как матрицу, на которой каким-то неведомым образом формируется антитело. Автором ее был Карл Ландштейнер, один из творцов иммуногенетики. Оба, он и Эрлих, позже были увенчаны нобелевскими премиями, но проблема от этого, разумеется, с места не сдвинулась.

Развитие генетики родило гипотезу, по которой все гены, кодирующие изменчивую часть антител, – результат случайных мутаций. Но антитела формируются при жизни особи миллионами вариантов; могут ли ничем не управляемые случайные мутации обеспечить столь быстрый массовый процесс? Простой расчет показывает, что для этого нужна такая интенсивность мутаций, какая разрушила бы всю наследственность. Эту трудность и пыталась обойти инструктивная школа. Она приводила в свою пользу сильный довод: антитела вырабатываются даже на *синтетические* антигены, никогда в прежней эволюции данного вида не встречавшиеся, – как же возможен иммунитет к ним, если не путем «считывания» с антигена?

Здесь нужно немного отвлечься. Если понимать под считыванием прямое копирование, как в типографии, то его тут вряд ли стоит искать, поскольку простые антигены (например, химические яды) заведомо не могут служить матрицами, как ими служат, например, нуклеиновые кислоты. Однако можно ведь не только копировать – можно, как это делает художник, рисовать портрет и даже шарж. Не говорим же мы, глядя на работу художника, что если он не приложил холст прямо к образцу, то, значит, он ляпает краски наугад. Нет, он считывает с образца, но не прямо, а через тот дивный и вполне загадочный прибор, что зовется мозгом. Так вот, чем больше биологи узнают об иммунитете, тем больше видят в нем сходство с работой мозга; в частности, оба механизма работают, как и наследственность, на нуклеиновых кислотах.

Ничего этого Вентребер не знал, но смело допустил, что у иммуногенеза и наследственности есть что-то общее, и приступил к описанию собственного понимания мутации, т.е. к сути своего *химического ламаркизма*, который «ищет опору в общих и самых элементарных свойствах живого и находит ее в реакциях иммунизации». Вентребер предложил следующую схему приспособления организма к новой среде: если какой-то орган перестает справляться со своей работой, он вынужден работать в ненормальном режиме, в нем начинается производство какого-то вещества, вредного для организма, и это вещество служит сигналом для поиска адаптации.

Мы теперь хорошо знакомы с таким пониманием механизма запуска адаптации: это концепция, по которой процедуру адаптации запускает **стресс** (а запускающие саму механику стресса вещества – **стрессоры**). Австрийский физиолог Ганс Селье развивал концепцию стресса с 1936 года, но неясно, знал ли о ней Вентребер. Фактически он отождествил стрессоры с антигенами и решил, что иммунный процесс, ими запущенный, ведет к перестройке того гена, который ответствен за работу данного органа.

Здесь нетрудно заметить также то понимание работы генетической системы, которое позже получило название "*оперонная регуляция*". Как это происходит, Вентребер, разумеется, сказать не мог – ведь тогда сами генетики далеко еще не достигли согласия даже в том, что является веществом наследственности – ДНК или белок. Однако Вентребер не только уверенно встал на сторону приверженцев ДНК, но и дал набросок предполагаемого механизма ее генетического действия: нуклеиновая кислота, находясь в цитоплазме, как-то узнает о строении антигена; а сохраняет она это знание, делая его наследственным, когда попадает в клеточное ядро. Об этом генетики стали говорить лишь в 1960-е годы.

Мысли своего доклада Вентребер уточнял в докладах и статьях еще три года, а затем на целых десять лет снова замолчал – писал книгу. За это время была расшифрована двуспиральная природа ДНК, поставлена и решена проблема генетического белкового кода и открыт *оперон* – основной элемент генетической регуляции у бактерий; но книга Вентребера "Живое, творец своей эволюции" (1962) оказалась вовсе не архаизмом, но наоборот, вполне актуальной. А генетический механизм иммунитета вообще был раскрыт, и то вчерне, лишь через 20 лет после смерти Вентребера.

Читая книгу, никак не скажешь, что автору 95 лет. Сперва (с. 3) он провел ту идею, что живое есть двойственное единство "организм-среда" и "резервуар связей и запросов, которые могут быть удовлетворены", в чем фактически повторял Спенсера. Затем он уточнил прежние свои мысли: 1) само повреждение гена ведет не к адаптивной реакции организма, а к ухудшению работы организма, к дефициту какой-то функции, и ее надо восстановить (в наше время это называют *генетическим поиском*); 2) сильное воздействие среды может привести к общему повреждению гена, что делает дальнейшее развитие организма по прежнему пути невозможным; тогда генетическая система реализует иной путь, например атавистический (возврат признаков предка); 3) поэтому мутагенез при сильном дискомфорте может не иметь ничего общего с обычно изучаемым мутагенезом и даже приводить к появлению нового вида (с. 131-132). Легко видеть, что тут он повторял сальтационистов (см. п. 4-1), но

важнее то, что он увидел, возможно, первый, *два различных стресса*, о чем у нас будет речь ниже.

Примечательно, что в тот год, когда началось неумеренное увлечение генетикой как основой и даже сутью всей биологии (см. п. 4-17), Вентребер заявлял совсем иное: "Ген есть продукт протоплазмы. Составленный из ДНК и нуклеопротеина, он … ничто иное, как продукт, сотворенный живым [веществом]. Тем самым, он – его делегат в хромосомах, гормональная субстанция, состоящая в резерве и используемая, когда надо" (*Wintrebert P.* Le vivant crйateur de son йvolution. Paris, 1962, с. 137-138). К сожалению, в книге не видно никаких свидетельств того, что автор прежде был эмбриологом и за это стал академиком. Теперь, как обычно у ламаркистов и дарвинистов, он едва поминал развитие зародыша, предпочитая от половых клеток прямо переходить ко взрослому организму, и считал форму следствием функции. Ничего серьезного сказать об эволюции как последовательности онтогенезов (ср. п. 4-13) он не мог по той простой причине, что считал онтогенез не самодостаточным процессом (как считал в 1935 г.), а лишь кратким повторением (рекапитуляцией) филогенеза. Умер он в 1966 году на исходе 99-го года жизни, успев издать еще две книги. Они мало интересны (годы все-таки сказались), однако там важно замечание, что хотя Лысенко плохой ученый, нельзя отвергать сами темы его работ.

Главное же, Вентребер вернул ламаркизм в ряды современных ему учений. Сперва он ожил во Франции, затем увял там, но в 1980-х годах дал ростки в англоязычных странах. Нас, однако, интересует не судьба доктрин, а понимание самого феномена эволюции, от кого бы оно ни исходило.

5-5. Ламаркизм и новая генетика

Под влиянием Вентребера к ламаркизму обратился крупнейший тогда во Франции зоолог Грассэ. Ему принадлежит чеканный тезис ламаркизма: "Жить, значит реагировать, а отнюдь – не быть жертвой" (*Grassй P.-P.* L'йvolution du vivant. Paris, 1973, p. 351). Он отметил феномен направленности эволюции, причем увязал его с параллелизмом: "Палеонтология обнаруживает, что линии, исходящие от общего корня материнской формы, проявляют совершенно одинаковые тенденции к реализации определенной формы… но в неравной степени" (с. 400). Если Вентребера феномен направленности занимал лишь в рамках ортогенеза, то Грассэ явно имел в виду параллелизм в духе Копа – Вавилова.

Приняв положения Вентребера о работе гена, Грассэ уточнил их, добавив, что "внесение информации в геном есть операция, отличная от ее приобретения; эти операции следуют друг за другом, а не осуществляются одновременно. ... Возможно, что производство информации идет медленно и продолжается очень много поколений ... Словом, ДНК регистрирует и стабилизирует эволюцию, но не творит ее" (с. 401).

Этим он подчеркнул, что грань между ламаркизмом и дарвинизмом проходит вовсе не там, где тогда считали почти все, т.е. не по линии НПС, а по линии активности особи вообще и активной записи информации в геном в частности. Одним из первых Грассэ указал конкретные механизмы записи (трансформацию ДНК, обратную транскрипцию и др.), в которых дарвинисты тогда еще не видели фактора эволюции.

Вообще, надо отметить, что в те годы мысли ламаркистов отвергались без обсуждения как ненаучные. Теперь, когда они, в основном, приняты к обсуждению и даже рассматриваются некоторыми как часть дарвинизма, нельзя забывать, что дар-

винизм яростно сопротивлялся им всем без исключения и что это – обычная черта дарвинизма, быть может, даже неотъемлемая. Упустив все генетические открытия (кроме одного – генетического полиморфизма популяций) при их появлении и включив их в свой состав лишь после долгого сопротивления, дарвинизм не может, по-моему, считаться научной дисциплиной, хотя сто лет назад ею был.

Сейчас он выполняет одну лишь полезную функцию: тормозя новое, ограждает общество от скороспелых решений. Однако и ее следует выполнять грамотно, на что дарвинизм уже почти негоден (например, почти не выходит за рамки генетики 1930-х годов). Даже серьезный научный креационизм выполняет эту функцию лучше. Такова книга ЮШ, в ряде мест старомодная и даже наивная, но указывающая на многие радикальные трудности, чего дарвинизм избегает в принципе.

Генетик и историк науки М.Д. Голубовский в своих работах увлекательно рассказывает, с каким трудом и с какими опозданиями внедрялись в сознание и в практику биологов самые важные идеи генетики – от законов Менделя до новейших открытий молекулярного ламаркизма. Его вывод: “длительная задержка, примерно 25-30 лет, в признании многих выдающихся открытий – вполне закономерное явление в развитии науки” (*Голубовский М.Д.* Личностное знание и парадоксы истории генетики // Природа, 1997, N 7, с. 68). Это верно, но это половина правды. Судьба открытия радикально зависит от того, насколько оно задевает правящую идеологию. Если не задевает, то усвоение может быть мгновенным, и вся история генетики тому пример: ее успехи за сто лет огромны и молниеносны. Но впараллель этому мы видим, что если открытие задевает презумпции дарвинизма, неприятие может продолжаться сто лет и больше.

В качестве примера приведу ту тему, которой занимался сам Голубовский, *эпигенетическую наследственность*. Еще в 1895 году Болдуин (см. п. 4-14) высказал догадку, что полезное свойство возникает в ненаследственной форме, а затем становится наследственным; позже ее высказывали многие, но она отвергалась большинством дарвинистов, видевших тут вариант НПС. Развитие молекулярной генетики в 1970-х годах указало на вполне конкретный механизм краткосрочного и не затрагивающего строение гена (эпигенетического) наследования: наследоваться может не только структура гена, но и его состояние (активность); пока оно не изменяется, свойство наследуется, а когда изменится, наследование пропадает. Если же сама активность становится наследственной, то свойство оказывается наследуемым в обычном смысле, т.е. стойко. Схема признана с опозданием на 25 лет, однако если считать от Болдуина, то получится 100 лет, а если учесть, что учебники СТЭ молчат о ней поныне, то непонятно, сколько еще ждать.

Приводя много таких примеров (см. сб-к ЭБ), Голубовский ни словом не помянул, что всё это – *молекулярный ламаркизм*. То же видим у биокибернетика С.Н. Гринченко: вводя два главных постулата Ламарка (активность особи и усложнение) как свои собственные, он Ламарка не упомянул [*Гринченко*, с. 24]. Пусть для укоренения нового в массовом сознании в самом деле полезно избегать одиозных терминов, но для нашей темы (понять эволюцию) надо называть вещи своими именами, дабы стало ясно, чем из прошлого пора воспользоваться. Если мы будем ждать, пока дарвинизм объявит данные достижения своей составной частью, то не только потеряем время, но и останемся в неведении, куда двигаться дальше, ибо

дарвинизм никуда не зовет (подробнее см. [*Чайковский*, 2002]). При всех недостатках иных учений, надо признать, что они все-таки зовут на поиски нового.

Дарвинизм во всех известных мне формах ни для какого движения вперед давно не годится: утверждая, что обладает универсальным методом объяснения, он тем самым отрицает наличие принципиальных проблем и играет роль наркотика, притупляющего сознание. Поэтому он очень плохо умеет даже "пятиться вперед" (п. 3), как это делают остальные науки.

Пусть такая оценка выглядит чересчур жёсткой (мы все-таки коллеги), но она представляется мне нынче необходимой, поскольку иначе нас ждет вновь и вновь повторение прежнего конфуза, когда эволюционизм, столь нужный сейчас практике, отстает от успехов биологии на полвека и больше. В качестве недавнего примера напомню историю с **интронами** – участками ДНК, которые (в отличие от **экзонов**) не кодируют никаких белков.

Интроны открыты в 1977 году, и почти сразу было выяснено, что они служат для регуляции; появилась идея, что они обязательны для эволюции: отделяя экзоны друг от друга, они облегчают перебор комбинаций, поэтому первые бактерии должны были иметь их и передать эвкариотам[13] , а позже большинство бактерий могло их утратить (*Gilbert W.* Why genes in pieces? // Nature, 1978, N 5645). В связи с идеей разумного перебора один из ведущих генетических инженеров первой волны Филип Курильский (Франция) писал о "генетическом гении" (*Kourilsky P.* Le gйnie gйnйtique // LR, 1980, N 110). Идея подтвердилась открытием в 1980-х годах механизма редактирования РНК (см. ниже), частным случаем которого является вырезание интронов. См. Доп.

Однако интроны были объявлены "мусорной ДНК", и дарвинизм развил доктрину "эгоистического гена", который якобы паразитирует внутри генома, где может размножаться безудержно, как саранча, чем объяснялся феномен многократных повторов. И <<значимость функции этих повторов долгое время была под сомнением на фоне гипнотических и непродуктивных, по-видимому, идей о существовании в геноме "мусорной", или "эгоистической" ДНК>> (*Гречко В.В.* // ЭГ, 1024). Вне дарвинизма роль повторов ДНК осознана как определяющая ряд черт онтогенеза и эволюции [*Галимов*, с. 147-150; *Корочкин*, с. 17], и всё же мусорная идея, исчезнув из генетической литературы, продолжает жить у дарвинистов как аргумент в пользу отбора.

Если же мы прямо признаем, что новое надо искать и осмысливать, а не отвергать и не сводить (ссылаясь на "бритву Оккама") к старым понятиям, то тут же увидим, что новые открытия молекулярной генетики выстраиваются в единую стройную картину. Вот два таких открытия.

5-6. Прыгающие гены и редактирование РНК

В 1951 году Барбара Мак-Клинток (США) открыла на кукурузе гены, которые не имеют определенного места на хромосоме. Хотя она была одним из самых известных в мире генетиков, ее открытие не принималось сообществом лет 20, поскольку

[13] *Эвкариоты*, т.е. «собственно ядерные» — организмы, чьи клетки имеют ядро (в отличие от *прокариот*, т.е. доядерных организмов, бактерий в широком смысле). Это русское написание согласно с греческой и русской фонетикой. Греческий дифтонг *еи-* читается как *эв-* (эвглена, эвкалипт, эврика, эвтрофия и т.д.) или как *ев-* (Евангелие, Евгений, Европа, евнух и т.д.). Написанию же «эукариоты» нет русских аналогов, оно противоречит русской фонетике, и его трудно признать грамотным.

противоречило уверенности, что каждый ген расположен на хромосоме жестко и может менять место только в ходе рекомбинации (включая инверсию). Лишь к 1977 году было выяснено, что "прыгающие гены" есть у организмов всех царств – у бактерий, грибов, растений и животных (LR, 1977, N 81, с. 784). Если такой ген несет в своем составе экзон, его именуют **транспозоном**, но "прыгать" может и интрон.

Оказываясь в новом месте, ген иначе работает сам и изменяет работу соседей, так что мобильность генов – фактор эволюции. Механизм ее поначалу был совсем непонятен, и его сочли случайным, как прежде сочли случайными мутации. Далее мы увидим, что и то, и другое неверно. См. Доп.

Редактированием РНК (the RNA-editing) называют феномен направленного (не вполне случайного) изменения текста РНК в ходе транскрипции или после нее, но до сплайсинга. Редактированию подвергаются как информационные, так и рибосомные, и транспортные РНК многих организмов. Феномен известен для ядерных, митохондриальных и хлоропластных генетических систем, как для экзонов, так и для интронов, а для прокариотных генетических систем его возможность пока только обсуждается. Но если учесть, что митохондрии и хлоропласты похожи своей генетикой на прокариот и что сам феномен редактирования РНК рассматривается как один из самых древних, то наличие его и у прокариот более чем вероятно. Редактированию подвергаются также РНК многих вирусов (*Дейчман А.М.* Редактирование РНК. М., 2001, с. 4-8, 102).

Учитывая малую доступность этой книги (тираж 200 экз.), изложу основное для нас ее суждение подробно, опуская, однако, ссылки на обширную литературу.

Редактирование РНК – более тонкая процедура, чем те, какими обычно объясняют возникновение новой генетической информации (рекомбинация, дупликация, транспозиция и др.), так как обеспечивает точную замену небольшого (вплоть до точечного) фрагмента генетического текста. Ученые признают редактирование РНК загадочным, поскольку неясны ни его цель, ни, тем более, селективные преимущества редактируемых сайтов. Механизм этого многошагового "фермент-каскадного процесса" непонятен, как неясны выбор сайта для редактирования и запускающая процедура. Благодаря редактированию (и, добавлю, не только ему) нарушается тот принцип генетики, согласно которому один ген ответствен за синтез только одного белка. Непонятно, <<почему клетки часто предпочитают постоянно содержать и запускать энергоемкие "редактирующие машины" (в том числе для редактирования мРНК-транскриптов), вместо того, чтобы однократно... внести нуклеотидные изменения в сами гены "надолго">>. Неясно, существует ли единый контроль за одновременно идущими актами редактирования. Влияет ли редактирование РНК на тексты ДНК? Наконец, если редактирование исправляет ошибки в РНК, то зачем в ДНК сохраняются "ошибочные" тексты? (*Дейчман А.М.,* с. 4-18, 103, 104).

Ответ на последние два вопроса по-моему очевиден: обратная транскрипция (см. п. 7) наверняка, пусть и редко, переводит редактированные тексты в ДНК. Тексты, подлежащие редактированию, вовсе не все ошибочны, им достаточно быть всего лишь не соответствующими моменту. Само же наличие механизма быстрого направленного изменения генетической информации открывает огромные возможности как для прижизненных изменений, так и для эволюции. В сущности, прижизненное и эволюционное смыкаются, и мы должны с благодарностью вспомнить Ламарка и Жоффруа. См. Доп.

Мне представляется, что открытие феномена редактирования РНК заполняет давнюю брешь в понимании эволюции как преобразования генетических текстов. Хорошо известна параллель между таковым преобразованием и записью новой мысли. Математик А.Н. Паршин (ВФ, 2000, N 6, с. 109), изображая данную параллель в табличной форме, положил аналогом вывода транскрипцию и трансляцию, что явная натяжка, поскольку в этих процессах текст изменяется лишь в порядке ошибки.

Наоборот, редактирование изменяет тексты РНК в порядке нормальной работы и тем делает аналогию мышления с созданием новых генетических текстов законной. Загадочность обоих явлений значительно уменьшится, если допустить, что ***редактирование РНК выступает в качестве акта внутриклеточного мышления.*** Допущение сможет быть принято как факт или отвергнуто, когда будет выяснено, в чем конкретно состоит суть привносимой редактированием информации. Мы воспользуемся этим допущением в пп. 13* и 6-15*, а сейчас посмотрим, как феномен редактирования уже теперь изменяет наши основные представления об эволюционной генетике самой по себе.

5-7. "Центральная догма", "главная молекула" и иммунитет

Вскоре после окончательного понимания наследственной роли ДНК прочно утвердилась идея, что ДНК является "главной молекулой": она может служить матрицей как для себя, так и для РНК, а РНК – для себя и для белка, тогда как ни белок, ни иные молекулы не могут служить матрицами для нуклеиновых кислот. В 1970 году идею пришлось подправить – была открыта **обратная транскрипция** (синтез ДНК на РНК-овой матрице), которую используют РНК-овые вирусы, чтобы встраиваться в геном хозяина. Однако в остальном идея оставалась незыблемой и была известна как *центральная догма молекулярной биологии*. Ее можно записать так:

ДНК ⇆ ДНК ⇆ РНК ⇆ РНК → белок.

Верна ли она? Если понимать ее узко, как невозможность «обратной трансляции», т.е. синтеза РНК на белковой матрице, то да. Но обычно ее понимают шире – как невозможность синтеза нуклеиновых кислот иначе, нежели на нуклеиновых же матрицах; а это утверждение уже неверно.

Легко видеть, что "догма" в широком понимании (а мы будем говорить только о нем) – всего лишь новая формулировка отрицания НПС. Ситуацию четко обозначил 35 лет назад английский биоматематик-дарвинист Джон Мейнард-Смит: «Огромное достоинство центральной догмы заключается в том, что она наконец прояснила то, что должен делать ламаркист: он должен ее опровергнуть». Другими словами, центральная догма – презумпция, а опровержением презумпций обычно занимаются те, кто в них не верит.

К сожалению, среди ламаркистов не нашлось молекулярных генетиков, поэтому задачу пришлось решать людям, от проблем эволюции далеким. Первым стал американский вирусолог Дейвид Балтимор. В 1970 году он был одним из троих, открывших обратную транскрипцию, и ему же посчастливилось в 1982 году оказаться в паре, открывшей **нематричный синтез ДНК**. Таковой синтез обнаружен в системе иммуногенеза (*Alt F.W., Baltimore D.* // PNAS, 1982, vol. 79, p. 4118-4122), и нам остается с восхищением вспомнить догадку Вентребера, осознавшего важность параллели между иммуногенезом теплокровных и эволюцией.

Оказывается, в ходе синтеза гена, кодирующего *иммуноглобулин* (белок, атакую-

щий чужеродное тело), производится сшивка фрагментов прежних генов, причем в точке сшивки в текст ДНК встраивается небольшой (в опыте Альта и Балтимора: кодирующий до 8 аминокислот) фрагмент, никакой матрицей не кодируемый и синтезируемый (как и встраиваемый) чисто ферментативно. Подробнее см. популярную статью [*Чайковский*, 2003].

Еще один удар по догме нанесло открытие *приона* – возбудителя инфекционной болезни, не содержащего никакой нуклеиновой кислоты Однако всё это могло быть подправлено переформулировкой догмы (см. например: *Инге-Вечтомов С.Г.* Прионы дрожжей и центральная догма молекулярной биологии // ВРАН, 2000, N 4).

Главным же ударом стало раскрытие феномена редактирования РНК: если теперь и можно говорить о главной молекуле, то ею оказалась РНК. Она играет центральную роль во всех клеточных процессах, в том числе и в записи новой информации на ДНК; в то же время ДНК инертна и выполняет только функцию хранения и передачи наследственной информации, которую РНК тоже умеет выполнять, но в наше время почти не выполняет: именно из-за отсутствия инертности она – плохой хранитель. Этот факт будет для нас важен в главе 7, при обсуждении происхождения жизни.

От "догмы" не осталось (вне ее самого узкого смысла) ничего. Вместо нее лучше принять другой тезис: ***РНК служит для синтеза белка и других РНК, а также для направленного изменения ДНК, причем оба процесса производятся белками, а ДНК служит почти всегда лишь для длительного хранения наследственной информации***. (Изменения ДНК, не взятые от РНК, происходят лишь случайно и в эволюции заметной роли не играют.) Не будем делать догму из этого тезиса, а посмотрим, как развивались иммуногенетика и эволюционизм вне "центральной догмы".

5-8. Экспериментальная эволюция. Подход иммунологов

Наконец-то сдвинулся с мертвой точки давний спор сторонников селективной и инструктивной теорий: обе оказались по-своему правы. Выявление и размножение антител (иммуноглобулинов) действительно течет так, как утверждает первая, однако их гены не предсуществуют, а формируются, и отнюдь не только путем мутаций. Становится все более очевидно, что информация о строении антигена каким-то образом используется при формировании антитела.

Теплокровные имеют все те виды иммунитета, что и другие животные, плюс **ТВ-систему**, ответственную за адаптивный (приобретенный) иммунитет. Последняя состоит из двух подсистем – генерирующей *Т-клетки*, связывающие антигены на своей поверхности (имеется в различных формах у всех позвоночных), и генерирующей *В-клетки*, синтезирующие иммуноглобулины (есть в развитом виде только у теплокровных). Общее значение иммунной системы рассмотрим в главе 6, а сейчас достаточно сказать, что первая борется с вирусами, а вторая с бактериями. Иммуноглобулины различаются *вариабельной частью,* которая меняется от клетки к клетке и ответственна за то, что каждая клетка поражает свой антиген. Ограничимся одним аспектом работы одной подсистемы – синтезом вариабельной части легкой цепи иммуноглобулина в В-клетке. Дело идет так [*Ройт и др.*;*Стил и др.*].

У зародыша млекопитающих совсем немного генов иммуноглобулинов – около сотни. В ходе развития организма их разнообразие каждый раз создается заново, точно так же, как заново создается любой орган. Создается оно путем *комбинирования*

фрагментов существующих генов. Но этого разнообразия оказывается мало, поэтому конкретное антитело обычно не выбирается из наличных, а создается в ответ на конкретную заразу (на антиген). В стрессовой ситуации, которую создает вторжение антигена, включается механизм перестройки иммуноглобулиновых генов: по каким-то не вполне еще понятным правилам ***генетическая система режет и сшивает фрагменты*** генов до тех пор, пока не найдет приемлемый вариант – тот, что синтезирует антитело, которое реагирует с вторгшимся антигеном. Найденный вариант клонируется (размножается из единственного родоначального экземпляра).

Механизм комбинаций работает, но довольно плохо, т.е. поставляет антитела, связывающие антигены, но довольно слабо. Поэтому существует еще один механизм - **соматический гипермутагенез**, который включается после создания нужной комбинации фрагментов. Заключается он в том, что при клонировании гены найденного варианта мутируют с огромной частотой (тут каждый тысячный нуклеотид заменяется, тогда как обычно точковый мутагенез в 100 миллионов раз менее интенсивен), так что порождается масса чуть отличных антител, различающихся одной аминокислотой или двумя, чем и достигается точная подгонка антитела к антигену. Конечный вариант снова клонируется и запоминается иммуногенетической системой организма (рис. 26), т.е. *наследуется* на время жизни особи.

В этом, грубо говоря, состоит "генетический принцип обеспечения разнообразия антител", за открытие которого получил в 1987 году нобелевскую премию иммунолог Сусуму Тонегава (работа начата в Швейцарии и завершена в США).

Великолепное открытие, за которое Тонегава получил премию, далеко не целиком принадлежит ему. Даже если не брать в расчет смутную догадку Вентребера, то сама идея сборки гена иммуноглобулина из фрагментов высказана еще в 1965 году (*Dreyer W.J., Bennett G.C.* // PNAS, 1965, vol. 54, p. 864), после чего тема развивалась многими. В частности, сочетать селекционную теорию с идеей индуцированного мутагенеза в клетках лимфатической системы высказал в 1968 году Мелвин Кон, а иммуногенез в качестве эволюционного микрокосма рассматривал Элистер Каннингем в 1977 году [*Стил и др.*, с. 98, 105-106, 214]. К сожалению, это обычно, что в нобелевской эстафете премию по-

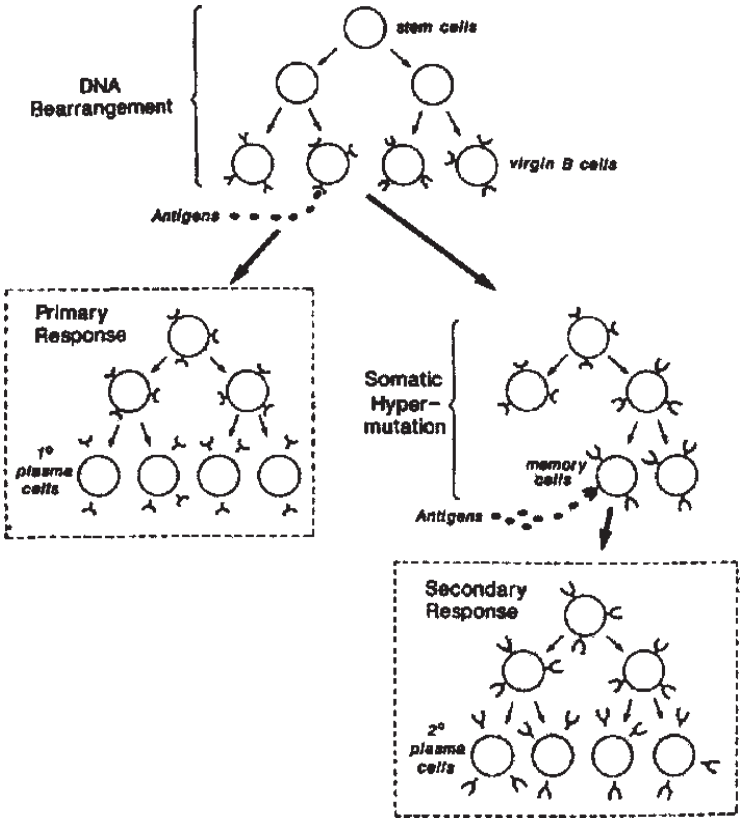


Рис. 26. Иммуногенез как модель эволюции. Рис. из нобелевской лекции Тонегавы, показывающий, как создается разнообразие антител у млекопитающего (steam cell - стволовая клетка, virgin B-cell - незрелая иммунная клетка, rearrangement - перегруппировка, primary response - первичный (до гипермутагенной подстройки) иммунный ответ, secondary response - вторичный ответ) и как оно запоминается иммуногенетической системой

лучает лишь тот, кто бежал последний этап. Из упомянутых выше открытий укажу на двойную спираль ДНК, а из упоминаемых далее – на теорию ДС (п. 14).

(Премия выступает при этом как фактор самоторможения науки на самом ее уязвимом этапе – при рождении новых направлений, поскольку побуждает ученых избегать тем, требующих начинать "с нуля", преодолевая сопротивление коллег. Практика премирования побуждает ученых не только искать истину, но и получать, как Лурия и Дельбрюк, желаемые обществом ложные результаты. Кроме того, Тонегава являет собой яркий пример "импорта мозгов": едва окончив институт на родине (в Киото), он отбыл в США, где живет и ныне.)

Нам надо выяснить эволюционный аспект открытия Тонегавы. Представляя лауреата, шведский иммунолог Ханс Вигзел сказал: "Когда Тонегава проводил свои опыты, царило убеждение, что каждый белок, каждая полипептидная цепь управляется своим геном, в отношении один к одному. Но в то же время подсчет числа генов, кодирующих белки, в хромосомах человека дает число порядка ста тысяч генов. Они должны обеспечивать все белки тела – для гемоглобина эритроцитов, для пигмента в наших глазах и т.д. Только меньшая часть, быть может один процент, вероятно может быть использована для порождения антител. Около тысячи генов, способных породить миллиарды различных форм антител? Задача казалась неразрешимой". И далее: "Тонегава … открыл нечто совсем новое и революционное в генетике." (Les Prix Nobel 1987. Stockholm, 1988, c. 25.)

Суть открытия в том, что ген может быть переделан в цитоплазме: возникшие при перестройках (собственно механизм Тонегавы) фрагменты сшиваются, причем с нематричными вставками (механизм Альта – Балтимора), затем успешный вариант точно подгоняется к антигену (механизм гипермутагенеза), клонируется и запоминается (соматическое наследование). (Позже, в 1995 г., был открыт еще один этап – замена отдельных фрагментов [*Стил и др.*, с. 112].) Словом, гены антител образуются не за счет мутаций, как думали прежде, а путем четырехступенчатого процесса, в котором лишь одну ступень можно назвать мутагенезом, и то в особом смысле: он *направлен* – в том плане, что происходит только в нужных генах и в малом числе направлений, зато с неимоверной частотой.

Воздав должное такой разумности природы, Вигзел заметил: "Каждую минуту наше тело производит миллионы белых кровяных телец, лейкоцитов. В каждом из них идет гибридизация ДНК, приводящая к созданию ее собственных, уникальных антител. Те, что не будут выявлены, быстро погибнут. Если, однако, они вступят в контакт с подходящими внешними структурами, они будут вознаграждены, *допущены к размножению* и проживут долго. После большой случайностной (randomized) генной лотереи естественный отбор поддержит победителей…". (Подчеркнуто мною.)

Сам Тонегава в нобелевской лекции провел параллель с эволюцией еще более прямо: "Подобно организмам в экосистеме, эти лимфоциты – субъекты отбора антигенами, и приспособленнейший будет выживать. И… иммунную систему индивида можно видеть как своего рода Дарвинов микрокосм" (Les Prix Nobel 1987. Stockholm, 1988, c. 223).Параллель с эволюцией налицо, но нам надо выяснить, при чем тут Дарвин.

*** Отбор "по Дарвину" и положительный отбор**

"Допущены к размножению" – термин селекционеров, он относится не к естественному, а к *искусственному отбору*, и это вовсе не оговорка Вигзела или Тонегавы, а самая суть дела: оказывается, иммуногенез схож не с тем отбором, на котором Дарвин построил свое понимание эволюции, а с другим, искусственным, который был привлечен им лишь для аналогии. Выходит, что Данилевский был абсолютно прав, указывая на *подмену понятий*. Но прошло сто лет, и оказалось, что Данилевский был неправ, заявляя, что в природе нет аналога искусственному отбору. Аналог не только есть, но именно он работает эффективно – это отбор антител.

Данная подмена трудно уловима. Даже вдумчивые биологи подчас склонны считать всякий отбор, проходящий в природе, естественным по Дарвину, поскольку мол искусственный не может происходить в природе по определению. Однако сам Дарвин прекрасно видел разницу между *механизмами действия* этих отборов и в 4-й главе "Происхождения видов" писал: "При методическом отборе животновод или растениевод отбирает с некоторой определенной целью, и если допустить свободное скрещивание особей, его труд будет совершенно потерян". То есть главное в искусственном отборе – активный целенаправленный выбор и отсутствие скрещивания избранных с посторонними; вспомним и его "безошибочное" действие (см. п. 1-12).

Чтобы избежать каждый раз громоздких пояснений, удобно последовать австралийскому иммунологу Эдварду Стилу, который еще в 1979 году, работая тогда в Канаде, предлагал термин **положительный отбор**, или отбор на размножение, для обозначения естественного аналога искусственного отбора (тогда как обычный естественный отбор является отбором на выживание, и суть его действия *отрицательна* в двух смыслах сразу —смертность и отсутствие активного выбора)[14]. К сожалению, этот ход мысли в его новой книге [*Стил и др.*] не используется.

"Дарвинов микрокосм", как он изложен и в "Происхождении видов", и в СТЭ – это мир редких малых вариаций, *последовательно* вытесняющих друг друга в борьбе за дефицитные ресурсы. Данного явления никто не наблюдал. Иммунногенез же – реальность, и в нем всё иначе: сигнал к размножению дает клетке ее антитело, связавшееся с антигеном; ни конкуренции за ресурсы, ни сравнения клеток по выживаемости тут нет: словно селекционер на ферме, иммунная система колоссально размножает тех, кто несет желаемый признак, и вовсе не допускает к размножению остальных. Малые вариации являют в иммуногенезе только одну из ступеней изменчивости, тонкую подстройку, и отнюдь не являются редкими. Вышесказанное можно выразить так: положительный отбор может быть эффективным, отрицательный же (постепенное вытеснение прежней нормы путем малых вариаций и конкуренции за ресурсы), вошедший в учебники, по всей вероятности является (как фактор эволюции) фикцией.

---

[14] *Steele E.J.* Somatic selection and adaptive evolution. On the inheritance of acquired characters. Toronto, 1979 — подробнее см.: *Аронова Е.А.* Неумирающий ламаркизм: падения и взлеты // БПС, 1997, N 42. В более общем смысле следует говорить о двух типах поисковой активности в эволюции, т.е. об использовании положительной и отрицательной обратных связей (ср. [*Гринченко*, с. 15]).

Вспомним, что еще в дни Дарвина были ученые, желавшие видеть в схеме Дарвина процедуру активного выбора (йlection – см. п. 2-12). Но в XX веке дарвинизм отверг эту точку зрения и с тех пор во всех своих формах отрицает эволюцию путем активного выбора, а вот иммунологи признают ее дарвинизмом. Попробуем выяснить причину этой странности. *Селекционизм* первоначально появился в литературе как утверждение, что изменение видов в природе происходит путем, аналогичным селекции домашних пород человеком. Эта мысль, заимствованная из естественного богословия, четко выражена в ранней рукописи Дарвина (см. п. 1-12). В последующем дарвинизме эта параллель исчезла, уступив место статистической схеме (медленный сдвиг средних характеристик популяции под действием конкуренции за дефицитный ресурс). Ничего такого при синтезе антител нет. Скорее тут Тонегаве надо бы сказать не "Дарвинов микрокосм" (не имел же он в виду ранний очерк Дарвина, известный лишь дарвиноведам) , а "микрокосм Эмпедокла" (см. пп. 1-5 и 1-7).

Дело, однако, не в образном выражении, а в уяснении того факта, что иммуногенетика, если ее рассматривать как модель эволюции, заставляет резко сузить и радикально уточнить понимание отбора как фактора эволюции: он работает там, где принимает форму положительного отбора. Ниже (п. 13) мы увидим, что этот вывод достаточно общ.

5-9. Экспериментальная эволюция. Подходы других биологов

Итак, иммунология выступила как экспериментальный полигон эволюции. Впараллель работали и другие «полигоны». Вот некоторые.

Есть такая бабочка – березовая пяденица (Biston betularia), обычная ночная бабочка. Как и положено ночной бабочке, она проводит светлую часть суток в неподвижности, и так уж принято в природе, что ее расцветка идеально гармонирует с грязно-белыми узорами лишайников, на которых она привыкла просиживать дни. В Англии, в середине XIX века, когда лишайники, не выдержав загрязненного воздуха, стали вымирать, а березовые стволы потемнели от гари, неожиданно потемнели и березовые пяденицы – отбор!

Первую меланистическую, то есть темную, форму этой бабочки поймали в Манчестере в 1848 году, а всего 70 лет спустя она преобладала во многих индустриальных областях Европы и Америки. Стало ясно, что в руки биологов попал уникальный материал об эволюции – впервые на их глазах возникло приспособление, для которого были точно известны начальное и конечное состояния, скорость его распространения и внешняя причина. Было установлено, что птицы чаще склевывают бабочек, отличающихся по цвету от их обычного фона, что темный цвет – результат мутации одного гена, что мутация эта изредка появляется во всех популяциях березовых пядениц, но широко распространяется только там, где темный цвет оказывается выгодным. Как видим, все идет по Дарвину: отбор поддерживает полезное изменение, само же изменение возникает случайно и вне данной среды не является полезным. Неудивительно, что пример меланизма березовой пяденицы бытует во многих книгах по теории эволюции.

Однако скептики не находят историю с пяденицей убедительной. Как мы знаем, *ламаркизм* видит причину изменений организмов в усилии самих организмов, *дарвинизм* считает элементарные изменения организмов случайными (не

имеющими ни определенной причины, ни определенного направления), а *номогенез* полагает, что организмы изменяются в силу внутренних закономерностей, присущих живой материи, и, в частности, строит ряды сходных окрасок. В примере с пяденицей главное для ламаркиста – активное стремление бабочек приспособиться к новой среде (здесь: выбрать нужный фон), для дарвиниста – в независимости меланистических мутаций от условий среды, а для номогенетика – в том, что из необозримого множества потенциально возможных мутаций природа достаточно часто извлекает приспособительную, меланизм (для проявления меланизма нужно, чтобы в нужное время в нужных клетках шел синтез черного пигмента).

В этом различии взглядов на природу изменчивости и заключается главное различие теорий эволюции, а вовсе не в признании, как многие полагают, роли естественного отбора. Всем ясно, что отбор действует. Различие взглядов выявляется (вспомним Любищева, п. 2), когда споры идут о том, что же отбор выявляет – готовые приспособления или мелкие, почти незаметные вариации. В случае с березовой пяденицей эти понятия совпадают: здесь приспособление достигается за счет одной-единственной мутации, следовательно элементарное изменение оказывается готовым качеством, важным для выживания. Сколько ни накапливать такие примеры, собственно эволюция не станет понятнее: эволюционисты давно знают, что сложное изменение не сводится к отдельным полезным мутациям.

И все-таки пример с березовой пяденицей – блестящий пример эволюции. Подумайте: какой смысл в темном наряде тому, кто рожден сидеть на светлом фоне? Светлый фон не мог исчезнуть сразу; если его хватало вчера, то его почти хватает и сегодня, и вместе со светлыми сестрами на этот фон устремится темная мутантная бабочка. Там ей и конец.

Однако выяснилось, что темные бабочки так же боятся светлого фона, как светлые – темного. ***Бабочка сама выбирает себе фон, сообразуя его со своей раскраской***. Но как раз это и утверждают ламаркисты.

Словом, полезной мутацией надо еще уметь воспользоваться, а значит, поведение особи оказывается в самом деле эволюционным фактором. Это справедливо и в отношении растений: еще Дарвин обращал внимание на важную роль, которую играют в жизни растений различные движения (в поисках опоры, света, влаги). Приспособительную роль играют различные изменения физиологии организма при попадании его в новые условия. Словом, живое активно приспосабливает себя, каждая особь пытается пристроить к делу любое свое уродство, и если это ей удается, то она – «обнадеживающий урод» (термин Гольдшмидта, см. п. 4-7), материал для отбора и эволюции. Тут дарвинизм и ламаркизм легко приходят к согласию.

Не многим труднее им договориться и при толковании опыта Кэйрнса (п. 2): отбор полезных мутаций налицо, но сами мутации не все случайны: они могут возникать и в силу целенаправленного процесса. Кэйрнс не сам придумал свою схему опыта – выращивание организмов в непригодных для них средах имело к тому времени давнюю историю.

Идею высказал еще Дарвин. В «Происхождении видов» есть пункт «Акклиматизация», где выражена надежда, что превратить теплолюбивые турецкие бобы в холодостойкие сможет тот, кто «попробует высевать свои бобы в течение по крайней мере двадцати поколений так рано, чтобы основная их часть погибала от мороза… соберет затем семена с выживших экземпляров,

тщательно избегая случайных скрещиваний». Опять видим, что в отбор на основе свободного спаривания он и сам не очень верил.

Давно известно, что если озимую пшеницу многократно высевать весной, она становится яровой (*яровизация*). К сожалению, на яровизации сделал карьеру Лысенко, и потому заниматься ею стало непрестижно, но все-таки дагестанский агроботаник М.Г. Агаев, позже работавший близ Ленинграда, сумел доказать, что при яровизации, как и при озимизации, происходит настоящая экспериментальная эволюция: за 10-15 поколений образуется новая стойкая «видовая форма»; он избегал говорить о новых видах, указывая, что дарвинизм отрицает быстрое видообразование ([*Агаев*]; основные его мысли см. также: БЖ, 1965, N 6; 1967, N 7; 1968, N 1; 1969, N 9; 1970, N 1). Самое замечательное, что его объекты – автогамы (размножаются без скрещивания, самоопылением, т.е. клонально).

Не будучи генетиком, он не мог выявить наследственный механизм изученной им эволюции. Не будем винить его за отсутствие генетического анализа – привлечь генетиков к своей еретической работе он вряд ли в то время мог. Скорее наоборот – лучше было не привлекать их внимания. У Агаева есть мимолетная ссылка на аналогичные работы ленинградского зоолога Шапошникова, судьба которых вполне показательна.

В 1950-60-х годах Г.Х. Шапошников работал с тлями рода Dysaphis. Эти тли – монофаги, т.е. питаются листьями растений только одного вида. В течение лета они производят 7-8 бесполых (точнее, партеногенетических)[15] поколений, давая одно половое лишь осенью, перед зимовкой. Шапошников сажал тлей на растение, для данного вида негодное, и тли на 90% гибли, зато выжившие быстро эволюировали: за 15 бесполых поколений плюс одно половое образовывалось нечто вроде нового вида. В частности, новые тли походили на исконных обитателей данного кормового растения и не могли спариваться с видом своих прямых предков. Эти опыты справедливо называют классическими (*Стекольщиков А.В.* Памяти Георгия Христофоровича Шапошникова // ЗЖ, 1998, N 10).

Открытие Шапошникова нуждалось в генетическом анализе,но вместо этого сам он в 1983 году был уволен из Зоологического института на пенсию, что для ученого такого ранга было редкостью. Будучи дарвинистом, он пытался до этого защищаться в печати, объясняя свои еретические результаты допущением особых форм отбора: сверхбыстрая эволюция якобы вызвана «дестабилизирующим отбором» и даже «отбором на раскрытие потенций» (*Г.Х. Шапошников.* Динамика клонов, популяций и видов и эволюция // ЖОБ, 1978, N 10). Но такого «раскрытия» бесполой тле по теории не полагалось, а одного полового поколения было мало, и о ней скоро забыли. Суть же в том, что Шапошников на своих тлях получил запретную «расшатанную наследственность» по Мичурину, но этот термин стал лысенковским и поминать его было неприлично.

Затем опыты были повторены на другом роде тлей и дали результаты, вовсе несовместимые ни с каким отбором, ибо весь процесс приспособления проходил за

---

[15] Строго говоря, *партеногенез* (размножение неоплодотворенных самок) называют однополым. В этом есть глубокий смысл: если происходит *автомиксис* (рекомбинация между сестринскими хромосомами), то такой партеногенез имитирует рекомбинацию при половом размножении — *Гиляров М.С.* Экологическое значение партеногенеза // УСБ, 1982, т. 93, вып. 1. Но процесс размножения (с рекомбинацией) от единственного родителя аналогичен идущему при иммуногенезе, что и дает право рассматривать все клональные процессы с единой точки зрения.

2 (два!) бесполых поколения при ничтожных численностях (десятки начальных особей в каждом варианте и всего две сотни конечных, во всех вариантах вместе). Однако никакого объяснения, кроме ссылки на отбор, опять дано не было (*Сапунов В.Б.* Адаптация к перемене экологических условий и фенотипическая изменчивость тлей // ЖОБ, 1983, N 3; вопреки заглавию, речь шла и о генетической изменчивости).

Через 35 лет после первых статей о тлях проблема дошла до Запада. Сходные результаты получены в США еще на одном виде тлей, и уровень аргументации остался примерно тот же: быстрая перестройка объяснена отбором, а источник столь обширной изменчивости связывается с единственным половым поколением (*S. Wia, A.J. Shaw.* Short-term evolution in the size and shape of pea aphids // Evolution (USA). 1996, N 1). Тут признано, что «механизмы пока неясны», и это само по себе – успех: прежде было ясно всё. Мы вернемся к данному вопросу в п. 13*.

Разумеется, осталось незамеченным, что ***как раз клон для такого быстрого процесса и нужен***. Все примеры сверхбыстрой эволюции относятся к клональному размножению, а кроме того дарвинизмом признан математический факт: “Рассчитано также, что появляющиеся мутации быстрее проявляются и закрепляются в апомиктических популяциях” (*Гиляров*, с. 12 – см. предыдущую сноску), т.е. в клонах.

* Экспериментальная эволюция у бактерий

Немало было опытов и на бактериях. В сущности, они велись по той же схеме – на непригодной среде почти все клоны вымирают, зато оставшиеся быстро эволюируют. Но, в отличие от опытов ботаников и зоологов, здесь проводился детальный генетический анализ. В 1976 году группа английских биохимиков во главе с Б. Хартли опубликовала изящный результат: бактерию Klebsiella aerogenes, способную расти на рибитоле, научили расти на ксилитоле и выяснили природу ее эволюции.

Рибитол и ксилитол – два пятичленных спирта, оптические изомеры, различные положением одной ОН-группы (рис. 27). Эволюция бактерии состояла в выработке нового фермента (ксилитолдегидрогеназы) на базе прежнего, рибитолдегидрогеназы. Отличие их в одной аминокислоте в активном центре фермента, и для получения новой формы нужно каждый раз около 100 поколений в хемостате, содержащем сто миллиардов бактерий, т.е. один мутант приходился на 10 триллионов бактерий (если код новой аминокислоты отличается от кода прежней двумя нуклеотидами). Однажды такой опыт удался без применения мутагенов и еще в четырех случаях – при обработке слабым мутагеном. Такие результаты отмечены серьезным научным креационизмом (ЮШ, с. 43-47) как показывающие *предел эволюционных возможностей отбора* мутантов.

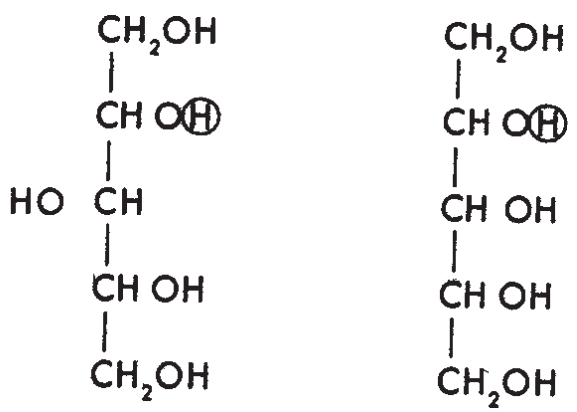


Рис. 27. Пятиуглеродные спирты: ксилитол (слева) и рибитол. Кружком обведен водород, отрываемый при первом шаге ассимиляции молекулы бактерией

Вскоре (1978 г.) появился обстоятельный обзор американского биохимика Тай Тэ Ву (T.T. Wu), растившего бактерии на ксилитоле, где подведен итог “экспериментальной эволюции бактерий”: путем замены нуклеотидов можно достичь только замены одной-един-

ственной аминокислоты в белке; таким способом можно слегка изменить активный центр фермента, но не более; более сложные изменения белкоа требуют других средств. Например, Ву сравнил три сходные дегидрогеназы, у которых различие состоит в том, что их активные центры расположены в разных участках белковой цепи, и заключил, что это различие не могло быть слледствием точкового мутагенеза. То есть бактериологи, как и иммунологи, могут отбором ненаправленных мутаций объяснить один узкий класс приспособлений. Литературу см. [*Чайковский*, 1990; 2002].

Добавлю, что перемещение активного центра по белковой цепи в наше время неудивительно, поскольку хорошо известны механизмы перемещения фрагментов ДНК (так называемые прыгающие гены, или *транспозоны*). Можно ли называть такое перемещение мутацией, дело вкуса, но надо понимать, что при этом полностью меняется смысл слова. В частности, нет пока никаких оснований называть перемещения случайными – кроме той традиции, которая полагает случайным всё, что еще не понято.

Идея замены источника пищи с целью наблюдения эволюции вытекает из принципа смены функций Дорна (п. 3-6), утверждающего, что эволюция идет путем приспособления прежних структур для новых функций. В итоге выяснено, на что способен отбор (с учетом принципа Дорна) на самом деле: если нет гипермутагенеза, то простейшее полезное изменение требует триллионов особей. Даже для бактерий это многовато, а для многоклеточных просто нереально. Ни один вид крупных животных не имел триллиона особей за всю свою историю, но эволюируют они подчас быстрее мелких.

5-10. Экспериментальная эволюция. Модели отбора

Далеко не всё в эволюционизме доступно эксперименту с организмами, но тут на помощь приходят эксперименты на бумаге и на компьютере. Для эволюционистов это не ново: вспомним хотя бы работу Нортона (п. 4-2). Вот математики и взялись заполнить ту брешь в дарвинизме, что создалась из-за отсутствия прямых наблюдений эффективности отбора. Английский статистик Роналд Фишер в 1922 году показал, что «выгодная» мутация имеет некоторую вероятность прожить неограниченно долго.

Статья задала тон огромной литературе по математическому дарвинизму, поэтому надо немного сказать о ней. Фишер начал с того допущения, что всякому мутанту можно приписать *селективную ценность* s. Точнее, он предположил, что для всякого генотипа можно определить величину (1+s) – среднее количество потомков, оставляемых его носителями; если $s>0$, то генотип несет полезную мутацию, если $s<0$, то вредную, если $s=0$, то он не несет мутации или несет нейтральную. Для малых $s>0$ можно доказать, что полезный мутант проживет бесконечно долго с вероятностью приблизительно $p=2s$, тогда как нейтральный и вредный мутанты наверняка вымрут за конечное время. Это – красивый математический результат, и Фишер сделал из него вывод: даже небольшой выгодности мутации достаточно, чтобы ее обладатели победили в борьбе за существование тех, кто ею не обладает, поскольку всякая мутация возникает многократно. Он рассматривал вариант $s=1\%$ и полагал, что достаточно такой мутации случайно возникнуть сто раз, чтобы почти наверняка победить и распространиться на весь вид.

Хотя Фишер сознавал модельный характер своих расчетов, биологи-дарвинисты восприняли их как прямое доказательство справедливости дарвинизма. Как и при «доказательстве» случайности мутаций (п. 2), не были заданы самые очевидные вопросы:

1. Действительно ли s=1% означает малое преимущество?

2. Действительно ли вероятность p=2s достаточна для регулярного выявления полезного мутанта?

3. Достаточна ли скорость распространения такого мутанта для объяснения эволюции?

4. Могут ли условия, принятые в модели, сохраняться в реальной эволюции достаточно долго, чтобы моделью можно было пользоваться?

5. Можно ли вообще описывать преимущество мутанта через величину s>0, т.е. следует ли из факта выживания мутанта, что у него s>0?

6. И обратно – действительно ли из условия s>0 следует, что выживание мутанта более вероятно, чем при s<0?

Положительный ответ на эти вопросы действительно был бы веским доводом в пользу генетического дарвинизма, но анализ показал, что все шесть ответов отрицательны (*Ю.В. Чайковский*. Выживание мутантного клона // Генетика, 1977, N 8). Этот анализ за 25 лет никем не был оспорен, и потому о нем стоит тоже коротко рассказать.

Мы видели в п. 4-14, что выгодность не всегда можно мерить определенной величиной s, поскольку свойство, полезное в одних условиях, оказывается вредным в других. Но даже если иногда условие s>0 осмысленно, оно никогда не сохраняет своей величины: по мере распространения такого мутанта он всё более вынужден конкурировать с такими же, как он сам, и преимущество теряется. Оно не может продержаться даже сто поколений, а за такое время полезный мутант не может не только вытеснить вредных, но не успевает даже выявиться на их фоне. Малая выгодность мутанта (s<4%) совершенно тонет на фоне то и дело возникающих нейтральных и слабовредных мутаций.

Вывод Фишера оказался неприложимым к реальной биологии: малая разница в постоянных селективных ценностях s не позволяет эффективно различать судьбы мутантов за приемлемое время. Осталось попробовать, сможет ли отбор различать мутантов в более жестких условиях. Самое жесткое условие – катастрофа, когда почти все особи гибнут. В таких условиях все они имеют *отрицательную с тивную ценность* (s<0). Был поставлен компьютерный эксперимент, в котором клон поначалу имел миллион особей и за время 100-120 поколений уменьшал свою численность по различным правилам, задаваемым различными видами функций s(t)<0, где t – номер поколения [*Маленков, Чайковский*].

Мы решили считать близкими по селективной ценности такие клоны, у которых *средние по времени* значения s различаются не более, чем на 2%. Большинство таких клонов имело в опыте близкие судьбы, но удалось найти режим, в котором они хорошо различались. А именно, удалось подобрать такие s(t) и такие моменты времени T, что если прекратить катастрофу при t=T, то один клон оказывается почти вымершим (живо лишь несколько особей), а другой – почти в целости (живо больше половины от начального миллиона). Вот он, решили мы, долгожданный отбор малых вариаций – тот, в который так верил Дарвин и в который еще не потеряли тогда веры мы.

Радость наша длилась недолго. Поскольку эффективность отбора не была для

нас презумпцией, а от бритвы Оккама нас уберег тезис Шрейдера, мы решили выяснить, как же все-таки должны конкретно различаться селективные ценности, чтобы отбор мог их уверенно различать. И скоро пришли к выводу – никак. Нашлось много вариантов, когда клон с большей средней s вымирал, а клон с меньшей средней s переживал катастрофу и сохранял значительную численность. Разумеется, если средние s различались достаточно сильно (в опыте: более чем на 5%), то большей s всегда соответствовало большее значение численности после катастрофы, но при малых различиях селективных ценностей различия в судьбе клона определялись не ими.

Наш результат легко представить наглядным графиком (рис. 28). По горизонтальной оси отложим значения s, а по вертикальной – значения вероятности выживания p(s). В модели Фишера p=2s, и он был уверен, что в любых случаях p(s) растет с ростом s монотонно. Но это не вполне так: в нашем опыте (а это на сегодня – единственный пример хоть в каком-то смысле успешного отбора малых вариаций за приемлемое время) точки не ложатся ни на какую кривую, а занимают *S*-образную область шириной около 5% в середине. Линией она кажется лишь издалека, а это значит, что ***при росте среднего числа потомков на особь можно говорить о росте вероятности выживания лишь как о грубом приближении***. У нас условия нарочно подобраны для различения мутантов, а в жизни следует ожидать гораздо худшего их различения, т.е. ширины, много большей, чем 5%. В самом деле, в жизни, в самых различных природных ситуациях, мы видим: грубая зависимость судьбы организма от его приспособленности всем очевидна, но нет никаких оснований говорить о роли мелких различий. Подробнее см. [*Чайковский*, 2001, гл. 9].

* Квант селекции

Сказанное приводит к необходимости ввести понятие **кванта селекции** – минимального различия между организмами, достаточного для регулярного их различения процессом отбора. Отличие их от «полезных признаков» дарвинизма состоит в том, что их сравнительно мало, каждый достаточно значителен и его части объектом отбора служить не могут. Более точное определение: “Квант селекции – некоторое качество, дающее организмам несомненное селективное преиму-

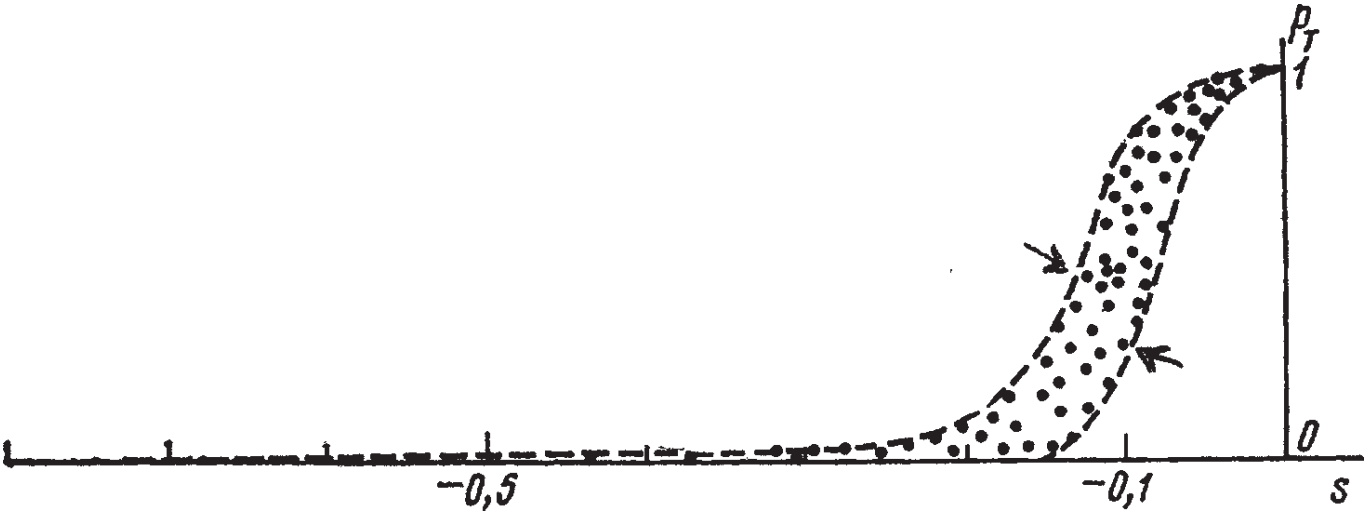


Рис. 28. Катастрофический отбор (компьютерный эксперимент). Типичная sp-диаграмма, показывающая выживание различных клонов в режиме катастрофы: каждая точка обозначает вероятность выживания p(s) для клона, задаваемого своей функцией s(t). Любая пара точек, в которой левая расположена выше правой (например, пара, выделенная стрелками), демонстрирует тот факт, что при большей размножаемости возможна меньшая выживаемость, а это противоречит концепции естественного отбора в ее общепринятой форме (по [*Маленков, Чайковский*])

щество, но неразложимое на части под действием отбора (т.е. части этого свойства не могут быть подбираемы по отдельности". Понятие введено мною в 1976 г. Подробнее см. [*Чайковский*, 2002].

Фактически к идее кванта селекции подходили многие. Так, "надежное селекционистское объяснение имеют признаки функциональной системы (количество крыльев, их соотносительный размер и характер взаимодействия во время полета) …, тогда как детали строения самих крыльев большей частью не удается истолковать адаптивно" [*Гродницкий*, с. 122]. Соответствие своей окраски окраске фона (при умении этот фон найти), способность использовать необходимый источник пищи, умение сократить или даже прекратить размножение в экстремальной ситуации – всё это кванты селекции. Еще один квант селекции – способность вида избирательно повышать свою мутабильность. Вид, способный к этому, будет, попадая в экстремальные ситуации, регулярно побеждать виды, такой способностью не обладающие. Можно образно сказать, что о таком виде как о перспективном говорил Нэгели. Наконец, способность уничтожать опасный антиген, проявляемая данной клеткой (лимфоцитом) – тоже квант селекции, но на клеточном (а не на организменном) уровне. См. Доп.

Остается понять, сколько квантов селекции может отбираться одновременно. В дарвинизме считается, что отбор может отбирать сразу всё, что угодно данному дарвинисту, но на самом деле это не так. Даже два кванта не могут отбираться одновременно. Так, по крайней мере, следует из современной физиологии, о чем пора рассказать.

5-11. Экспериментальная эволюция. Доминанта и стресс

Физиолог И.А. Аршавский, основатель возрастной физиологии, писал, что у дарвинистов "на долю эволюционной физиологии выпадает задача лишь регистрировать эволюционные преобразования, но не раскрывать природу их возникновения" [*Аршавский*]. Сам же он строил чисто физиологическую картину эволюции и крупнейшим эволюционистом считал Ламарка. Исходным понятием была для него *метаболическая спираль*.

Метаболизм принято делить на два класса процессов – *анаболизм*, при котором характерно удлинение ковалентных цепочек молекул и поглощение энергии; и *катаболизм*, при котором цепочки укорачиваются, а энергия выделяется. Оба класса тесно сопряжены в любом организме, но в продуцентах, естественно, преобладает анаболизм. Казалось бы, в других организмах должен преобладать катаболизм (ведь они живут за счет разрушения молекул, синтезированных продуцентами), но дело обстоит сложнее. Организм может, к примеру, проглотив 3 г пищи, 1 лизировать и за счет полученной при этом энергии включить остальные 2 г в состав своего тела. В отношении судьбы всей пищи это – редукция (взято 3 г, а усвоено только 2 г), но в отношении эффективности метаболизма это – превосходство анаболической фазы над катаболической вдвое.

Аршавский рисовал процесс, в котором анаболизм и катаболизм равны по величине, в форме движения по окружности, а превышение анаболизма над катаболизмом – в форме расходящейся спирали. Он полагал это превышение основной эволюционной характеристикой организма, так что эволюционный *прогресс* наблюдается, по его мнению, лишь в группах с высоким превышением [*Аршавский*].

Забегая вперед: это превышение видится мне как материализация “жизненного порыва” Бергсона (пп. 6-2, 7-10); или, в терминах новой термодинамики (п. 5-14): чем больше шаг расходящейся метаболической спирали, тем легче образуются ДС. Пример работы схемы Аршавского мы рассмотрим в п. 9-15 в связи с происхождением человека.

Как уже сказано выше, опыты Кэйрнса, поразившие многих, были не откровением, а итогом многолетних работ; вопросы, в них поставленные, всё это время обсуждались и ответы предлагались. В основе ответов так или иначе лежало понимание зависимости изменчивости от стресса, и дело было за теорией, кладущей стресс в основу механизма эволюции. Чтобы перейти к ней, нам понадобится понятие доминанты, которое с 1911 года разрабатывал петербургский физиолог А.А. Ухтомский.

По нынешнему определению, **доминанта –** “господствующая группа нервных центров, направляющая поведение организма в данной ситуации на решение наиболее важной для него задачи”, причем введение этого понятия в физиологию означало признание активности субъекта в качестве исходного понятия, роль которого аналогична (в терминах 1920-х гг.) роли телефонистки на телефонной станции (*Костандов Э.А.* Психофизиология установки и теория доминанты // Российский физиологич. журнал, 2000, N 8, с. 929).

В широком смысле доминанта – это установка особи на дело всеми силами, когда остальные функции выпадают из сферы ее активности и, у высших – ее внимания. Так, если ей больно, она стремится избежать боли, поневоле оставив иные дела. Особенно это существенно в стрессовых ситуациях: механизм доминанты позволяет до предела напрячь ту функцию, от которой зависит выживание (например: синтез фермента, которого нехватает для усвоения непривычной пищи), поэтому в катастрофической ситуации организмы фактически испытываются по одному-единственному свойству – оно и отбирается, оно затем и наследуется. В наших терминах это означает: ***кванты селекции отбираются поочередно***, и только при таком условии отбор может быть эффективен.

Аршавский, ученик Ухтомского, до последних дней своей длинной жизни считал долгом напоминать о ведущей роли доминанты и стресса. Его исходный для нашей темы тезис был: «Если, по Геккелю, онтогенез есть функция филогенеза, то, согласно А.Н. Северцову, филогенез есть функция онтогенеза». Но Северцов и другие морфологи могли лишь ввести множество названий для непонятных по сути процессов, ибо суть здесь в физиологии. Не найдя у морфологов механизма, Аршавский в 1960-е годы построил свой.

Рис. 29. Кролики: а - обычный, б - зайцеобразный (выросший в условиях физиологического стресса) (по: Аршавский, 1982)

В п. 4-14 мы помянули мельком, что собака, лишенная передних лап, вырастает похожей на

кенгуру, а значит, изменение образа жизни может порождать облик, характерный для совсем иных животных, даже – иного отряда. Насколько это наблюдение можно признать общим? Аршавский выращивал животных в несвойственных им условиях и смотрел за изменением их облика. Наиболее наглядны его опыты с крольчатами.

Кролик похож на зайца, но это впечатление обманчиво, и недаром их относят к разным родам. Кролик малоподвижен и при опасности спасается в нору, а заяц, как известно – бегством. Это отражается и в их внешнем облике (образно говоря, кролик похож на сосиску, а заяц – на сардельку), и во многих физиологических характеристиках. Аршавский заставлял крольчат подолгу плавать, и они, вырастая, обретали заячий облик (рис. 29) – настолько, что не могли спариваться с обычными кроликами. Менялись в сторону заячьих и их физиологические характеристики. Налицо *адаптивная модификация*, т.е. ненаследственное полезное изменение.

Вот к чему ведет избыточная двигательная активность. По Аршавскому, именно она движет эволюцию: взросление в состоянии регулярного **физиологического стресса** изменяет физиологию, а через нее строение.

*** Физиологический стресс (эвстресс)**

В середине 1960-х годов советские физиологи дружно заявили, что под словом “стресс” у Селье скрываются как минимум два совершенно различных процесса. Аршавский и его лаборатория выявили два противоположных процесса, которые Аршавский назвал “физиологический стресс” и “патологический стресс”. Первый – основа процессов приспособления и развития, а второй – основная причина болезней.

Пример с тем же холодом: все мы знаем, что на холоду можно простудиться и заболеть, но краткое погружение в холодную (а иногда и в ледяную) воду - лучший и простейший способ закалки организма. Холодными ваннами Аршавский буквально творил чудеса: не только делал хронически больных детей здоровыми, но и выращивал, как мы видели, животных в каком-то смысле иного вида.

Конечно, все эти изменения ненаследственны, и крольчонок, родившийся от “зайца”, вырастет, если его не купать, обычным кроликом, но разве не удивительно, что столь сильное различие (ведь зайца и кролика зоологи относят не только к разным видам, но и к разным родам) получено в одно поколение, одним лишь различием способов воспитания? Выходит, что “заячьи” черты в кролике уже есть, их надо только выявить (это Аршавский сумел) и наследственно закрепить – этого Аршавский, будучи физиологом, а не генетиком, даже не пробовал, ибо для этого нужна другая лаборатория, другие методы, другая квалификация сотрудников.

Чуть позже Л.Х. Гаркави и ее коллеги выявили в физиологическом стрессе две стадии, которые были названы *активацией* и *тренировкой*. Различие их прежде всего в том, что стадия тренировки доступна всем, тогда как активация более полезна и действенна для молодого организма. Она-то и ответственна за механизм холодового закаливания по Аршавскому (*Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Уколова М.А.* Адаптационные реакции и резистентность организма. Ростов н/Д., 1979). На мой взгляд, она же обеспечивает и те ненаследственные изменения, что превращают кролика в “зайца”.

Вижу недоумение читателей – если изменения ненаследственны, причем тут

эволюция? В сущности, вопрос – не к физиологу, а к генетику, и если генетиков до сих пор не заинтересовало, почему преобразование организма в опыте так похоже на его изменение в ходе эволюции, то тем хуже для них. Аршавский не мог ставить серьезных генетических опытов (а в 1980 г. его непостижимым образом уволили на пенсию из Института нормальной физиологии, тем самым прекратив даже его обычные физиологические опыты), но вопрос его, конечно, занимал, и в 1985 году он изложил следующие свои соображения [*Аршавский*].

1. В «теории стабилизирующего отбора» Шмальгаузена (см. п. 4-14) отбираются не мутации, а адаптивные модификации. Как они становятся наследственными, никто до сих пор не объяснил (что, замечу, не мешает приверженцам Шмальгаузена верить в его идеи), а суть как раз тут. Для ее понимания прежде всего важна старая идея **эмбрионизации** А.А. Захваткина (п. 4-15*). Аршавский указывал: благодаря эмбрионизации оказывается, что наследование состоит в постепенном сдвиге приобретенного свойства на всё более и более ранние стадии развития, пока оно не станет врожденным (т.е. появляющимся еще у эмбриона), а затем и наследственным.

В пояснение мысли Аршавского сошлюсь на статью зоолога и палеонтолога М.А. Шишкина. Он привел ряд примеров эмбрионизации у позвоночных: «Например, образование мозолей у млекопитающих и бегающих птиц есть обычная адаптивная реакция кожи на трение. Однако в участках, подвергающихся трению постоянно… утолщение эпидермиса наступает еще в эмбриональный период» (*М.А. Шишкин.* закономерности эволюции онтогенеза // Современная палеонтология. М., 1988, т. 2, с. 176).

Такие примеры, давние козыри ламаркизма, Шишкин считает «прямым экспериментальным подтверждением» теории Шмальгаузена. Но налицо не эксперимент, а лишь толкование. В споры толкователей мы не включаемся – нас интересуют механизмы. В этом смысле у Шишкина интересно (и Аршавским отмечено) понимание наследуемости.

2. Для Шишкина НПС – ложная проблема. По его мнению, новые свойства, возникающие прижизненно, отличаются от наследственных только тем, что потомок может как реализовать их, так и нет; если же он теряет способность выбора, то мы говорим, что один из вариантов развития стабилизировался, т.е. унаследовался (Любищев называл этот феномен *рутинизацией* [*Любищев*, 1982]). По Шишкину, наследование – не приобретение новой информации, а ее утрата, приобретение же происходит раньше, при становлении адаптивной модификации.

Дальше этого рассуждения Шишкин, как и все морфологи, не идет, тогда как физиологи указывают на роль стресса: он, нарушая обычную изоляцию половых клеток, может делать прижизненное наследственным.

3. Для такого наследования надо, чтобы найденная информация попала в половые клетки. В связи с этим Аршавский предлагал вспомнить старую теорию пангенеза, которой объяснял наследование еще Дарвин.

Последуем совету Аршавского позже, а пока закончим со стрессом.

** Патологический стресс (дистресс)

Однако изменение наследственных свойств тоже оказалось связано со стрессом, только с другим стрессом. Если организм подвергать чрезмерным нагрузкам или почти смертельным дозам яда, то наступает реакция, которую Аршавский назвал

патологическим стрессом. При нем нарушается нормальное развитие, и если он достаточно продолжителен, то подопытные организмы в массе гибнут (стадия истощения по Селье). При этом, между прочим, рушатся многие физиологические барьеры, и в том числе те, что ограждают генетический материал от внешних воздействий (барьер Вейсмана – п. 3-9). Патологический стресс ведет к многочисленным наследственным изменениям, а это значит, что среди немногочисленных выживших велика доля "мутантов". Подавляющая часть их несет уродства, портящие организм, но небольшая часть особей несет те самые изменения, которые наблюдались (в качестве ненаследственных) при физиологическом стрессе. То есть стресс может играть ключевую роль не только жизни данного поколения, но и в эволюции. Для микроорганизмов это уже не просто возможность, а экспериментально доказанный в последние годы факт. **См. Доп.**

Узнав от советских коллег про две формы стресса, Селье уточнил свое учение. Русских терминов он не принял (лишь однажды в книге 1974 года употребил выражение "физиологическая и патологическая формы стресса"), введя вместо них слова *eustress* и *distress*, каковыми и пользовался далее.

О том, что патологический стресс прорывает барьер наследственности, пишут многие, в том числе в связи с иммунитетом. Стресс оказался общим явлением; он описан у растений, у которых выявлено и вещество, синтез которого ответствен за стресс – *абсцизовая кислота*. Она определяет тот удивительный факт, что растения одинаково отвечают и на нехватку воды, и на избыток солей; ее нехватка вызывает прорастание семян на материнском растении и многое другое. Ей посвящен блок статей (ФР, 1994, N 5).

Нам надо выявить то, что объединяет все формы стресса, включая бытовые (стресс как "гонка по жизни"). Общее и главное, что никакой стресс нельзя разъять на части: всякий стресс – цельная реакция цельного организма.

5-12. Первичные половые клетки и новый пангенез

Казалось бы, те клетки, которые будут у взрослого организма порождать гаметы (спермии и яйцеклетки), должны формироваться у зародыша вместе с его *гонадами* (половыми железами), но на самом деле они делаются у большинства животных где угодно, только не там. Гонады сперва пусты, а затем заселяются пришедшими извне половыми клетками (рис. 30). «Сага о зародышевом пути» – так названа глава об этом в новом руководстве [*Гилберт*, т. 3]. Словно викинги, авторы саг, немыслимым для нас образом находившие Исландию в бескрайней Атлантике, **первичные половые клетки** (ППК), сперва рассеянные по зародышу, находят гонаду.

Еще в 1880 году немецкий эмбриолог Мориц Нуссбаум ввел понятие «**зародышевый путь**» (die Keimbahn) для обозначения того, что ныне именуется каналом передачи наследственной информации от предков потомкам. Для этой передачи требуются клетки, чья наследственная информация никак не повреждена. По-видимому, это должны быть клетки, не затронутые процессами специализации, тогда как все клетки организма (в том числе и клетки тканей половых желез) специализированы. Нуссбаум постулировал, что те клетки, которые ответственны за наследственность, не участвуют в процессах специализации, а лишь размножаются друг от друга, т.е. полностью изолированы от всех процессов разви-

тия и выполняют единственную функцию – служат источником развития для других клеток.

Вскоре Вейсман уточнил этот постулат и положил его в основу своей *теории двух плазм*, согласно которой половые клетки образуют особую субстанцию (ее он, вслед за Нэгели, назвал идиоплазмой), недоступную внешним влияниям (“барьер Вейсмана”), тогда как остальные клетки организма (соматоплазма) формируются из половых и не могут передавать свои изменения потомкам. Теория легла в основу неодарвинизма, но была позже отвергнута генетиками, когда выяснилось, что соматические клетки обычно содержат ту же информацию в своих хромосомах, что и половые. В 1930-х годах теорию двух плазм отвергло и большинство эмбриологов, в том числе Вентребер. Но простые решения редко бывают окончательными.

В том же 1962 году, когда вышла книга Вентребера, французский эмбриолог Этьен Вольф собрал в Париже международную конференцию по половым клеткам, показавшую, что вопрос куда сложнее, что теория двух плазм имеет глубокий смысл, хотя и отличный от вейсмановского [Происхождение…]. Непрерывный зародышевый путь, который Вейсман считал общим свойством живой материи, нашелся не у всех: его нет ни у растений, ни у самых низших животных (губок и некоторых других) – там в качестве половой может выступить любая клетка. Однако у большинства животных половые клетки действительно развиваются особым путем, и нельзя понять основную тенденцию эволюции животных, не поняв свойств зародышевого пути. В частности, ни одно животное, имеющее мозг, без него не обходится. О тенденциях мы будем говорить в главе 6.

ППК – единственный источник будущих яйцеклеток и спермиев – всегда имеют полный набор хромосом, тогда как все остальные клетки (соматические) имеют таковой набор лишь *почти* всегда: у некоторых низших животных (например, аскарид) хромосомы соматических клеток теряют фрагменты, а у комара рода *Miastor* некоторые хромосомы соматических клеток просто уничтожаются. Хотя такие примеры и редки, они ясно говорят о принципиальной возможности «эволюции по Вейсману». Столь же важно, что ППК имеют совсем особую цитоплазму.

Как происходит миграция ППК? Зачем она нужна? По первому вопросу уже можно сказать, что они используют обычные для онтогенеза способы миграции клеток (подробнее см. [*Гилберт*]), но второй вопрос пока ответа не имеет. На Конференции у Вольфа было отмечено [Происхождение…, с. 201], что ППК «систематически избегают участия в превращениях, которе претерпевают соматические клетки, причем это продолжается до момента, когда гоноциты заселя-

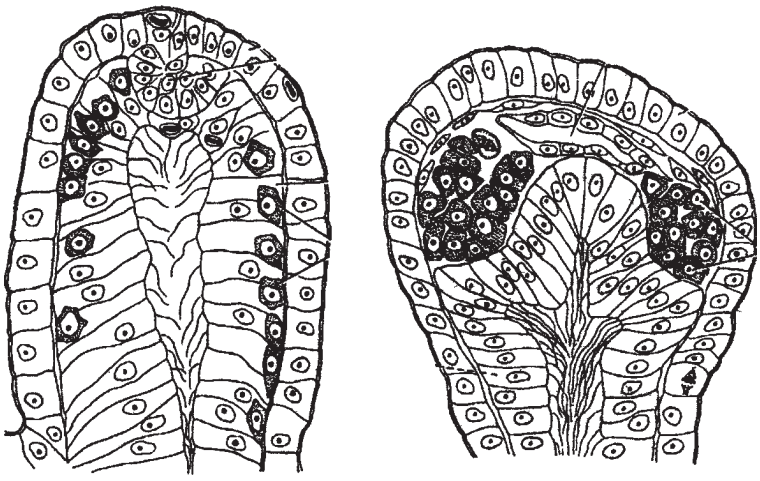


Рис. 30. Первичные половые клетки (выделены темным) гидроида *Clava sqummata*, мигрирующие в половую железу (слева) и заселившие ее (справа)

ют территории будущих половых желез». Происходит это не так уж рано: на рис. 31 видно, что ППК находятся еще вне зародыша, когда уже реализован основной план строения позвоночного.

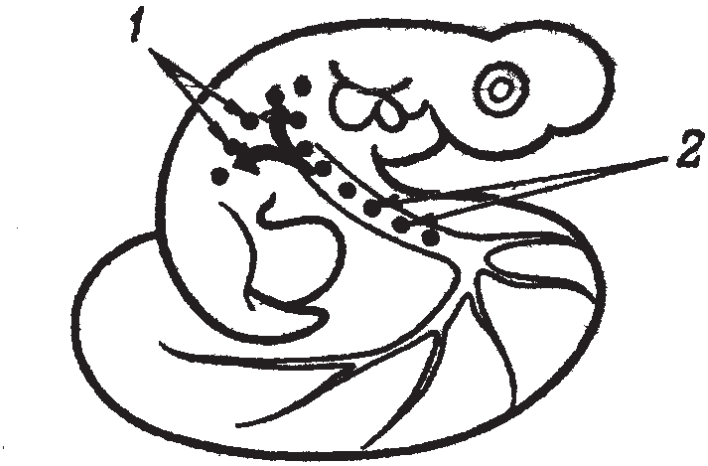


Рис. 31. Первичные половые клетки проникают в тело зародыша цыпленка: 1 - достигшие половой складки, 2 - в кровеносной системе

Такая изоляция ППК от действия эмбриональных тканей действительно важна для сохранения основных свойств генотипа, которые следует передать потомству, но эволюционным изменениям она лишь препятствует. Зато мигрируют ППК в потоке жидкостей, окружающих соматические клетки (у птиц – плывут в кровотоке, у зверей – ползут по тканям), и могут подвергаться всевозможным влияниям, которые позже затруднены или даже невозможны. Например, могут заражаться вирусами. О роли вирусов в передаче наследственной информации в 1962 году еще почти не знали, зато многое знали про иммунитет, и один докладчик выразил удивление: «первичные гоноциты как бы иммунизированы против индукционных воздействий со стороны окружающих их тканей» [Происхождение..., с. 183]. Он хотел этим сказать, что ППК не реагируют на окружающие , если только это не клетки гонад (конечный пункт миграции).

Теперь мы знаем, что по прибытии в гонаду ППК подвергаются отбраковке, чем-то похожей на иммунное отторжение. Так, в яичнике зародыша женщины они сперва бурно размножаются, а затем основная масса их гибнет (рис. 32). Успешные поступают на долгое хранение: в профазе мейоза они ждут, пока девочка станет женщиной и ППК поодиночке породят яйцеклетки [*Гилберт*, т. 3, с. 273]. Все эти годы ППК стареют (вот одна из причин, почему рожать лучше в раннем возрасте). Неясно, в чем состоят их отбор и старение; вероятно, последнее связано с порчей вторичной (метилирование) и третичной (укладка) структур ДНК. Наоборот, ППК мужчин порождают спермии ежечасно, и они всегда молоды. Мы вернемся к этой теме в Доп. к п. 9-16.

В 1970-е годы была раскрыта роль вирусов в изменении наследственности: многие вирусы могут встраиваться в генотип хозяев и служить переносчиками генов между организмами. Такой перенос генетической информации, именуемый трансдукцией[1] , тут же привлек внимание как возможный фактор эволюции.

Эти разрозненные данные нуждались в обобщении, и его предпринял в 1979 году Стил (о нем см. п. 5-8*). Как обычно у англоязычных авторов, он не читает на чужих языках, и знал ли он о Вентребере и группе Э. Вольфа, неясно.

Исходная мысль Стила парадоксальна: хотя «центральная догма» ничем не доказана и мешает пониманию эволюции, но путь к новой теории лежит через уяснение сути и статуса этой догмы. Поскольку она – молекулярный аналог идеи зародышевой плазмы Вейсмана, то начать надо с него. «Моя точка зрения такова: основной блок любого понимания наследования приобретенных признаков можно

[16] Это частный случай *горизонтального переноса генов* (см. гл. 6). Данный термин объединяет все способы переноса генетического материала, осуществляемые вне процесса размножения.

найти прямо в доктрине Вейсмана». Стил был прав: именно Вейсман в 1892 году писал: «Корень наследственных изменений должен лежать глубже (чем в слиянии родительских половых клеток – *Ю.Ч.*) и заключаться в прямом воздействии внешних влияний на биофоры" (биофорами он натурфилософов прошлого, написал: «Начало изменения основывается на малых неправильностях в питании зародышевой плазмы». Тут Стил смог дать важное уточнение: «питание» наследственного материала состоит в усвоении им генетического материала некоторых вирусов.

Конечно, сводить эволюцию, даже только приспособительную, к одному лишь НПС наивно, зато такое сужение задачи позволило Стилу вчерне решить ее. По его мнению, зародышевая плазма действительно играет ведущую роль в эволюции, но, в отличие от Вейсмана, мы сейчас можем утверждать, что ее фрагменты передаются между органами и организмами с помощью вирусов и прочих форм горизонтального переноса.

Стил (с соавтором) получил НПС в опыте на мышах: пользуясь тем фактом, что новорожденные самцы линии А, обработанные лимфоцитами линии В, обретают совместимость с тканями линии В (за открытие этого факта получил нобелевскую премию Медавар), исследователи два года упорно скрещивали таких самцов с обычными самками линии А и определяли совместимость получаемого потомства к тканям линии В. "Положительная передача была непостоянной, появляясь с большой частотой у одного-двух из десяти самцов" [*Стил и др.*, с. 154].

Эти данные взялся проверить Медавар, отрицавший возможность НПС, тоже получил несколько случаев НПС, но не счел это доказательством реальности феномена НПС, поскольку случаи наблюдались редко. Замечу, что сам он отстаивал гораздо более редкую процедуру – случайные мутации, которые, кстати, тоже не проявляют устойчивости частот; и что вообще это возражение предъяв-

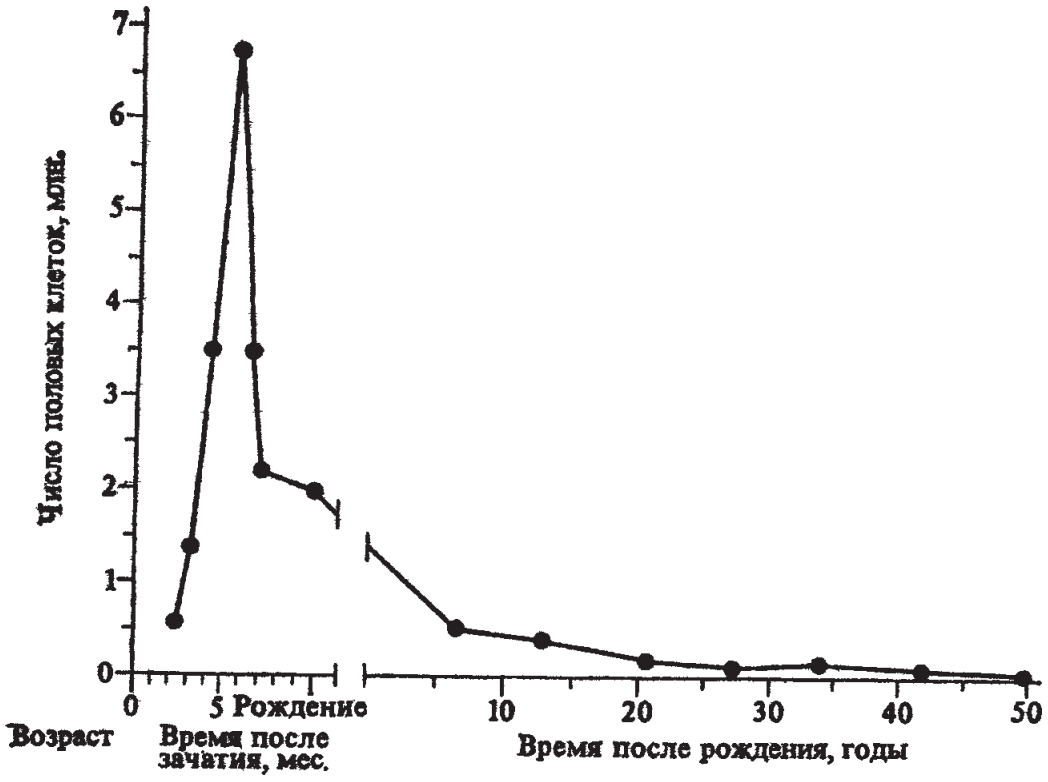


Рис. 32. Количество половых клеток в яичнике женщины. (По Baker, 1970). Оно после завершения миграции возрастает у зародыша раз в 12, а затем во столько же раз падает к семи годам. Зачем бы это?

ляется в качестве основного во всех случаях, когда против реальности НПС возразить нечего (как обычно, против неприятной теории хорош любой довод, ср. п. 4-6). Медавар потребовал от Стила прекратить опыты, Стил был вынужден вернуться в Австралию и был подавлен. Даже там для зачисления Стила в штат университета потребовалась помощь Поппера: философ был единственным, кто встал на защиту свободы ученого и научного поиска. Подробнее см.: *Аронова Е.А.* Карл Поппер, "наука по Попперу" и дискуссии о ламаркизме... // ВИЕТ, 2002, N 4.

Но *НПС и должно наблюдаться не всегда — это ясно из самой природы явления*: горизонтальный перенос заведомо не может происходить наверняка. (С ним борется особый вид иммунитета, "геномные цензоры" — см. п. 6-6.) Жаль, что в последующие годы аналогичные опыты (они очень трудны) не были поставлены на других объектах и с другими приобретаемыми свойствами, но и того, что сделано, достаточно, чтобы пангенез нельзя было считать ерундой.

Опытов нечего и ждать, пока общество не видит проблемы. Если Аршавскому было достаточно данных, чтобы принять пангенез как факт, то другим достаточно "центральной догмы", чтобы ни о чем таком не думать. Данные в пользу пангенеза есть, но они разрознены и их сборка в целое может привести не к тому, чего мы ожидаем. Очевидно лишь, что 1) новые свойство и даже облик организма могут достигаться особью без перемен в наследственности, 2) тем самым, в организме как бы таятся разные возможные облики, 3) надо узнать, где эти облики таятся (прежде говорили: "предсуществуют") — в геноме (ядерном или внеядерном) или же вне его, 4) есть данные о движении генов внутри организмов и между ними (горизонтальный перенос), 5) мы не знаем, как черты нового облика становятся генами, не знаем и обратного — как гены порождают облик, а без этого пангенез не понять; 6) но мы знаем: ППК избегают зон, где делается общий облик, зато попадают в гонаду из зон, где закладываются органы.

Это наводит на мысль, что морфогенез управляется биополем (п. 4-16) и что ППК избегают действия общего поля (о нем см. ниже, п. 15), но не частных полей. Если так, то пангенез форм вероятно будет понят как итог изменения биополей. Что касается пангенеза иммунных и прочих молекулярных свойств, то вернее иное: он вероятно связан с миграцией клеток, измененных горизонтальным переносом генов, в гонаду. Это вполне правдоподобно, например, для птиц — см. п. 6-15*.

13. Как и на что действует отбор?

«Экспериментальной эволюцией» были ясно очерчены границы возможностей дарвинизма – отбор случайных ненаправленных вариаций действительно может приводить к появлению нового полезного свойства, но только при выполнении весьма жестких условий. Вот они, собранные вместе.

1. При этом ***приспособление состоит в очень простом изменении наличного материала***, а не в создании чего-то более сложного.

2. ***Отбор эффективен только в клоне,*** т.е. при бесполом (в широком смысле, т.е. включая партеногенез и самоопыление) размножении. Половое размножение, перемешивая генетическй материал между особями, уничтожает сам объект отбора.

3. Он действует ***по схеме искусственной селекции***, т.е. отбираемый вариант подвергается колоссально быстрому размножению (положительному отбору Стила – п. 5-8*), тогда как остальные варианты не конкурируют с ним за ресурсы, а попро-

сту отстраняются от размножения.

4. ***В данном клоне в данное время может отбираться лишь один квант селекции.*** Обычная в дарвинизме уверенность, что отбору непрерывно подвергается всё разнообразие свойств сразу, не имеет никакого основания (ни фактического, ни математического).

5. ***Изменчивость отбираемого признака должна во много раз превышать ту, какая совместима с сохранением наследственности***, чтобы появился материал для отбора. Так, частота мутаций при гипермутагенезе выше обычной в миллионы раз.

При этих условиях ***акт отбора происходит сразу***, в несколько поколений (клеточных или организменных, смотря какой процесс изучается), т.е. отбираемое свойство является готовым приспособлением. Постепенного формирования приспособления из частей, не являющихся приспособлениями, не происходит. Более того, при отборе ***не бывает постепенного накопления слабовыгодных признаков***. Если же такое накопление имеет место, надо искать иной механизм, его реализующий.

В сущности, неожиданного в этих выводах мало – сходное заявляли не только многие критики дарвинизма, но и сам Дарвин. В частности, его всевидящее «Существо» (см. п. 1-12) отбирало именно так, а его воображаемые олени, убегая от воображаемых волков, вовсе не конкурировали за ресурсы и не различались по посторонним признакам (не относящимся к качеству бега). Тем самым, схема Дарвина, до недавних пор вполне гипотетическая, отчасти подтверждена, но в очень узких рамках.

Вне этих рамок дарвинизм помочь не может. Дарвин оказался неправ, написав в «Происхождении видов»: «Можно сказать, что естественный отбор ежедневно, ежечасно расследует по всему миру мельчайшие изменения…». На самом деле отбор может выявлять только немногочисленные кванты селекции, и притом отбирать поочередно. В какой-то мере это чувствовал и сам Дарвин, поскольку уже во втором издании подправил начало фразы; теперь она начиналось: «Можно метафорически сказать…». Однако сейчас мы знаем, что на метафорах теорию не построить.

* Генетический поиск

Пусть ссылка на быструю перестройку онтогенеза, на отбор квантов селекции или на передачу генов через вирусы кого-то успокаивает, но надо признать, что это еще не теория эволюции. Полезные фрагменты надо сделать, куда-то направить, соединить в систему и заставить новую систему, новую целостность работать. Какой механизм это делает?

Прежние надежды на «всемогущий отбор» можно оставить. Он никем фактически не наблюдался и, судя по всему сказанному, за таким пониманием отбора никакой продуманной мысли не стоит. Сейчас, когда выяснено, что отбору подвергаются не всевозможные признаки, а немногие кванты селекции, уже нет смысла говорить, что новая целостность может сложиться за счет случайных мутаций или чего-то похожего.

Тот факт, что отбор эффективен только тогда, когда оперирует с крупными различиями – квантами селекции, заставляет обратиться к поискам двух типов механизмов: 1) формирующих данные кванты и 2) порождающих огромное разно-

образие тех признаков, на которые отбор действовать не мог. На первый давно указывал ламаркизм, на второй – номогенез и менее известные (но не всегда менее содержательные) учения – например, жоффруизм (п. 2-6) и историческая биогенетика (п. 4-12). Но эти учения не могли в свое время быть достаточно конкретными. Рассмотрим сейчас первый тип механизмов, а второй – в п. 14.

Отдельные мутации почти никогда объектом отбора служить не могут. Само слово "выгодная" по отношению к единичной мутации почти всегда лишено смысла, а чисто случайное совпадение в одной особи нескольких нужных мутаций невероятно и, главное, неповторимо. Когда это в 1970-е годы выяснилось, встал вопрос о механизме, порождающем новые генетические тексты. Ему в 1976 году было мною дано название "генетический поиск". Лит. см. [*Чайковский*, 2002]; в качестве самого первого автора там указан генетик Ю.Я. Керкис (1939), понявший, что стресс (этого слова у него нет) есть основа роста мутабильности.

Генетическим поиском будем называть *тот исключительный режим работы генетической системы, в котором изготовляются новые генетические тексты*. Механизмов поиска может быть несколько, но суть всех их состоит в том, что в катастрофических условиях почти все особи погибают, зато немногие оставшиеся подвергаются, в силу длительного дистресса, массовым генетическим изменениям, среди которых есть и те, которые фиксируют в генотипе полезные изменения организмов. Некоторые из них бывают найдены прижизненно – например, по Шапошникову или Аршавскому. В последнем случае дистресс видимо позволяет унаследоваться изменениям, найденным при стрессе физиологическом, но надо признать, что взаимосвязь двух форм стресса в эволюции неясна.

Простейшей формой генетического поиска является повышение мутабильности при дистрессе. При этом, как показывает 60-летний (начиная с Гершензона и Керкиса) опыт, мутации статистически направленны. Наиболее эффектно это видно в иммуногенезе. Существуют более сложные формы поиска, они, вероятно, основаны на редактировании РНК. Если направленный мутагенез можно сопоставить с бросанием несимметричной игральной кости, то редактирование РНК, как сказано в п. 6 – с выводом теоремы.

Благодаря стрессу, доминанте и генетическому поиску, объектом отбора служат не признаки, а кванты селекции. Термин "генетический поиск" входит в научный оборот только в последние годы [*Голубовский* // ЭБ; *Зусмановский*] (встречаются и иные термины; например: «мутации как проявление поисковой активности» [*Гринченко*, с. 151]), однако по-существу он в своей простейшей форме (влияние стресса на мутабильность) общепризнан уже лет 20. О нем имеет смысл говорить всюду, где налицо направленная (пусть и случайная) изменчивость, что бывает, как увидим ниже, далеко не только при стрессе. **См. Доп**.

Опыты Шапошникова с тлями (п. 9) служат прекрасным примером генетического поиска. Вместо чисто декларативного "дестабилизирующего отбора", вводимого без всяких попыток наполнить его генетическим содержанием, можно уверенно говорить о том, что тли, оказавшиеся на непригодном для них растении, живут и размножаются в состоянии дистресса, что вызывает высокую смертность и высокую статистически направленную изменчивость выживших. Заслуживает внимания то замечание В.Б. Сапунова (ЖОБ, 1983, N 4, с. 557, 566), что особенность тлей (а также всевозможных паразитов) состоит в умении быстро перестраивать генетическую

систему в катастрофических условиях. Можно радоваться, что им выражена (и не вычеркнута редактором) солидарность с опальным Шапошниковым.

Сейчас выясняется, что *особенность тлей тут ни при чем*. Точно так же повели себя в условиях катастрофичесого отбора озёрные лягушки Rana ridibunda: почти потеряв биотоп около воды, они за 8 лет сильно выросли (утроили вес) и приблизились по физиологии и поведению к жабам (*Иноземцев А.А.* Озерная лягушка сильно выросла // Природа, 2002, N 12). То же отмечено в других терпящих бедствие биотопах (например, изменение аральских рыб аттестуется как видообразование). К сожалению, генетический анализ ни в одном из таких случаев не проведен, но генетический поиск во всех подобных ситуациях достаточно очевиден, хотя бы на внехромосомном уровне.

Есть работы, где стресс рассматривается как фактор эволюции. См., например, обзор: *Parsons P.A.* Stress, extinctions and evolutionary change: from living organisms to fossils // BR, 1993, N 2. К сожалению, его автор не знает о дистрессе (патологическом стрессе) как пути прорыва "барьера Вейсмана" и думает, что "умеренный" (moderate) стресс вызывает постепенные изменения, а сильный – скачкообразные (прерывистое равновесие по Гулду). На самом деле пока еще неясно, может ли "умеренный" (физиологический?) стресс вести к наследованию изменений.

**** Эволюция как смена нормы. Одомашнивание**

"В течение многих лет исследователи пытаются понять, каким образом организм поддерживает гомеостаз, как восстанавливается после повреждения... Стволовые клетки (СК) занимают центральное место в клеточном гомеостазе организма прежде всего потому, что их основной функцией является восполнение естественной потери клеток... СК — это особая группа недифференцированных клеток, обладающих... способностью к самовоспроизведению и к дифференцировке в специализированные ткани" (*Мусина Р.А., Егоров Е.Е., Белявский А.В*. Стволовые клетки... // Молекулярная биология, 2004, N 4). Возможно, это и так, но с оговоркой: СК — атрибут тканевых организмов, тогда как *гомеостаз* (сохранение своих свойств и параметров неизменными) умеют соблюдать все организмы, в том числе одноклеточные. Внутри клетки ту же роль, что СК в тканевом организме, играют вновь синтезируемые белки, а на уровнях выше организма — организмы, виды и экосистемы (которые тоже сменяют выбывших, только медленнее).

Тут виден некий общий принцип, и "центральное место" должен занимать он, а конкретные механизмы гомеостаза лучше рассматривать как средства его реализации. Таким принципом видится **поддержание нормы**. Назовём так реальное явление (в отличие от воображаемых: отбора, оптимизации, стремления к совершенству и пр.).

Оно шире, чем гомеостаз: поддержанием нормы являются и поздняя миграция ППК в гонады (п. 12; следует пояснить, что ППК — это СК зародышевого пути), и автодиагностика (п. 6-8), и обострение слуха при слепоте, и смена старого вожака стаи на молодого, и сукцессия экосистемы. Дарвинизм видит акт эволюции как уход от прежней нормы (пп. 3-5, 4-2), а прочие учения рассматривают эволюцию прямо как смену старой нормы на новую (иногда, хоть и в противоречии с собой, это делал даже дарвинизм — п. 4-14), поэтому механизм распада нормы интересен как механизм эволюционной изменчивости. Выше таковым выступал у нас стресс, и это верно, но слишком узко — столь же узко, как видеть в СК общий механизм поддержания нормы.

Дело в том, что изменчивость резко возрастает *при любом распаде нормы*, в том числе и при несомненном отсутствии признаков стресса. Вот примеры.

Удивительно, но в пользу дарвинизма часто приводятся факты усиления эволюции при ослаблении отбора. В изолированных экосистемах (мелкие острова и озёра) известно много резко отличных и даже уродливых форм. Так, в молодом озере (ему 10 тыс. лет) два рода рыб семейства карповых строением нижней челюсти "выходят за рамки всего громадного семейства карповых", а у рыб более старых озёр уродливые зубы "выходят за пределы... всего класса костистых рыб" (*Шварц С.С.* Экологические закономерности эволюции. М., 1980, с. 249). Шварц толковал это как следствие слабой конкуренции в тех неполных экосистемах, какие обычны для изолятов. Если так, то условия жизни облегчены и это *противоположно стрессу*, а итог тот же: рост изменчивости по многим свойствам. То же увидим в глобальном флорогенезе (п. 9-4).

Другой пример — доместикация (одомашнивание). При ней изменчивость растет в самых разных направлениях (так же, как в изолятах и при стрессе), причем выявляются параллельные ряды изменчивости, как у Вавилова. Например: "на основании построения параллельных признаков по рядам мы можем для собак разных пород предсказывать нахождение... признаков, до сих пор неизвестных" (*Боголюбский С.Н.* Происхождение и преобразование домашних животных. М., 1959, с. 533). И в самом деле, Новосибирске, где 45 лет ведут доместикацию американской серебристо-черной лисицы, получили ясную параллель с собаками. Селекцию там вели на "домашнее" поведение лисят, а впридачу получили у них целый комплекс собачьих черт: висячие уши, хвост кольцом, размножение вне сезонов, короткие морды, собачьи типы окраса шерсти (пегость, подпалость). Последнее досадно, поскольку снижает ценность шкурок. Феномен так и назвали: "особачивание лисиц". Мы вернемся к нему в п. 6-17.

Третий пример: "По Коху (1951), мутирование ослабляется под влиянием неблагоприятных условий жизни и усиливается при благоприятных" (*Боголюбский С.Н.*, с. 221).

Словом, если понимать норму как нечто устоявшееся, как бы "гомеостаз особи и среды", то можно сказать, что изменчивость растет при любом значительном уклонении от нормы (неважно в какую сторону, даже в сторону улучшения жизни), а поддержание нормы ведет к низкой изменчивости. Причину столь странного явления можно сегодня обозначить лишь в самом общем виде, но и это даст нам нужный вектор для теории.

Начнем с того, что норма системы формируется из тех состояний ее подсистем, какие нужны для системы, а не из тех, какие они принимают сами по себе, когда ничто их не связывает. Пример: само по себе сердце бьется гораздо медленнее, чем при обеспечении нормальной работы организма; если стая бежит с единой (и в этом смысле нормальной) скоростью, то разные особи прилагают к этому разные усилия и сердца их бьются различно.

Эту подстройку подсистем к системе уже 40 лет (*Norris K.S., Lowe C.H.* // Ecology, 1964, N 3) не вполне удачно именуют *адаптивным компромиссом* (иногда она анти-адаптивна); однако недавно последний удачно назван метафорой [*Расницын*, с. 13].

Норму приходится поддерживать активно даже растению: "в любых условиях жизни растение путем процессов гомеостазиса поддерживает лишь одно состояние функций — оптимальное для данного их сочетания как между собой, так и с факторами внешней среды. Это представляет собой одно из самых удивительных явлений природы ..." (*Зайцев Г.Н.* Оптимум и норма в интродукции растений. М., Наука, 1983, с. 242).

Да, феномен нормы удивителен, но он вытекает из более общего (и еще более удивительного) феномена жизненной силы (активности особи, жизненного порыва -

назвать можно как угодно). Если состояние перестало быть физиологической нормой, то у особей нет причин его поддерживать, а потому каждая может его изменить; если же допустимы многие состояния (в облегченных условиях это так), то возникнет много вариантов. (Данную мысль я усвоил при чтении статьи Е.Е. Коваленко в сб.: Эволюционная биология, вып 2. СПб., 2003.) Они бывают, пусть и не всегда, наследственны. Это загадочно, но факт: параллелизм наследственного и приобретенного всеобщ (п. 4-14).

Очевидно, что смена норм должна проходить через стадию роста изменчивости, а как это происходит, мы узнаем позже, после введения нужных понятий (п. 6-8). Пока же скажу немного о той физике, которая позволяет говорить о строении систем.

5-14. Новая термодинамика и новое понимание отбора

Старая термодинамика, которую по традиции изучают в вузах (ее теперь всё чаще именуют *термостатикой*), рассматривает только воображаемые бесконечно медленные процессы, протекающие в изолированных системах, находящихся вблизи от теплового равновесия. Для них сформулированы ее законы, из которых наиболее знаменит «второй принцип», гласящий, что все системы стремятся к тепловому равновесию, т.е. что все структуры могут сами собой лишь распадаться.

Еще К.Э. Циолковский в 1919 году отметил, что «второй принцип» очевидным образом неверен, если в системе есть *силовое поле*: например, гравитационное поле собирает космическую пыль в небесные тела, а значит вся Вселенная (которую наука рассматривает как изолированную систему) сама собой эволюирует в сторону создания структур. В хорошем приближении является изолированной и Солнечная система, а в ней гравитация зажгла звезду и разогрела земные недра, чем создала условия для жизни. «Второй принцип», хорошо работающий в некоторых условиях (например, в реакциях, текущих вблизи химического равновесия), надо с большой осторожностью прилагать там, где есть какие-либо поля.

Но никаких полей в биологии до недавнего времени не признавалось (о них пойдет речь далее), и «второй принцип» вовсю прилагался к живому. Естественно, вставал вопрос: почему живое в целом не деградирует, а эволюирует? Первое, что пришло в головы – что дело в открытости биологических систем: если живой объект изолировать, он погибнет, т.е. придет к тепловому равновесию. Ответ поверхностный – прежде чем погибнуть, изолированный объект может долго жить и даже развиваться (в космическом корабле организмы растут и размножаются), а значит процессы текут там всё это время против «второго принципа», и непонятно, что их в это время движет. Более содержательным оказался другой ответ: дело в том, насколько система удалена от равновесия.

Биосфера находится в потоке солнечной энергии и в потоках из земных недр, благодаря чему в ней непрестанно идет преобразование одних веществ и структур в другие. Это значит, что она сильно удалена от химического равновесия. Столь же далек от него всякий живой организм: даже если он в данный момент не растет, не размножается и не стареет, все равно в нем непрестанно идет обмен веществ, а это тоже – преобразование одних веществ в другие. Наоборот, умерший организм, пусть и не сразу, понемногу стремится к химическому и тепловому равновесию с окружающей средой, т.е. его термодинамика постепенно становится термостатикой.

Если система достаточно далека от равновесия, то в ней, оказывается, могут сами

собой образовываться упорядоченные структуры. Бельгийский физхимик Илья Пригожин назвал их **диссипативными структурами** (ДС), подчеркивая этим, что они существуют за счет диссипации (рассеяния) вовне получаемых веществ и энергии. Простейшая ДС возникает в ванне с водой, когда вынута пробка. Хотя самопроизвольное движение воды по кругу невероятно, но при достаточно мощном стоке вода закручивается, причем водоворот имеет свои простые онтогенез (воронка формируется постепенно) и память (закрутившись влево, не сможет закрутиться вправо, если только не разрушить всю структуру). Он вбирает в себя всё, что плавает вокруг, и в этом смысле сам создает силовое поле.

Никакая ДС невозможна без движения, она существует как побочный результат какого-то потока. Школа Пригожина сумела показать значительную общность феномена ДС (они образуются в самых разных физических и химических процессах) и провести яркие аналогии с биологией. Утверждается, что всякий организм (да и всякое сообщество, вплоть до биосферы) существует и развивается за счет текущих через него веществ и энергии, за счет их диссипации. «Второй принцип», понимаемый как распад структур, может действовать и в таких (далеких от равновесия) системах, но это не мешает возникновению в каких-то частях такой системы порядка и сложности. Феномен ДС – главный в новой термодинамике, он показывает, что в далеких от равновесия системах возможна **самоорганизация**.

Если до рождения науки природу воспринимали просто как творение божье, то наука поначалу воспринимала и природу, и живой организм как огромный механизм (чаще всего – как очень сложные часы) и с тем смогла найти первые ее законы; в XIX веке и природу, и организм стали понимать как тепловую машину, и это тоже позволило многое понять.

Так вот, понимание организма как ДС позволяет понять еще кое-что, и этим аналогия полезна. Она настолько же выше аналогии с тепловой машиной, насколько та была выше аналогии с часами. Кстати, полезная аналогия возможна не только в рамках термодинамики, но и в рамках механики, где есть такое понятие, как *солитон* (уединенная волна). Солитон тоже является примером самоорганизации там, где ее вроде бы быть не может, и есть попытка описать самые различные биологические объекты как солитоны (*Петухов С.В.* Биосолитоны – тайна живого вещества. М., 1999). Вероятно в близком будущем ДС и солитон станут частными случаями более общей теории самоорганизации. Эта теория будет настолько же выше теории ДС, насколько та выше термостатики. Она же должна включить в себя когерентную логику (о ней см. [*Чайковский*, 1993. с. 133-134]) и синергетику (теорию самоорганизации, конкурирующую с новой термодинамикой).

Если структуры могут образовываться сами собой, то отбору есть, с чем работать. Он отсекает не вредные признаки, а неспособные поддержать себя (в данных потоках) структуры. По каким законам эти структуры образуются, не от отбора зависит. Раскрытие этих законов и составляют всякую науку, в том числе эволюционную.

Такое понимание отбора и эволюции сейчас становится достоянием заметной части ученого мира, однако оно не ново. Вспомним «системное понимание отбора», о котором шла речь в главе 4. В частности, «смена адаптивных норм» в смысле Шмальгаузена (п. 4-14) легко может быть понята как отбор *квантов селекции*, в качестве которых выступают любые перестройки внутри организма. Любищева, видевшего

у Шмальгаузена номогенез, тоже теперь понять легче: он всего лишь указывал, что объекты действия отбора делаются не «стабилизирующим отбором», а законами работы организма, в частности термодинамикой. Сказанное можно резюмировать так: ***объекты для отбора поставляет не случайная изменчивость, а самоорганизация***. Мы вернемся к этому в п. 18.

Неизбежно образование не только самих ДС, но и структур из них, причем каждая такая структура сама выступает как ДС более высокого уровня. При этом какая-то из структур низшего уровня выступает в качестве *затравки* для ДС высшего уровня. Подробнее см. [*Чайковский*, 1990, с. 201]. Хороший пример затравки дает эмбриогенез, что мы сейчас и увидим.

5-15. Биологическое поле и целостность зародыша

В наше время поле чаще всего понимают по раннему Гурвичу – как метафору для описания целостности системы управления онтогенезом (п. 4-16). Например, эмбриолог В.Г. Черданцев, фактически повторив тезис Канта – Кильмейера (“механизм развития пространственной структуры и механизм регуляции ее развития – это в сущности одно и то же”), дал такое определение поля: “Мы можем варьировать механизмы развития одной и той же структуры, с тем, чтобы отыскать их инвариантные характеристики, которые и определяют морфогенетическое поле системы”. Там же отмечено, что если в опыте из зародыша удален *организатор* (см. п. 4-13), то развитие может пойти по пути, свойственному животным более низкой ступени развития: например, развитие зародыша амфибии – по пути, характерному для зародышей низших хордовых (бесчерепных и даже асцидий) (*Черданцев В.Г.* орфогенетические поля и эволюция // Вопросы эволюции онтогенеза. М., МОИП, 1985, с. 106, 107, 111). Тем самым, организатор играет роль упомянутой термодинамической затравки. Более того, этим показано, что ***эволюция действительно может идти по Жоффруа***.

Если эмбриологи склонны понимать развитие как преобразование формы зародыша, то физиологи, наоборот, обращают на его форму мало внимания и склонны трактовать онтогенез как смену способов жить. Для физиолога зародыш – тоже организм, только находящийся в особой среде (внутри яйца или внутри утробы матери). С этой точки зрения Аршавский уравнивал поле (которое понимал по позднему Гурвичу) с доминантой (о ней см. п. 11): по его мнению, “то, что Чайлд (1941) обозначал физиологическим градиентом, а А.Г. Гурвич (1944) – эмбриональным полем, в физиологическом смысле является механизмом доминанты”; при этом “с момента возникновения организма в виде зиготы одновременно возникает механизм (принцип доминанты), обеспечивающий не только процессы регуляции, но и интеграцию его как целостной системы … т.е сохранение целостности развивающегося организма на всем протяжении его индивидуального развития” (*Аршавский И.А.* Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития. М., 1982, с. 56).

Такое уравнивание поля и доминанты натянуто, однако некоторый смысл для нас имеет. Насколько понимаю, доминантой зиготы (оплодотворенной яйцеклетки) Аршавский считал электрическое поле, наблюдаемое между ее полюсами, “периэлектронический контраст” (там же). Далее поле усложняется, чем и движется онтогенез. С возникновением нервной системы доминанта обретает обыч-

ный для физиолога облик, и определяет структуру поведения в течение всей жизни. Что касается периода от зиготы до появления нервной системы, то у Аршавского находим лишь ссылку на один биохимический процесс – это влияние зародыша на образование плаценты (с. 65). Немного, но и это важно: тем самым, у плацентарных млекопитающих указан особый тип поля. **См. Доп**.

Разнородные суждения прежних биологов о поле можно резюмировать словами цитированного в п. 4-16 Светлова: хотя теория поля "наталкивается на очень большие трудности", однако "как образ мысли она прочно вошла в обиход механики развития" (т. 1, с. 243). Поясню: смысл теории биополя не столько в реальных таблицах и формулах, сколько *в общем взгляде на процесс формообразования*. Сам же Светлов дал и примеры реальных картин эмбриональных полей.

Этот "образ мыслей" не единственный. Так, сторонники *контактного детерминизма* видят глубокий смысл в аналогиях между отдельными картинами морфогенеза и картинами из физики – растекание капли, смешение жидкостей и т.д. (*Низовцев В.В., Панченко О.В.* Контактный детерминизм при морфогенезе // [*Кудрин*]). Такие параллели проводил еще Мопертюи, и мне остается заметить: они интересны, указывают на параллели процессов, но не дают подходов к пониманию их специфики (почему вырастает именно горох и т.п.).

В недавнее время теория биополя вновь привлекла внимание в двух планах сразу. Во-первых, как уже сказано (п. 4-16), была открыта лазерная природа митогенетических лучей Гурвича, а сам эффект сверхслабого излучения оказался имеющим всеобщее распространение и необходимым для всех жизненных процессов. Тот загадочный факт, что живое вещество излучает в ультрафиолете, словно Солнце, вызван накоплением энергии многими молекулами с последующим синхронным испусканием единого высокоэнергетического кванта. "Живое тело не хододнее Солнца" [*Воейков,* с. 291]. Разумеется, такой квант может излучаться лишь изредка.

Вклад этого излучения в энергетику процессов жизни очень мал и, видимо, в явлениях жизни несуществен, зато очень велик информационный вклад. Например, без ультрафиолетового сигнала деление клетки не может начаться. Такие излучения "создают в структурно-метаболической системе биологическое информационное поле, которое и образует по еще неясным нам механизмам то единое целое, которое мы воспринимаем как живое" (*Кузин А.М.* Роль природного радиоактивного фона и вторичного биогенного излучения в явлении жизни. М., 2002, с. 62). Поясню: основную массу высокоэнергетических квантов, необходимую для жизни, организм черпает из природного радиоактивного фона (без которого жизнь невозможна), а друг от друга клетки получают специфические кванты-сигналы, обеспечивающие целостность процессов, которую со времен Гурвича описывают как поле. **См. Доп**.

Во-вторых же, были открыты гены, управляющие основными полями морфогенеза. Поле в представлении эмбриологов – та сила, которая в ходе онтогенеза понуждает клетки располагаться в надлежащем порядке. В нынешних терминах это значит, что поле (каково бы оно ни было по своей природе – см. п. 15) должно размещать клонообразующие клетки, а затем включать и выключать рост клонов. Как это конкретно происходит, мы еще не знаем, но уже известны три важных обстоятельства.

1) При начале развития куриного зародыша подзародышевая часть желтка

заметно излучает ультрафиолет (*Белоусов Л.В., Попп Ф.-А., Казакова Н.И.* // Онтогенез, 1997, N 5). Как видим, ППК (о них мы говорили в п. 12) убегают оттуда «от греха подальше» – чтобы излучение не побудило их делиться и не испортило наследственную информацию.

2) Поле, организующее пространственную структуру зародышей, задается концентрациями: изменение концентрации некоторого белка определяет место появления и направление развития конечности или пера. (Лопашов и Земчихина – см. п. 4-16 – уточняют: на стадии индукции действуют короткие белки-индукторы, способные вызывать появление новых клеточных типов, а позже – длинные белки-матрицы, способные только стимулировать деление клеток уже существующего типа.)

3) Поля оказались сходно устроенными у самых разных животных. Для эволюции это главное. О последнем этом можно прочесть в американском обзоре [*Гилберт и др.*]. Эмбриолог Скотт Гилберт – тот самый, про «Сагу о зародышевом пути» которого говорилось в п. 12. Другим соавтором обзора является эмбриолог Рудолф Рэфф, соавтор книги [*Рэфф, Кофмен*].

Обзор назван вызывающе: «Новый синтез эволюционной биологии и биологии развития» – явная перекличка со сделавшим эпоху «Новым синтезом» Джулиана Хаксли (см. пп. 3-12 и 4-14). Нынешние авторы уверены, что прежний «новый синтез» не был ни новым, ни синтезом; наоборот, он стал отказом от основных достижений эволюционизма начала XX века, а затем и их забыванием. На мой взгляд, до нового синтеза и в этом обзоре еще далеко, но стремление к нему есть: «Подобно тому как клетка (а не ее геном) служит единицей органической структуры и функции, морфогенетическое поле (а не гены или клетки) представляется основной единицей онтогенеза, и его изменение влечет за собой изменения в эволюции».

Авторы обзора читают по-немецки, что радикально расширяет их умственный горизонт по сравнению с большинством коллег, но все-таки замечательная работа Балкашиной о генах гомеозиса, т.е. переделки одних органов в другие (п. 4-7), осталась им неизвестна. Иначе их простодушное заявление: “Гомеозисные явления оставались на обочине эволюционной теории с тех пор, как в 1894 г. их описал Бэтсон” – просто нелепо[17] : Елизавета Ивановна выяснила (и описала по-немецки), что гены гомеозиса расположены компактно на одной хромосоме дрозофилы.

Теперь установлено, что все гомеозисные гены содержат на 3’-конце участок в 180 пар нуклеотидов, который был выявлен в 1985 году и назван **гомеобоксом** (он кодирует гомеодомен, полипептид в 60 аминокислот), почти одинаковый у самых разных животных, в частности – у насекомых и позвоночных. У тех и других эти гены ответственны за формирование передне-задней оси [*Гилберт и др.*, с. 333; *Гродницкий*, с. 87]. Генетики, склонные трактовать онтогенез как простой итог активности генов, а эволюцию – как накопление случайных мутаций, стали рассуждать, как водится, про общего предка всех животных, но тут вышел конфуз: вскоре гомеобокс был открыт у грибов и высших растений.

У кукурузы нашли мутацию, меняющую форму листа. “Хотя гомеобокс растений значительно отличается от аналогичной последовательности животных и грибов, имеющееся сходство тем не менее свидетельствует о том, что они произошли от одного гена, имевшегося у одноклеточного существа, которое явилось общим предком всех организмов и существовало миллиард лет назад.

Какова была исходная роль этого гена, остается только гадать" – писал в редакционной заметке журнал "Scientific American" (ВМН, 1991, N 8, с. 23). Придется возразить: как раз здесь гадать нечего. Нет оснований признавать, что общий предок у растений и животных вообще был; а если и признать, то нет оснований считать его эвкариотом. Если же гомеобокс был уже у бактерии, то нет оснований видеть его ответственным за морфологию эвкариот и тем более органов многоклеточных.

Многим казалось, что филогенетика (учение об общих предках) может праздновать победу: совпадение генов означает родство. Но природа, как всегда, оказалась сложнее наших теорий. Кроме указанных, были открыты гены, запускающие формирование глаза, сердца и конечности — как насекомых, так и позвоночных [*Гилберт и др.*]. А ведь данные органы устроены у насекомых и позвоночных совсем различно.

Замечу, что *совпадение текстов говорит об их общем происхождении только в случае большой избыточности текстов*, когда один и тот же смысл можно выразить очень многими способами. Если же способов выражения немного, то совпадение текстов, несущих один и тот же смысл, вполне возможно, а если способ вообще один, то совпадение неизбежно. (Так, есть очень различные методы вычисления числа *пи*, но любой из них даст один и тот же ряд цифр — само число *пи*.) Пока мы не знаем принципа работы генов, ответственных за морфогенез, удивляться их сходству нет смысла. (См. Доп. к п. 5-6.)

И уж совсем бессмысленно выводить это сходство от необозримо древнего общего предка, не имевшего онтогенеза в описываемом здесь смысле. Даже если признать, что гомеобокс унаследован от общего предка, эволюция понятней не станет, поскольку останется вопрос: каким образом один и тот же ген запускает совсем различные онтогенезы? Не правильнее ли признать тут *творчество* в смысле Страхова — Бергсона? Ведь запуск одним геном различных онтогенезов похож не на выполнение конкретного приказа, а на реализацию архитектором заказа, данного ему в самых общих выражениях. Будто бы в прошлом предки совсем разных таксонов получили один и тот же "заказ в письменной форме" (гомеозисные гены), и каждый реализовал его как сумел, творчески.

Так или иначе, в эволюционизме настала новая эра.

*** Поле, гомеобокс и эволюция**

Судите сами: в свете сказанного остается признать: либо *(1)* идентичные гены произошли независимо (номогенез), либо *(2)* итог горизонтального переноса генов (см. п. 12), либо *(3)* что гомеобокс унаследован от прокариота, но управлял у него чем-то более примитивным, нежели форма многоклеточного тела. Все три возможности противостоят нынешним воззрениям, зато заставляют вспомнить Дриша и Шпемана (п. 3-14). В любом случае, гомеобокс управляет чем-то весьма общим, нужным грибу, кукурузе, червю, мухе и человеку.

Тут общностью задачи ничего не объяснишь: если передне-задняя ось у низшего червя есть, то ничего похожего на сердце и конечность нет. Почти излишне напоминать, что у насекомых и позвоночных совершенно различны строение органов и их формирование в онтогенезе. В частности, скелет ноги у насекомого наружный, а у позвоночного внутренний. И если филогенетик все-таки скажет, что

[17] На это намекает французский автор, пишущий, что гены ответственные за планы строения животных и растений, "были открыты (или переоткрыты)" (*Jūnermont J.* Gūnūtique et ūvolution // LEG, 36).

гены, соответствующие сердцу, глазу или ноге, у червя были, то этим он откажется от привычного понимания эволюции, он присоединится к Григорию Нисскому (п. 1-8) и последующим богословам, понимавшим эволюцию как разворачивание заданных Богом изначальных потенций. См. Доп.

Если же эволюционист ищет механизм порождения подлинно нового, то это новое естественно признать возникшим дважды (вариант *(1)*), а не пронесенным без пользы через сотни миллионов лет. Но ***возникновение одного гена дважды и есть номогенез*** в понимании Берга. Признание такого возникновения удобно назвать *молекуляным номогенезом* (см. п. 17).

Вариант *(2)*, горизонтальный перенос, проще для понимания, ибо он "всего лишь" рушит идею родословных древ. Но сам по себе он ничего не разъясняет, о чем пойдет речь в п. 6-9. Пусть сам гомеобокс мог быть создан заново или перенесен, но каким образом его новый "хозяин" смог им воспользоваться? И мы приходим к необходимости рассмотреть вариант *(3)*: ***гомеобокс не запускает стадию онтогенеза, а лишь маркирует ген, запускающий изменение морфогенетического поля***.

Не состоит ли эволюция хотя бы отчасти в искривлении того поля, в котором протекает развитие зародыша? Мы знаем: онтогенез – сложная сеть клональных ростов (п. 5), но что включает и выключает механизмы роста? Лет 25 говорили: гены, а теперь чаще говорят: поле. Точнее – что гены, управляющие развитием, включаются и выключаются полем. См. Доп.

В книге [*Рэфф, Кофмен*] приводятся слова английского биоматематика Вентворта Д'Арси Томпсона: «Мы хотим понять, как можно объяснить… форму живых существ и частей живых существ, исходя из физических представлений», и приведен рисунок из его книги (1917): искривляя координатную сетку рисунка рыбы одного вида, можно получить рисунок рыбы другого, очень далекого, вида (рис. 33). Естественна мысль, что зародыш второго вида развивался в искривленном силовом поле.

Напомню: на качественном языке похожее говорил еще Бюффон (п. 1-15). Кстати, на рисунки Д'Арси Томпсона обращал в 1962 году внимание Любищев: если одну видовую форму можно переделать в другую «простым преобразованием системы координат», значит форма подчиняется своим законам (законам биополя), а не только приспособлением к среде. Эту форму нельзя свести к делениям клеток, так как сходные формы возникают у многоклеточных и гигантских одноклеточных (например, сифоновые водоросли). Поэтому и приходится говорить о поле по раннему Гурвичу.

5-16. Самоорганизация и сравнительный метод

Кроме проблемы отбора (п. 14), идея самоорганизации позволяет дать ответ на другой, столь же старый вопрос – каково место *сравнительного метода* в эволюционных построениях и насколько законно им пользоваться.

Сравнительный метод в эволюционизм ввел астроном Вильям Гершель в 1789 году: он сравнил звездное небо с садом, где можно одновременно видеть все стадии развития разных растений (ростки, цветы, плоды, засыхание) и тем самым восстановить ход развития одной особи. Метод прижился в науке, несмотря на то, что исследованные Гершелем спиральные туманности являют собой, как позже выяснилось, скопления множества звезд; тогда как сам Гершель

был уверен, что исследует стадии формирования одной звезды из космической пыли [*Чайковский*, 1994, с. 206].

Сравнительный метод служит одной из основ всякого эволюционизма, но, как показал первый же опыт его применения Гершелем, таит опасность ложных толкований. К этой общей опасности нынешняя биология добавляет свою специфическую трудность: все ныне живущие организмы имеют один и тот же эволюционный возраст, поскольку ведут свою историю от единого акта возникновения жизни. Ламарк и Дарвин могли применять сравнительный метод вполне законно, поскольку в их время считалось иначе – что жизнь непрестанно возникает вновь (концепция самопроизвольного зарождения) и, следовательно, нынешние черви младше рыб, рыбы младше зверей и т.д.

В наше время не так: наука гласит, что жизнь заново не возникает. Но почему тогда в морях до сих пор плавают рыбы, почему они не выползли все на сушу, чтобы стать наземными животными? Экологический взгляд на мир подсказал общий ответ: каждый организм приспособлен к своей экологической нише, а она определяет его облик. Чтобы зарываться в грунт, лучше быть червем, чтобы плавать, лучше всего быть рыбой, и пока существует ниша, она должна быть занята соответствующим организмом. Ответ подозрительно прост (зарываются в грунт и насекомые, и позвоночные; плавают и змеи, и дельфины), но в целом звучит приемлемо.

Правда, иногда глобальная экология задает трудные вопросы. Так, оказалось, что во многих тропических океанских водах до 80% продукции приходится на зеленую бактерию Prochlorococcus marinus (*Пиневич А.В. и др.* // ФР, 2000, N 5, с. 732). Почему она, процветая и будучи (согласно идеологии сравнительного метода) предком зеленых водорослей, не стала за миллиард лет зеленой водорослью? Или: почему в тайге основную массу составляют не цветковые, а более примитивные деревья – хвойные?

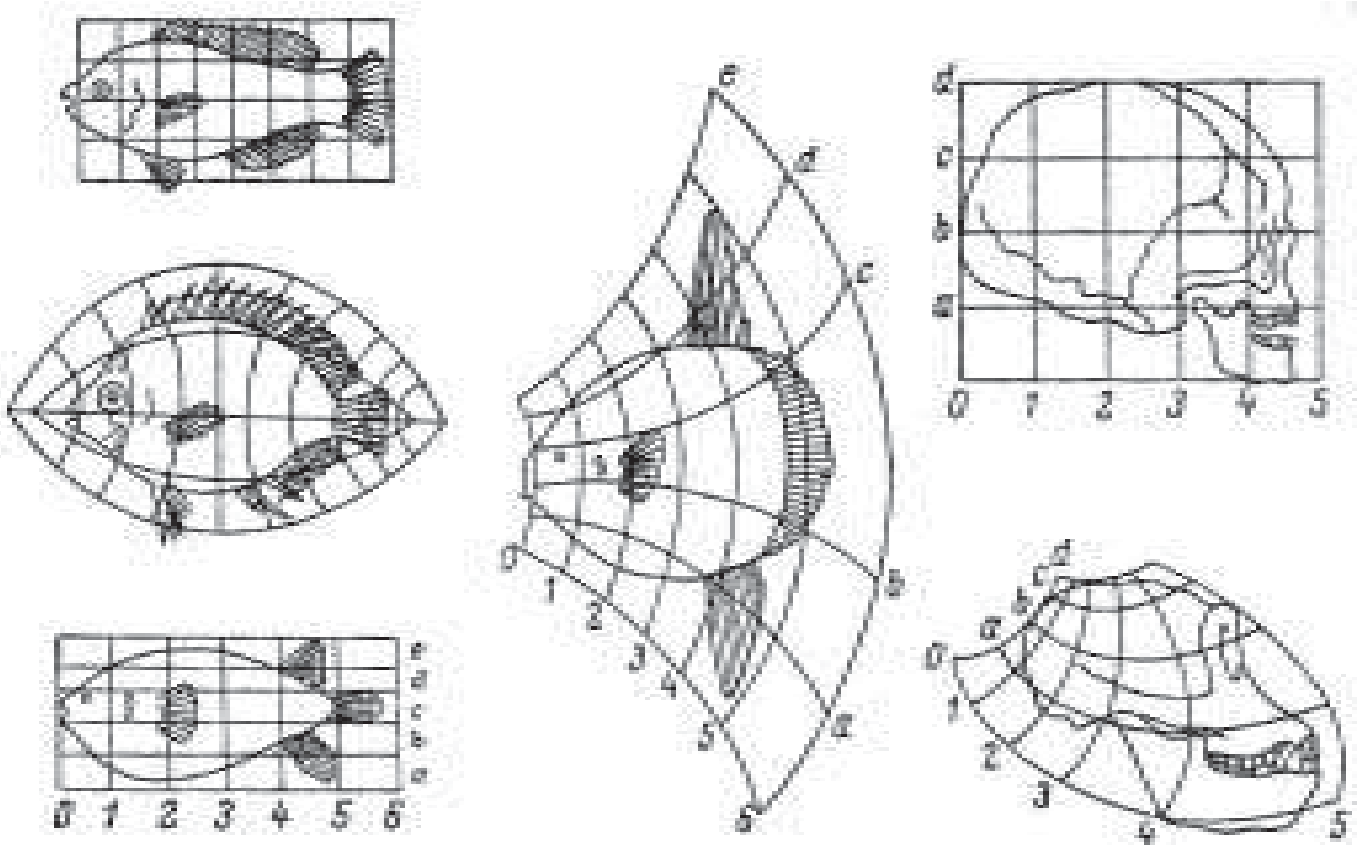


Рис. 33. Преобразование контуров организмов по Д'Арси Томпсону

Исторически сравнительный метод в биологии зародился вместе с эволюционной идеей: в понимании Анаксимандра рыбы породили людей в силу того, что вода – общий источник жизни, а среди водных животных его привлекли своим сходством с людьми именно рыбы. В более поздних фантазиях это были дельфины (отсюда легенды о русалках). Однако реальной основой нашей эволюционной картины (четвероногие произошли от рыб) явился не сравнительный метод, а тот палеонтологический факт, что остатки рыб присутствуют в земных толщах, не содержащих остатков зверей, в том числе и дельфинов. Именно этот факт позволил выбрать одну из двух картин, допускаемых сравнительным методом. И так всегда: ***сам по себе сравнительный метод не дает истории***.

Историю дает палеонтология, но ископаемые организмы представлены почти одними формами – скелетами, раковинами и отпечатками. Поэтому почти всё то, что мы знаем о функциях древних организмов, добыто сравнительным методом: если установлено, что, к примеру, иммунитет рептилий проще иммунитета теплокровных, то делается вывод, что сложные формы иммунитета возникли вместе с теплокровностью. А почему?

Какие доводы мешают счесть, что те древние рыбы, которые были нашими прямыми предками, обладали нашей формой иммунитета или чем-то вроде? Быть может, они потому и смогли обратиться в наземных животных, что сложный иммунитет помогал им жить в новых средах? Или наоборот: почему не допустить, что первые млекопитающие вымерли из-за отсутствия сложного иммунитета нынешнего типа? И так – во всём. Например, что мешает допустить наличие нынешнего фотосинтеза (как у высших растений) у какой-то древней бактерии или, наоборот, отказать ей в умении столь же совершенно, как нынешние, реплицировать ДНК?

Общий ответ мне известен один – если какое-то свойство обще для всех ныне живущих членов группы, то его *можно допустить* и у ее вымерших членов. Мейен называл эту процедуру **типологической экстраполяцией** и приводил такой пример: мы уверены, что клетки динозавров имели ядра, содержавшие хромосомы – только потому, что так устроены клетки всех нынешних животных.

Кювье называл это качество принципом корреляции (п. 1-15), но он говорил исключительно о наблюдаемых формах (которые связывал с ненаблюдаемыми функциями) и то оказался не во всем прав, что мы узнаем в главе 9 в связи с халикотериями. Что же касается функций, не отражающихся на форме (иммунитет, цветное зрение и т.п.), то жестко увязывать их с формой вообще нет оснований. Почему же мы так делаем?

Думаю, что основная сила типологических экстраполяций кроется в силе той презумпции, которую именуют принципом актуализма: проще всего думать, что всё неизвестное организовано так же, как известное (в частности, прошлое – как нынешнее), пока кто-то не докажет противного. Как я старался показать ранее (пп. 3-9, 5-1, 5-10), науку движет, в широком плане, именно этот “кто-то”, от презумпций отказавшийся. Так что поищем более серьезного для наших целей ответа.

Для меня он естествен в рамках номогенеза: поскольку эволюция есть процесс смены целостностей, то реализуется не всё что попало, а только целостности; их набор ограничен, поэтому в истории вновь и вновь являются одни и те же

принципиальные конструкции, различающиеся лишь теми признаками, которые на целостность не влияют (акциденциями в понимании Аристотеля – п. 1-6). Те свойства, которые входят в синдром целостности нынешних организмов какой-либо группы, должны были присутствовать и у древних членов данной группы – вот идеология номогенеза. Ее косвенно поддерживает идеология новой термодинамики, в свете которой легче осознать два факта: что целостность живых объектов регулярно образуется сама, по законам самоорганизации, еще мало понятным, но несомненно существующим, и что только уже сложившиеся конструкции (клеток или многоклеточных организмов) служат квантами селекции.

Ниже, в главах 6 и 8, будут высказаны соображения в пользу того, что тип иммунитета влияет на целостность, а это значит, что у прежних рыб естественно предполагать (в целом) тот же тип иммунитета, что характерен (в целом же) для нынешних рыб.

Синдром "рыбообразное тело" может быть реализован несколькими путями (кроме бесчерепных, круглоротых, хрящевых рыб и костных рыб, он имеется также у рыбообразных четвероногих – таковые есть среди и амфибий, и рептилий, и птиц, и млекопитающих). Этих путей немного, и поэтому они неминуемо появляются вновь и вновь. Нет, например, никаких оснований утверждать (как утверждает сравнительный метод), что нынешние кистеперые рыбы произошли от кистеперых мелового периода, но в этом нет и нужды, если понимать эволюцию как множество актов самоорганизации. Об этом будет речь в п. 9-14. В силу сказанного я постараюсь далее очень осторожно пользоваться сравнительным методом.

Увы, от него, как и от презумпций, целиком отказаться не удается. Однако надо понять, что он указывает на спектр возможностей эволюции, но не на ее реальные пути. Что касается путей, то на них до недавних пор указывала только палеонтология: если ею удавалось подтвердить данные сравнительной анатомии, то можно было уверенно говорить о пути данного эволюционного преобразования. В последние 30 лет добавились данные "экспериментальной эволюции". Кроме примеров главы 5, приведу опыты по **самосборке** нейронных сетей, где "была создана модель значительной части древнейшей … двухнейронной дуги" (*Сотников О.С. и др.* Механизмы структурной пластичности нейронов и филогенез нервной системы. СПб., Наука, 1994, с. 14). В этой книге вполне ясно проведено различие между сравнительным методом и собственно эволюционными данными.

5-17. Этьен Жоффруа и молекулярный номогенез

Много лет назад зоолог В.В. Малахов вполне убедительно показал: "Хордовые являются перевернутыми вторичноротыми", поскольку их брюшная сторона гомологична спинной стороне других вторичноротых и наоборот (*Малахов В.В.* Проблема основного плана строения в различных группах вторичноротых животных // ЖОБ, 1977, N 4, с. 485); т.е. хордовые отличаются ото всех остальных вторичноротых способом онтогенеза.

Малахов показал, что перевертыванием зародыша в ходе развития можно объяснить своеобразие хордовых среди вторичноротых и тем сохранить принцип единства этого раздела. Статья имела в те годы важное значение как воскре-

шение идеи плана строения в обстановке, когда молекулярные методы стали вытеснять морфологию, вытеснять, несмотря на нелепость получаемых результатов. Естественно, Малахов вспоминал идею Жоффруа 150-летней давности (напомню, что еще за 150 лет до Жоффруа ее высказывал Т. Виллис) и называл ее поучительной, но сам факт родства планов строения признавал только в пределах раздела вторичноротых. Ирония судьбы в том, что прав оказался Жоффруа (утверждавший единство плана строения всех животных) и что доказано это как раз молекулярными методами.

В связи с открытием сходных формообразующих генов у позвоночных и насекомых (п. 15), эмбриолог Л.В. Белоусов (внук Гурвича) пишет: поскольку на спинной стороне зародышей позвоночных работают гены, весьма сходные с теми, которые выполняют аналогичную работу на брюшной стороне членистоногих, то <<подтвердились взгляды Жоффруа Сент-Илера о позвоночном как об «инвертированном беспозвоночном», высказанные 160 лет тому назад исходя из сравнительноанатомических соображений и известные… в виде почти анекдотического примера заблуждений далекого прошлого>> (Онтогенез, 1997, N 6, с. 471). То же пишет Шалин: “Жоффруа Сент-Илер в 1822 высказал гипотезу, что брюшная область беспозвоночных гомологична спинной области позвоночных. Эта идея подтверждена изучением генов регуляции” (АЕ, 178). Словом, общий план строения типов животных (п. 2-6) оказался реальностью, и если добавить возрождение понимания эволюции как преобразования онтогенеза, то ***жоффруизм можно включить в число респектабельных эволюционных концепций***. Остается вновь напомнить слова Любищева: если не хочешь, чтобы над тобой смеялись потомки, никогда не смейся над предками.

Вспомнили и сто раз осмеянную гомологию по Жоффруа – Оуэну, о которой у нас шла речь в п. 2-7*. Вспомнили в связи с удивительным сходством строения *глобинов*, т.е. свернутых в шар белковых молекул. Их частную гомологию (сходство одноименных глобинов у разных видов организмов) теперь назвали ортологией, а серийную (сходство глобинов одного организма) – паралогией, но, главное, вновь заговорили про общую гомологию: “*Общая* гомология разных глобинов отражает отношение их структуры к особой функции” – читаем в обзоре [*Гилберт и др.*]. Авторы поясняют: <<По Оуэну (Owen, 1848), цепь идентичных позвонков образовалась в результате “вегетативного повторения” архетипического позвонка. Каждый из этих позвонков мог подвергаться “независимой модификации” в соответствии со своим местоположением. Согласно гипотезе Бриттена и Коэна (Britten, Kohen, 1968), тандемные семейства идентичных последовательностей ДНК возникают в результате скачкообразной репликации” неповторяющейся “архетипической” последовательности>> [*Гилберт и др.*, с. 332]. Мне остается пояснить: сходство глобинов (например, гемоглобина и миоглобина) действительно похоже на сходство “позвонков” по Оуэну (например, плечевого и тазового поясов). И напомнить, что сам Оуэн видел в таком сходстве вариацию идеи по Платону.

Идея общей гомологии пришлась весьма кстати, поскольку биология столкнулась с неожиданным: “В сердце насекомых и позвоночных едва ли можно найти что-либо общее, кроме способности перекачивать жидкости. Тем не менее их объединяет экспрессия одного и того же гена”. “В результате органы… будучи структурно аналогичными, могут быть сформированы гомологичными про-

цессами!". Итог: "Мы вступаем в новооткрытую, захватывающую сферу гомологии – в сферу гомологии процесса" [*Гилберт и др.*, с. 334]. Впрочем особой новизны тут нет: гомология и прежде имела дело с процессами, но их не полагалось замечать. Так, деление высших животных на первично- и вторичноротых основано на различии процессов раннего онтогенеза, и в связи с этим проницательный морфолог сказал, что *организм есть морфопроцесс* [*Беклемишев*, с. 11]. Тем не менее, на самых ранних стадиях (дробление, см. п. 4-13) первичноротые могут вести себя очень различно, и это не мешает признать их единой группой – ввиду общности процесса онтогенеза. То же самое можно сказать о вторичноротых. См. Доп.

5-18. Случайность в эволюции организмов

Ранее мы не раз уже касались вопроса о том, что именно можно в эволюции полагать случайным и в каком смысле. К сожалению, большинство исследователей уверено, что всякой случайности можно приписать некоторую вероятность и далее оперировать с нею. Исключения редки чрезвычайно, и тем отраднее встречать их. Например: "Существует ли статистический закон для появления этих (эволюционных – *Ю.Ч.*) крупных скачков, или они обязаны целиком "случаю", который подразумевается непредсказуемым?" (АЕ, 273). Здесь вероятностный закон противопоставлен полной непредсказуемости. Мне уже приходилось писать, что случайности бывают разными и требуют разных подходов, что в природе преобладают как раз те, которые вероятностного подхода не допускают, поскольку более хаотичны, нежели те, что имеют вероятности (устойчивые частоты) [*Чайковский*, 2001]. Таковы, в частности, и все "крупные скачки".

Есть также много данных, говорящих о том, что элементарные события, поставляющие изменчивость, являют собой более сложную случайность, чем полагали прежде. Например, в самых разных организмах "разные гены демонстрируют разное нестохастическое использование кодонов, и гены с высоким уровнем экспрессии отличаются максимальным смещением от стохастического использования кодонов". При этом "вопреки ожиданиям экспериментаторов, наиболее часто используемые кодоны и соответствующие им тРНК при трансляции допускают большее количество ошибок по сравнению с редкими кодонами" (*Малахов М.П., Семененко В.Е.* Использование кодонов в генах цианобактерии... // ФР, 1994, N 2, с. 163). То есть используемое реже используется аккуратнее.

* Сложная неравномерная случайность

Самое интересное на счет случайности обнаружилось в механизме синтеза иммуноглобулинов. На первом этапе синтеза гена антитела идет комбинирование блоков. Если бы механизм Тонегавы перебирал одну за другой все возможные комбинации фрагментов, то, как показывает расчет, он наработал бы в одном организме мыши 3 млн различных антител [*Стил и др.* с. 111]. Но возможных антигенов, по Вигзелу – миллиарды, и нет никакой гарантии, что среди созданных были бы те самые антитела, какие в данное время нужны. Поэтому процесс идет иначе: выбирает одни варианты много чаще других, делает "болванку" нужного антитела и доводит ее до кондиции путем гипермутагенеза. Суть процесса пока непонятна, и иммунологи характеризуют ее как некую *сложную неравномерную случайность*, о чем говорил и Тонегава в нобелевской лекции.

Через 11 лет в книге [*Стил и др.*] на эту тему был приведен интересный цифровой материал. Разнообразие антител на стадии комбинирования достигается комбинированием разнотипных участков, обычно именуемых буквами V, D и J. Точнее, в каждом иммуноглобулине комбинируются элементы из следующего набора: 100 V-элементов, 20 D-элементов и 4 J-элемента. Поскольку основной вклад в создание разнообразия вносят V-элементы, можно бы ожидать, что они будут очень отличны друг от друга. Однако оказывается наоборот – они почти не отличаются друг от друга. Это похоже на алфавит – ведь разные буквы одного алфавита могут очень мало отличаться друг от друга и тем самым вызывать затруднения у иностранца, но прекрасно выполнять свою функцию.

Удивительнее, что "около половины V-элементов никогда не участвуют в образовании антитела", а реальное одновременное разнообразие антител – отнюдь не 3 млн, но меньше 10 тыс. [*Стил и др.*, с. 111-112].

Все стадии процесса авторы называют случайными, но, как видим, случайность эта весьма неравномерна и ничуть не похожа на стандартные (изучаемые в теории вероятностей) явления типа бросаний игральной кости. Налицо сложная *системная случайность* (о ней см. [*Чайковский*, 2001, гл. 7]), и нетрудно понять, почему она тут необходима: стандартная случайность дает в среднем те же результаты, что и последовательный перебор вариантов, а он был бы тут бесполезен.

В самом деле, механизм Тонегавы перебирает не нуклеотиды, а составленные из них блоки. Образно говоря – не буквы, а слоги, слова и даже фразы. Если перебор букв вполне реален (хотя и дает осмысленные слова исчезающе редко), то перебор слогов весьма затруднен (вспомним, что в любом алфавите меньше полусотни букв, тогда как иероглифов всегда тысячи), а перебор слов просто невозможен. Никто не мыслит путем перебора слов, и вот мы видим, что механизм Тонегавы тоже осуществляет не перебор, а какую-то более сложную процедуру. Пусть смысл ее нам пока непонятен, но итог ее работы таков.

У мыши одновременно имеется всего 50 млн экземпляров B-лимфоцитов, причем каждый синтезирует лишь один тип антител, а деление лимфоцита занимает более 5 часов. При равномерном распределении типов антител (3 млн) по клеткам каждый тип будет представлен всего несколькими (менее 20) экземплярами, так что их клонирование не сможет поспеть за размножением инфицирующих бактерий (деление у которых занимает меньше часа). Природа избрала иную стратегию: исходное разнообразие антител поддерживается на минимальном уровне, достаточном для начала поиска нужного варианта; поиск включает случайную компоненту, но не является случайным перебором. Как поиск устроен, пока неизвестно, однако мы знаем, что нужный вариант находится быстро (а значит и многократно) и клетки с найденным вариантом клонируются. Но клонирование, идущее медленнее размножения бактерий, неэффективно, так что единственный (из известных сегодня) выход состоит в переносе найденной генетической информации между B-лимфоцитами с помощью *ретровирусов* (РНК-вирусов, встраивающихся в хромосому путем обратной транскрипции).

Механизм этого переноса неясен, но активно обсуждается, как в иммунологии, так и в эволюционизме. Замечу, что обилие ретровирусов в генетической системе человека (даже по сравнению с шимпанзе) наводит на мысль о связи их также и с мышлением.

Уже стало очевидным, что этот перенос направлен, но весьма разнороден и многофакторен, причем некоторые факторы содержат неопределенные компоненты – например, зависят от количества повторов одних и тех же генов [*Корочкин*]. Это значит, что перенос непременно будет наблюдаться как случайный. И действительно, в п. 12 мы видели это на примере плохой воспроизводимости НПС. Сложнее понять, почему эффект не проявляет никакой воспроизводимой частоты, но неустойчивость частот в таких явлениях обычна[*Чайковский*, 1990; 2001].

**** На грани порядка и хаоса**

Главная эволюционная мысль книги [*Чайковский*, 2001]: к эволюции способны не детерминированные и не стохастические объекты, а системы на грани порядка и хаоса. Эту тему разработал американский биокибернетик Стюарт Кауфман. Его компьютерная модель совершенно абстрактна, т.е. не имитирует никакого биологического объекта, а лишь демонстрирует роль необычной случайности. Каждый, кому тема интересна, должен прочесть статью [*Кауфман*] сам, я же могу привести оттуда лишь несколько мыслей.

Вот фразы из начала его статьи: “Математические модели могут изменить представления биологов об истоках упорядоченности в эволюции. … Дарвину и в голову не могла прийти мысль о существовании самоорганизации – недавно открытого природного свойства, присущего некоторым сложным системам. … Отбор придал определенную форму, но совсем не обязательно породил закономерности онтогенеза. … По-видимому, мы подходим к пониманию эволюции как органического взаимодействия между отбором и самоорганизацией. … Хаос, как бы он ни был интересен, – это лишь часть поведения сложных систем. Существует также не поддающееся интуитивному осознанию явление, которое можно было бы назвать антихаосом. Оно выражается в том, что некоторые весьма беспорядочные системы спонтанно “кристаллизуются”, приобретая высокую степень упорядоченности. Я полагаю, что антихаос играет важную роль в биологическом развитии и эволюции”. Вывод Кауфмана – в духе ламаркизма: “Сама способность пользоваться возможностями естественного отбора может быть одним из первых свойств, возникших в результате отбора”. Можно отметить в его схеме и номогенез – малое число устойчивых вариантов развития, и жоффруизм – эволюция есть смена режимов онтогенеза. Если же в ходе “кристаллизации” возникнет нечто совсем новое, то налицо эмерджентность.

Основная идея состоит в том, что сложные системы можно поделить на два исходных класса – “твердые” и “газообразные”, т.е. на упорядоченные и хаотические, причем между классами возможны переходы (система может как обрести жесткую структуру, так и утратить ее); именно при таком переходе система и может совершить акт эволюции, т.е. качественно измениться. (Кауфман привел компьютерные примеры, показавшие, что система из многих тысяч связанных функционально элементов может обладать совсем небольшим числом устойчивых состояний, если элементы слабо связаны, т.е. каждый имеет мало “входов” и “выходов”.)

Добавлю: такой переход не надо представлять себе как связанный с жидким состоянием (эта аналогия тут не работает), а лучше сравнить с возгонкой и осаждением, т.е. с прямым переходом твердого тела в газ и обратно. Яркий пример дает осаждение кристаллов льда из воздуха, образующее снежинки и мороз-

ные узоры на стекле, поражающие своим разнообразием. Особенно интересны морозные узоры, поскольку они рождают крупные картины, в которых не видно никакого хаоса, а видно общее для каждого рисунка правило. Видно и сходство с биологическими объектами, прежде всего с листьями. “Один из рисунков квалифицированный ботаник принял за фотографию чертополоха, в других – очевидное сходство с… листьями пальмы, корневищами растения с отходящими от него листьями, подобием мхов и лишайников” (*Любищев А.А.* Морозные узоры на стёклах // Знание – сила, 1973, N 7).

Любищев видел биологический смысл данных сходств в том, что узоры допускают только одну трактовку: их формируют “законы образования твердых тел из пара”, а не приспособление к среде, не история и т.п.; это вело его к выводу, что и в образовании живых форм играют роль законы образования форм как таковых. В п. 6-7 мы увидим подтверждение этому. К сожалению, ни Любищев, ни Кауфман не вспомнили в данной связи о биологическом поле. А ведь связь напрашивается: хоть закон образования кристаллов льда един, каждый рисунок характерен. Чем? Своим полем.

Глава 6. Сообщества, уровни и разнообразие

Рассмотрев эволюцию в ее обычном со времен Ламарка и Дарвина понимании, т.е. происхождение видов и иных таксонов, пора рассмотреть ту эволюцию, о которой в прежних учениях говорилось только вскользь: с одной стороны, появление новых уровней организации в рамках отдельных организмов, с другой – эволюцию сообществ. После этого можно будет обрисовать и общую схему эволюционного механизма.

6-1. Эволюция организмов и эволюция природы

Всякий организм входит в несколько сообществ – в свою популяцию, в свою пищевую цепь (или цепи), вступает в конкурентные, кооперативные или симбиотические отношения с особями окружающих видов, паразитирует или кормит паразитов. Долгое время считалось, что всё окружение вида можно выразить словом “среда” и описывать эволюцию как приспособление каждого вида к своей среде. Однако теперь почти всем ясно, что это не так – хотя бы потому, что среда сама изменяется гораздо быстрее, чем идет эволюция любого данного вида. Стоит всего лишь упасть численности вида, служившего основным источником пищи (а это подчас происходит в считанные дни), и питавшийся им вид вынужден полностью изменить образ жизни. То же самое возможно при резкой смене климатических факторов.

Учение о виде, приспосабливающемся к своей среде, на котором зиждятся и дарвинизм, и ламаркизм, и жоффруизм, становится просто неинтересным. Разумнее говорить о **коэволюции** (совместной эволюции) видов, а ее требования совсем не те, что «приспособление к среде».

Коэволюция не только не дает виду времени на постепенную выработку нужных качеств (в силу непрерывной смены обстановки), но и не позволяет выявить отдельные эволюирующие объекты. Нужна теория эволюции сообществ, но до последнего времени ее не было: эволюция экосистем рассматривалась как особый процесс, состоящий в замене

одних видов другими (безразлично, каким путем появляющимися), а не как цельный процесс изменения экосистемы путем изменения входящих в нее видов.

Глобальный кризис наглядно показывает нам, что в природе всё со всем связано. Первая мысль, какая приходит тут в голову – вообразить всю живую природу как некий огромный организм, приспосабливающийся к самому себе (так же, как, например, всякий человек приспосабливается к своим болезням) и к природе неживой. Такой видел Землю еще 400 лет назад Иоганн Кеплер, великий астроном-мистик, а почти 200 лет спустя – шотландец Джеймс Гёттон, один из основателей нынешней геологии. В 1788 году он писал, что геология – нечто вроде физиологии Земли. С тех пор появилась новая наука – экология, которую можно назвать *физиологией биосферы*, и теперь у Гёттона есть очень активные последователи.

Первым фактически был, насколько знаю, Соболев (п. 4-12*), вторым – В.Н. Беклемишев, назвавший земной организм *геомеридой* (1928 г.). Вскоре Тейяр писал: “С самого начала клеточная туманность, несмотря на свое внутреннее множество, необходимо представляла собой своего рода рассеянный суперорганизм”. В последние годы последователей Гёттона много, и в 1996 году в Оксфорде основано Общество геофизиологии – см. п. 7-5. Наиболее в этом плане известен английский физик и натурфилософ Джеймс Лавлок; он уверен, что человечество – лишь один из органов земного организма (которому он дал имя греческой богини Геи), и что Гея может, если возникнет опасность для ее собственного существования, сама себе этот орган ампутировать, т.е. уничтожить человечество.

Это выглядит забавно, но здравая мысль тут есть: пора перестать глядеть на природу как на сцену для разыгрываемого нами спектакля, пора понять, что человечество – лишь один из актеров в пьесе «жизнь», актер, которому, быть может, суждено сойти со сцены задолго до конца спектакля. Вспомним теорию биосферы Вернадского – в ней эволюция выглядит тоже как смена актеров (видов) на сцене (биосфере), по сути не меняющейся в течение миллиардов лет, несмотря на непрестанную смену актеров. Правда, для человека Вернадский делал исключение – предполагал, что человечество создаст для себя новую земную оболочку – *ноосферу* (сферу разума, термин ввел Тейяр в 1927 г.), как бы натянутую на биосферу, чем сделает себя таким же вечным, как биосфера.

Вернадский, по-моему, ошибался: человечество не создает ноосферу, а уничтожает биосферу, так что «натягивать» желанную новую оболочку (ноосферу) скоро будет просто не на что. И если концепцию биосферы можно счесть теорией, то “увы, этого нельзя сказать о концепции перехода биосферы в ноосферу” (*Левит Г.С.* Критический взгляд на ноосферу В.И. Вернадского // Природа, 2000, N 5, с. 74). Далее, как мы увидим в главе 7, исследования истории биосферы показывают, что она не раз изменяла и свой размер, и облик. А вокруг себя мы видим ее катастрофически быстро меняющейся. По-моему, пора понять, что это тоже эволюция, притом более актуальная, чем «происхождение видов». Попробуем теперь перейти от всего этого к схеме эволюции живой природы как целого.

Первое, что надо заметить, это многоуровневость коэволюции: цельна не только биосфера, но в некоторой мере и каждая экосистема, и популяция, и каждый организм, и орган, и ткань, и клетка. Более того, некоторую целостность являет собой любая совокупность связанных биохимических реакций. О том, как всё это вместе можно изучать, узнаем в пп. 7 и 8.

6-2. Тенденции в эволюции крупных таксонов

Ламарк, будучи увлечен эволюцией высших животных, счел основным фактором, движущим их эволюцию, сознательную волю, а о низших животных, как и о растениях, заметил лишь, что причиною их развития являются прямые влияния внешней среды. Но вставал вопрос, Ламарком не затронутый: если этих влияний достаточно для эволюции, то зачем высшим организмам иметь еще что-то? Затем, можем мы сказать теперь, чтобы идти своим путем эволюции. Фактически Ламарк отметил очень важное обстоятельство: процесс эволюции основан на двух различных тенденциях – к развитию (усложнению, прогрессу – называйте как хотите) и к приспособлению. Вообще, **тенденцией** мы будем называть всякую нечеткую (т.е нарушаемую на отдельных примерах) закономерность, ясно видную лишь на массовом материале. Так, монета проявляет тенденцию падать гербом примерно в половине бросаний; и тот факт, что к северу лиственный лес сменяется хвойным, и утверждение «украинцы хорошо поют» тоже указывают на тенденции. Так вот, если для дарвинистов приспособление к среде обитания – непреложное основное свойство всякой эволюции организмов, то для ламаркистов приспособление – лишь одна из эволюционных тенденций, маскирующая тенденцию к прогрессу.

Любищев любил выражать эту мысль афоризмом (автора которого не помнил): «Эволюция подобна фонтану – движение струи вверх направляется внутренним импульсом, а падение воды вниз – приспособлением к обстоятельствам». Той же позиции придерживался французский философ-эволюционист Анри Бергсон, известный ламаркист. Он называл эту активность всякого живого объекта *жизненным порывом* (élan vital).

Бергсон был первым, обратившим внимание на противоположные тенденции царств. В 1907 году он указывал, что «нет ни одного ясно выраженного признака, который отличал бы растение от животного», и заключал, что всякую группу лучше всего определять «не тем, что она обладает известными признаками, но тенденцией к усилению этих признаков» (*Бергсон А.* Творческая эволюция. М., 1997, с. 127).

Поясню: для животных наиболее характерна *подвижность*, но есть и неподвижные животные – например, кораллы; для растений наиболее характерен *фотосинтез*, но есть растения-паразиты без оного; самое характерное для царства грибов – разложение тел *отмерших* растений и животных, однако есть небольшая группа хищных грибов, питающихся живыми почвенными червями. Такие нетипичные группы относят к их царству по совокупности сходств. Например, грибы имеют “ткань” в форме мицелия. Аналогично, паразитическое растение заразиха не имеет фотосинтеза, но имеет цветок. О систематике царств мы будем говорить в главе 10.

Есть тенденции царств, характеризующие развитие особи. Например: “По-видимому, общим в животном мире правилом является первичность длительного метаморфоза и его постепенная утрата в ходе эволюции” (*Тихомирова А.Л.* Перестройка онтогенеза как механизм эволюции насекомых. М., 1991, с. 98). Этим же путем характеризуются и меньшие таксоны, например подтип позвоночных: “Переход от примитивного развития бесчерепных с ресничными свободноплавающими личинками типа диплеврулы к появлению личинок, все более сходных со взрослыми формами, затем к утрате личиночных стадий как таковых и, наконец, к живорождению” (там же, с. 100).

У позвоночных видна также тенденция к замене жаберного и кожного дыхания на легочное и к заселению суши: закономерность очевидна, но не всеобща – некоторые четвероногие вернулись в воду. Тенденцией является и становление адаптивного иммунитета позвоночных: например, иммуноглобулины, появляясь у рыб, более заметны у земноводных и пресмыкающихся, а у теплокровных (птицы и звери) становятся основой того иммунитета, о котором у нас шла речь в главе 5. Тенденция весьма существенна, и стоит отметить, что в 1866 году Оуэн предлагал (по чисто морфологическим причинам) ввести таксон "теплокровные", рассматриваемый иногда и в наше время (см. п. 10-4).

Можно еще добавить, что для царства животных характерна тенденция к раздельнополости (чем выше организованы животные, тем меньше среди них доля гермафродитных видов), а в царстве растений – наоборот. При этом "самонесовместимость занимает у растений примерно такое же место, как раздельнополость у животных" (*Суриков И.М.* Несовместимость и эмбриональная стерильность растений. М., 1991, с. 9). Тенденции внешне противоположны, однако обе обеспечивают принудительную рекомбинацию. *Самонесовместимость* (невозможность самоопыления) есть разновидность иммунитета (там же, с. 25), как бы автотолерантность наизнанку. Она являет собой аналогию с клеточным иммунитетом животных, точнее, с их комплексом гистосовместимости (*Skogsmyr I., Lankinen E.* // BR, 2002, N 4, p. 554) и, тем самым, мы видим, что иммунитет растений вовсе не прост.

Есть и противоположный феномен – тенденции, общие в различных царствах. "Существует представление, что разные царства эвкариот имели разных предков" (*Дымшиц Г.М.* // Природа, 2002, N 6, с. 60), однако надо добавить, что все эвкариотные клетки устроены в принципе одинаково. Далее, механизмы клеточного деления (митоз, мейоз) почти одинаковы у высших (животных и растений), тогда как у одноклеточных и у грибов их разнообразие очень велико. Такие сходства, независимо приобретенные в ходе эволюции, именуются *конвергенциями*.

Дарвинизм трактует конвергенцию как приспособление к сходным условиям, ничем это не подтверждая. В отношении митозов это особенно странно, поскольку сходство наблюдается решительно во всех средах и при всех типах строения, тогда как огромное разнообразие мы видим в одной-единственной среде и для одного уровня организации, у планктона (свободное плавание одноклеточных у поверхности моря).

Дарвинизм формально не признает тенденций: в его логической основе лежит стремление организмов к избыточному размножению, не имеющее, согласно Дарвину, исключений, и вытекающая из него борьба за жизнь, порождающая (опять-таки без исключений) отбор. Фактически же дарвинизм, как и все учения, основан на признании тенденций. Так, существование феномена *рудиментов*, т.е. органов, потерявших функцию и сохраняющихся вопреки их бесполезности (а иногда и вредности), превращает феномен отбора из всеобщего закона в тенденцию.

Далее слово "тенденция" мы будем в основном прилагать к тенденции, текущей во времени (это **тенденция-процесс**). Нарастание или уменьшение какой-то черты организма в ходе эволюции наводит на мысль о наличии механизма, но поиск его всегда затруднен именно наличием исключений.

Многие обращали внимание на то, что объяснить тенденцию как цепь приспособлений не удается: некоторые ее этапы обычно бесполезны или даже вредны. Сам

Дарвин, в молодости восклицавший: «Да сохранит меня небо от ламаркова нелепого «стремления к прогрессу»… Выводы, к которым я прихожу, не так уж далеки от его выводов, хотя способы изменений совершенно другие. Мне кажется, что я обнаружил (вот где дерзость!) простой способ, благодаря которому виды прекрасно приспособляются к различным целям», – в старости признавал иное: эволюция может идти сама собой. В качестве примера он приводил эволюцию цветка, заходящую много дальше, чем требует приспособление к опылеению. Фактически он вел тут речь именно о тенденциях-процессах.

Позже было найдено много примеров, когда тенденция прямо ведет к гибели. Таков ирландский олень (пп. 3-9, 4-10) – последний этап тенденции семейства оленей к росту рогов, таковы, видимо, вообще все примеры гигантизма. В небольшом триасовом (200 млн лет назад) море южной Европы жил морской ящер *Tanystropheus,* "один из самых причудливых среди архозавров (а может быть, и вообще среди пресмыкающихся) … которого называют жирафошеим ящером" (ВМН, 1989, N 8, с. 45-46). Имея туловище и лапы вполне наземного облика, он жил в воде – по той простой причине, что на суше не смог бы даже ползать: из общей длины тела (4,5 м) на туловище пришлось всего 18%, остальное составили хвост и, главное, шея (см. обложку книги «Эволюция»). Она была почти втрое длиннее туловища и включала всего 9 позвонков. Столь гигантские позвонки не давали ящеру возможности поднять голову, хоть та и была крохотной. О его водной жизни судят только потому, что на суше он выжить наверняка не мог. Удивительно, что танистрофеусы были многочисленны и водились долго.

Придумывать этому облику пользу палеонтологи, к их чести, не хотят: "Трудно допустить, что непомерно огромная шея давала *Tanystropheus* какое бы то ни было преимущество. Напротив, по нашему мнению, эти животные просуществовали миллионы лет не благодаря, а вопреки своим длинным шеям". Как видим, тезис Бэтсона (п. 4-10) повторен дословно. Более того, школа "тератологического эволюционизма" в свое время обосновала его, в частности, на примере позвоночных, вынужденных вернуться в воду. Но хватит сто лет повторять тезис, пора его осмыслить.

Налицо одна из последних стадий тенденции наземных ящеров к удлинению тела. Напомню: в конце п. 4-10 шла речь о длинных шеях зверей и малом числе позвонков в них. Ту же тенденцию видим у наземных ящеров: даже гигантский ящер *диплодок* (юрский период) с длиннейшей шеей имел всего 12 шейных позвонков. Теперь мы видим случай, когда жестокая тенденция буквально загнала ящера в воду. Его потомкам предстоял выбор – либо приспособиться к тенденции, развив подходящие частные свойства, либо противопоставить ей другую тенденцию, либо вымереть. Среди морских ящеров мезозоя мы видим широкий спектр таких реализованных возможностей [*Кэрролл*, т. 2], который наводит на мысль, что пагубная тенденция к удлинению тела без роста числа позвонков переставала действовать лишь с утратой наземного облика, т.е. в ходе реализации новой тенденции. Так, морской ящер *элазмозавр* (меловой период) имел 76 шейных позвонков.

*** Экологическая прочность**

Осмысление тезиса Бэтсона видится мне в следующем: тенденции действуют сами по себе, многие из них снижают жизнеспособность организмов, но не могут

истребить их, пока у тех не исчерпан запас их **экологической прочности**. Этим термином будем обозначать способность индивида успешно переносить ухудшение жизни (за счет условий как внешних, так и внутренних).

Понятие экологической прочности первоначально понадобилось мне при анализе экологической концепции Бэра. <<Характерен его шутливый афоризм: на вопрос дамы, зачем нужны эти несносные комары, он ответил: "чтобы нам побольше иметь рыбы в наших пресных водоемах". Он отмечал огромный запас прочности экосистем... Поэтому в огромной плодовитости рыб он не увидел эволюционного фактора: *гибнут не худшие генотипы, а не успевшие вырасти экземпляры*, причем высокая поедаемость вида не является мерой его неуспеха, а наоборот, является мерой его *экологической прочности* и перспективности (такой вид быстро разрастается при снятии трофического давления; наоборот, вид, не служащий пищей, легко вытесняется из экосистемы – например, все крупные хищники>> (*Чайковский Ю.В.* Экологическая основа эволюционизма у Бэра и Дарвина // Доклады МОИП, Общая биология. I полугодие 1978 г. М., 1980, с. 87).

Экологическая прочность позволяет организмам отвечать на вредное воздействие сперва изменением поведения, затем ухудшением состояния (исхуданием, подсыханием и т.п.) и следующим за ним снижением и даже прекращением размножения (но не утратой размножаемости). Лишь после этого, если вредное воздействие продолжается, вид отвечает заметным ростом смертности. Если у особей данного вида высока экологическая прочность, он может нести, без риска вымереть, вредные свойства. Можно сказать иначе: *идея отбора малых уклонений приписывает всем видам нулевую экологическую прочность, чего делать нельзя*. См. Доп.

Многие группы организмов демонстрируют приспособление к своим вредным тенденциям – как поведенческое (уход в щадящую зону обитания, переход к неудобному, но приемлемому образу жизни), так и морфо-физиологическое (изменение или утрата органов, усвоение новой пищи и т.п.). Намек на подобное понимание тенденции есть у Вентребера: "Полные надежды уроды Гольдшмидта, несчастным образом (accidentellement) произведенные природой, полностью реализовали возникшие позже приспособления ... Безногие позвоночные имели время реадаптироваться. Они заменили, к примеру, четвероногое передвижение на извивание или ползание" (*Wintrebert P.* Le vivant..., p. 90).

Поскольку в реальной жизни все виды имеют ненулевую экологическую прочность, в них могут протекать процессы, снижающие жизнеспособность. И нашу главную задачу можно теперь резюмировать так: ***нужно выявлять тенденции и искать механизмы их осуществления***, не ища для каждой из них адаптивного смысла.

Идея экологической прочности в чем-то жна идее "адаптивной поисковой оптимизации" [*Гринченко*], которая сознательно пытается преодолеть неуспех "теории слепого поиска" (т.е. дарвинизма) введением постулата: всякая живая система стремится максимизировать какую-то энергетическую функцию. Факт попытки радует, но, по-моему, постулат ниоткуда не следует. Наоборот, он противоречит фактам: во-первых, примеры оптимальности организмов редки на фоне неоптимальности, а во-вторых, даже если допустить, что организмы оптимальны по какому-то ненаблюдаемому параметру, их оптимальности противоречит феномен разнообразия — одна и та же функция (например, полет) выполняется разными организмами с очень различной эффективностью. Поэтому данную идею рассматривать не будем. Пусть экологическую прочность нельзя выразить уравнениями, но можно — неравенствами, а они как раз и ограничивают область допустимого разнообразия.

6-3. Наука о разнообразии – диатропика

Воробей сер – это маскирующая окраска, снегирь ярок – он привлекает самку, синицы (тут ярки оба пола) опознают по расцветке свой вид. Всё это ежедневно рассказывается в школах и вузах, и ученики слушают доверчиво, хотя на деле тут сплошные вопросы: почему снегирю не нужно маскироваться, почему синица не требует особой расцветки самца, откуда мы узнали, что причина расцветок связана именно с половым поведением? И вообще, стоят ли за столь категоричными словами опыты?

Если такой объяснительный ряд продолжать достаточно долго, ученики начинают смеяться. Даже попадись они очень доверчивые и серьезные, смех непременно вызовет пример с *турухтанами*. У этих куликов голова каждого самца раскрашена на свой лад, так что в определителе птиц указывается не сама расцветка головы турухтана, а факт ее разнообразия. И вот один западный орнитолог догадался: самцы, оказывается, преодолевают таким путем безразличие самок, которые у этого вида плохо возбудимы – только присутствие сразу многих разных кавалеров заставляет самку уступить ухаживаниям одного из них. Подробнее см. [*Любищев*, 1982, с. 157-159].

Объяснение поражает произвольностью, но чем оно хуже предыдущих, взятых из респектабельных учебников? Ни одно из них не проверено опытом, и даже не поставлен вопрос, можно ли данные выводы как-то проверить. Это даже не презумпции, это метод софистов (п. 1-6), благополучно переживший тысячелетия. Для воцарения дарвинизма была в XIX веке социально-психологическая причина[18], но нельзя же следовать ей вечно.

Если мы позволим себе перебирать любые доводы, пока не найдем подходящий к данному примеру, то лишимся всякого критерия истинности и можем доказать все что угодно. Над такими приемами критики смеялись во все времена (п. 3-7). Но критиковать легко, а что предложить взамен?

Лет 25 назад Мейен сдвинул вековую дискуссию с мертвой точки – вместо вопроса «зачем?» решил начать с вопроса «у кого?», т.е. с сопоставления разнообразия свойств и разнообразия их обладателей. Спенсер считал разнообразие причиной устойчивости сообществ; Бэтсон отрицал полезность отдельных свойств; Коп и Вавилов выстраивали сходства в ряды, а Кренке даже пробовал ряды упорядочивать; Любищев указывал, что разнообразие свойств плохо согласуется с идеей полезности всякого свойства и с идеей эволюции. Но только Мейен стал строить теорию разнообразия. Он пользовался термином "*типология*" (что неудачно, поскольку термин уже занят, и это порождало недоразумения), который использован и в моей первой работе по разнообразию [*Чайковский*, 1983]. Рекомендую ее как популярное введение в тему.

---

[18] Мне она видится так. Для усвоения основной консервативной частью общества теория должна соответствовать принятой в обществе в это время **познавательной модели** (привычному приему объяснения явлений). Метод таких моделей намечен в работах [*Чайковский*, 1990; 1993] и подробно описан в книге [*Чайковский*, 2001]. Указанную причину удобно описать как господство **статистической** познавательной модели (той самой, что привела к господству рыночной идеологии). В наше время статистическую сменяет **системная** модель, что влечет призывы к созданию системной теории эволюции. Но уже нарождается новая, **диатропическая** познавательная модель, ставящая во главу угла феномен разнообразия.

[19] Диатропика (от греческого *диатропос — разнообразный*), наука о законах организации разнообразия. Рассмотрена в книге [*Чайковский*, 1990]. Взгляд на мир, в основе которого лежит идея разнообразия, назван в предыдущей сноске диатропической познавательной моделью.

Уже после безвременной кончины Мейена его теория стала основной частью **диатропики**[19]. Диатропика является, на мой взгляд, не столько отдельной теорией, сколько аспектом всякой теории, имеющей дело с разнородными объектами. Для сравнения: во многих науках есть *морфология* (учение о строении объекта из частей) – и в геологии, и в биологии, и в филологии; она является аспектом данных наук и, как увидим, входит в состав диатропики.

Даже сам факт осознания феномена разнообразия бывает очень полезен. Так, есть много примеров и яркой окраски самцов, и их драк за самку, и выбора самками самцов, но не стоит строить на них "теорию полового отбора", поскольку есть много примеров, когда ничего этого нет, а эволюция идет так же. Теория должна описывать оба типа примеров, иначе она представит интерес только для своих приверженцев.

Есть науки, метод которых прямо построен на отрицании разнообразия (в силу их приверженности "бритве Оккама"), например физика: она ищет общие законы поведения своих объектов, а их разнообразие выносит за рамки исследования как нечто случайное (подробнее см. [*Чайковский*, 1990, с. 7; 2001, с. 122-123]). Но и они в последнее время понемногу склоняются к признанию феномена разнообразия. А в химии, биологии и психологии разнообразие является первым, бьющим в глаза феноменом.

Многие социальные проблемы порождены тем, что общество требует ото всех своих членов единого поведения, а люди различны. Главный вид наказания – лишение свободы – калечит одних и вообще не служит наказанием для других; призыва в армию одни боятся, как казни, а другие желают, как приключения; одни не могут без чтения, другие уверены, что всякий читающий где-то учится; одни ищут развлечений (вина, наркотиков, зрелищ, игр и т.д.), другие любят только делать дело; одни стремятся к выгоде, другие к власти, третьи к покою; одним важно общее благо, другим личное, третьи любят дискомфорт. Список можно продолжать бесконечно, и это всем известно, однако почти не принимается во внимание. Особенно страдают непониманием разнообразия всевозможные *утопии*, но элемент утопизма есть, по-моему, в любой социальной программе, которую устроители творят на свой вкус. Так нам был навязан социализм, а теперь – "рыночные реформы". Разумный выход видится мне в том, чтобы не искать единого для всех выхода.

Но мало указать на разнообразие, надо увидеть в нем закономерность, структуру. Первой частью диатропики стал *мероно-таксономический анализ* Мейена, которым мы сейчас займемся. Второй частью – анализ случайности и закономерности разнообразия [*Чайковский*, 1983; 2001], о чем шла речь в п. 5-18 и еще пойдет не раз, а третьей – учение о ядре и периферии, восходящее к Бэру (о нем пойдет речь в гл. 10).

Сразу предупрежу – тот, кто предпочитает мыслить посредством "бритвы Оккама", может дальше не читать, поскольку диатропика начинает с отказа от презумпции простых решений.

* Блочность строения и параллельные ряды

Давно замечено, что биологическое разнообразие складывается из ограниченного числа компонент, о чем, кстати, всю жизнь говорил Любищев. Тот факт, что организмы как бы собраны из таких компонент, в последние годы не раз описан как "блочность" строения животных (*Мужчинкин В.Ф.* // ЖОБ, 1978, N 5), "мозаичность структурных трансформаций" (*Воробьева Э.И.* // УСБ, 1994, N 6), "модульность" строения растений (*Корона В.В.* // ЖОБ, 2002, N 3), "при-

обретение и потеря модулей" как путь эволюции мобильных элементов генома (*Капи П., Мэзонот К.* // ЭГ, 719) и т.д.

Простые примеры блоков: гены, клетки, ткани, позвонки, листья, гриб и водоросль в лишайнике, правая и левая руки. Чуть посложнее: платан и платанолистный клён, равно как ясень и ясенелистный клён, имеют в каком-то смысле общие блоки, строящие схожный лист. Точнее см. в части 3.

Признав блочность, надо искать законы ее упорядочения, и первое, что видно – это что наличие одних и тех же блоков позволяет строить ряды.

Исходным для диатропики является как раз понятие «**ряд**», она оперирует им так же, как другие науки – понятием "факт". Ряд – та простейшая закономерность, какую удается выявить в исследуемом разнообразии. (Несколько утрируя, Мейен сказал, что "единично взятый факт может служить подтверждением любой теории" (МС, 294).) Чаще всего разнообразие предстает как множество пересекающихся рядов.

Окраска турухтана изменчива? Это не объект интереса диатропики. А вот то, что каждый индивид окрашен по-своему не только у турухтанов, но и у жирафов, и у подвязочных змей, и у некоторых лягушек, – это ряд, объект диатропики. Пусть мы не имеем подобным фактам объяснения – не беда. Каждая наука начинается с группировки фактов, с составления рядов, а диатропика призвана показать, как с рядами работать.

Ряд может быть задан разными способами. Первый, самый простой: общим свойством – например, ряд зеленых стульев: из множества стульев мысленно извлечены зеленые. Второй: способом его построения – ряд простых чисел, алфавитный порядок слов, строй солдат по росту, ряд щелочных металлов, лестница существ Аристотеля. Третий: путем сопоставления с другим рядом – например, алфавитному ряду английских слов англо-русский словарь сопоставляет по смыслу ряд русских слов.

Третий способ наиболее важен нам, поскольку фиксирует феномен *параллелизма*, о котором мы много говорили в главе 2: упорядочивая объекты одним способом, мы то и дело обнаруживаем упорядоченность по какому-то другому способу. Так, упорядочивая зародыши каждого организма по номерам дня фиксации, мы получаем ряды, между которыми видно сходство, тем более полное, чем меньше номер дня фиксации (закон Бэра).

Основной прием диатропики – ***сопоставление рядов***. Самым четким (правда, редким) видом параллелизма является *периодичность*. Например, в периодической системе химических элементов сами элементы упорядочены в строки по заряду ядра, а сходства реализуются в форме столбцов (таковы щелочные металлы). Известны периодические системы и в биологии, из которых наиболее, на мой взгляд, удачна система метаболических путей (см. карту с брошюрой: *Малыгин А.Г.* Карта метаболических путей (периодическая). М., Наука, 1976; позже улучшена тем же автором).

Химическая таблица плоская, а почти все биологические таблицы многомерны. Это видно хотя бы на клёнах: названия многих из них указывают на сходство с деревьями иных семейств – платановидный, граболистный, ясенелистный, лавровый. Плоская «кленовая» таблица (п. 4-9) как бы пересекает стоящие поперек нее плоские таблицы прочих семейств. Если Коп и Вавилов указывали на ряды и закономерности между рядами, а Кренке и Котс добавили закономерности внутри каждого ряда, то Мейен занялся пересечениями рядов и таблицами, при этом получающимися.

Если об одном члене ряда известно больше, это может помочь понять весь ряд. Так, в семействе ядовитых лягушек Dendrobatidae (Ц. Америка) особи одного вида Dendrobates pumilio раскрашены индивидуально, однако удивительно изменчивы у них не только окраска, но и набор кожных ядов, и формы поведения, которые *повторяют свойства других видов семейства*. Исследователи справедливо заметили, что вся эта изменчивость возникает "на основе общего генофонда" и, вероятно, свидетельствует о становлении нового вида (*Майерс Ч., Дэли Дж.* Ядовитые лягушки // ВМН, 1983, N 4, с. 79). Нам же особенно важен именно характер изменчивости, повтор свойств близких видов, поскольку это помогает увидеть законы диатропики, о которых см. ниже.

** Таксоны, мероны и рефрены

Исходной при построении диатропики Мейену послужила та давно забытая идея Страхова (о нем см. гл. 3), что сравнительная анатомия классифицирует части тела так же, как систематика – целые организмы. Для систематики исходным является понятие таксона (вид, род и т.д.), основной процедурой – выявление таксонов. Для построения морфологии прежде всего надо уметь мысленно расчленять организм на естественные части; это можно сделать только при условии, что известен организм как целая форма, т.е. если известен его архетип в смысле, какой дан ему в п. 2-7*.

По аналогии с понятием таксона Мейен ввел понятие "**мерон**", т.е. «класс частей». Организм имеет органы, свойства, признаки, а таксон имеет мероны. Например, таксон «позвоночные» имеет мерон «парные конечности», этот мерон принимает у разных позвоночных различные *значения*: плавники, ласты, лапы, крылья, ноги, руки. В таксоне "рыбы" мерон "парные конечности" принимает только значения "парные плавники", а также (у кистепёрых рыб) – "ласты" (ласт отличается от плавника наличием сложного скелета и мускулатуры). Можно сказать и иначе: меньший таксон имеет меньший мерон: таксон «рыбы» имеет мерон «парные плавники».

Для склонных к математике приведу другое определение: "Мероны, по Мейену, – это классы эквивалентности, порождаемые отношением гомологии" (МС, 73). Поскольку гомология органа задается положением его в архетипе (целостностью организма), то здесь тем самым подчеркнуто, что *мерон не имеет смысла вне архетипа*. По Мейену, "гомологизированные, т.е. расклассифицированные и ставшие меронами части организмов данного таксона в сумме составляют архетип таксона" [*Мейен*, 1978, с. 497]. Определение мерона и архетипа друг через друга означает, что архетип – понятие интуитивное (ср. п. 2-7*).

По Мейену, всякая новая система организмов исходит из какой-то прежней, хотя исследователь часто думает, что строит ее самостоятельно. А в самом начале была одна интуиция – она позволяла различать животных и растения, зверей и насекомых, а заодно и многое другое, например – лапы и крылья. Всё это Мейен шутливо называл «кухонной морфологией». Кстати, еще в пору мифов было

---

[20] Есть 2 способа определять мероны без попеременной (итеративной) процедуры. Первый предложил еще Гёте: выявлять естественные части тела, глядя на его онтогенез (см. ниже, п. 11), а второй — ученик Мейена А.В. Гоманьков: мерон является геометрически заметным функциональным элементом (МС, 74). Оба способа удобны, но неуниверсальны (например, не выявят такой мерон, как система ТВ-иммунитета).

понято, что руке каким-то образом соответствует не только крыло птицы, но и лапка насекомого, и даже ветвь дерева. В наш век гомеобоксов (п. 5-15) эти параллели стали выглядеть вполне серьезно, но как бы всё это подчинить общим правилам или хотя бы тенденциям?

Тут Мейен сформулировал два простых и важных тезиса. Первый: классификация любых объектов складывается из **таксономии** (выявления и описания таксонов – ее еще называют *систематикой*) и **мерономии** (выявления и описания меронов – это основа *морфологии*), причем процесс построения классификации всегда состоит в попеременном обращении, то к одной, то к другой[20]. Так, чтобы начать классификацию синиц, надо иметь понятие "птица". Оно ясно *интуитивно* (точнее: архетип таксона "птицы" есть понятие интуитивное), но после знакомства со всеми отрядами класса птиц его придется расширить, поскольку некоторые птицы (страус, пингвин, киви) не уложатся в обиходное для европейца понимание термина. Придется дать аккуратное морфологическое его понимание (дать формальное определение архетипа таксона "птицы"), и это даст возможность точно определить, в частности, понятие "род синиц". Только после этого мы сможем надежно отличать виды синиц как друг от друга, так и от других воробьиных. Эту процедуру придется повторять всякий раз, когда прежняя система перестает почему-либо нас удовлетворять.

Второй тезис: при переходе от одного таксона к другому всегда имеет место совпадение некоторых меронов (*у разных таксонов общие мероны*). так, переходя от исследования растения к исследованию животного, видим, что в обоих царствах одинаково почти всё, что связано со строением клетки, а при переходе от одного вида дрозофил к другому – что у них вообще перечень органов един. Близкие виды различаются только значением некоторых меронов, но не перечнем меронов.

Всякую повторяющуюся последовательность рядов Мейен назвал словом "**рефрен**". В приведенных примерах повторность наблюдается от таксона к таксону, но возможны и другие типы повторности – например, в рамках одной особи: на каждой ветке клёна можно видеть одно и то же разнообразие форм листьев – от совсем простого до совсем кленового. Рефреном, пусть и бедным элементами, является скелет четырех конечностей всякого зверя: левая зеркально повторяет правую; сходство задней и передней описать сложнее, но оно есть, и эти две пары образуют короткий рефрен.

Мейен полагал, что меронами могут быть как органы (формы), так и свойства (функции) организма порознь. В действительности дело сложнее: чаще всего мерон определяется формами и функциями совместно. Если органы мерономизировать (отнести каждый к определенному мерону) без учета их функций, то они не сложатся в целое, в архетип: <<Образно говоря, функциональный аспект представляет собой "клей" морфологии>>; но беда в том, что "функциональные отношения известны лишь для немногих структур" – *Любарский Г.Ю.* Метод общей типологии в биологических исследованиях // ЖОБ, 1993, N 5, с. 519, 520. (Как видим, Любарский предложил сочетать идеи Мейена и Гоманькова.) Этой трудностью можно объяснить тот парадокс, что сам Мейен не использовал мерономию при создании системы голосеменных (гл. 10): поскольку разнообразие структур ископаемых растений несравненно выше разнообразия их мыслимых функций, то архетип не выявляется.

Откуда в природе берутся сходства, образующие рефрены? Дарвинизм списывает их либо на унаследование от общего предка (все виды рода “дрозофила” считаются при такой трактовке происшедшими от единого предкового вида), либо на независимое приспособление (считается, что весь ряд плацентарных, повторивший строением соответствующий ряд сумчатых, приспособился к сходным условиям существования). Доказательств не приводится, и предлагается принять эти утверждения на веру.

Допустим, но чем объяснить сходство никак не используемых органов у таксономически далеких видов? Например, у изображенных на рис. 34: амфибия *сиʹрен* и рептилия *хирот* обе обладают совершенно бесполезными крохотными «ручонками» и притом только передними. (Кстати, их бесполезность видна тоже из сопоставления рядов – другие животные в тех же условиях просто избавлены от конечностей.) Согласно дарвинизму, эти формы могут существовать только как переходные, т.е. должны быть все очень молоды палеонтологически, но и это предлагается принять на веру.

Наконец, рука и нога никогда не имели общего предка, однако сходство их столь велико и очевидно, что его принято обозначать тем же словом “гомология”, что и сходство зверя с рыбой.

Есть ли что-то общее между разными типами гомологий? Иными словами, можно ли говорить о единой природе рефренов или сходство их только словесное? Вопрос принципиален: если хоть один рефрен выпадает из единой схемы, то вправе ли мы верить этой схеме? Ведь если доказательства у какой-то схемы нет, если она принята как презумпция, то что мешает нам принять другую версию?

Так, номогенез предложил трактовать параллельные ряды как свидетельство наличия общих законов формообразования. Любищев особенно подчеркивал, что эти законы означают отнюдь не предначертанность эволюции, а ограниченность вариантов на каждой стадии развития. Примером с пошникова: в условиях катастрофы, не дающих времени на перебор многих вариантов, они быстро находят новую форму, сходную с формой, исконно обитавшей в данных условиях. Это означает либо малое число вариантов, либо направленную изменчивость, что по сути одно и то же.

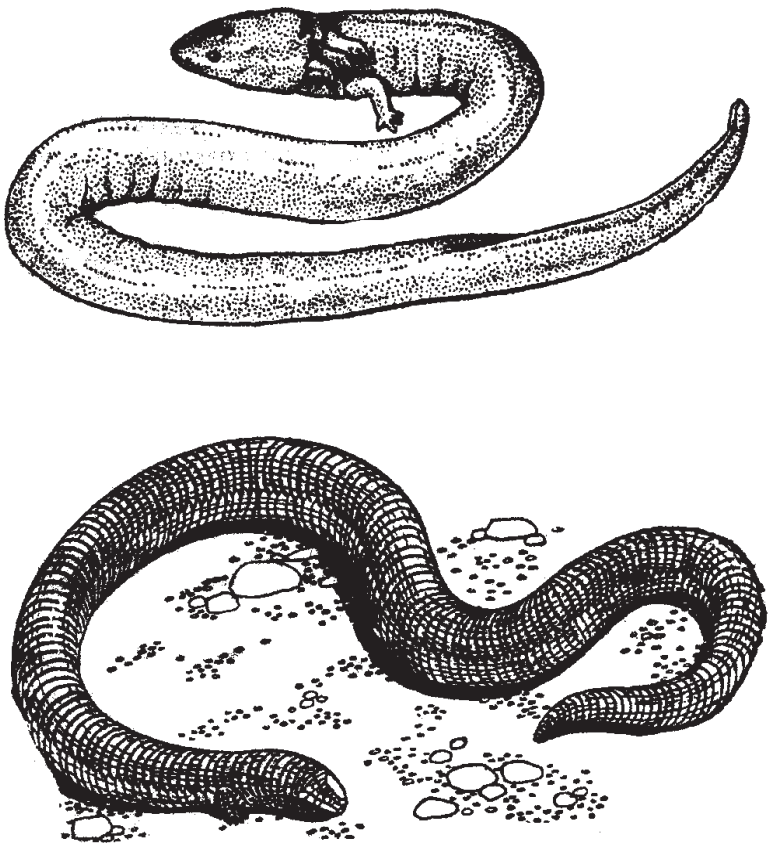


Рис. 34. *Сирен* (сверху) и *хирот*

Мейен предложил формализовать описание упорядоченности вариантов и тем самым дал новую жизнь идее номогенеза. Прежде всего выяснилось, что ряды выстраиваются в таблицы и что формообразование тут ни при чем – часто сходства в строении наблюдаются при несходстве путей развития.

Откуда берутся рефрены, мы пока не знаем. Мейен полагал реф-

ренную упорядоченность (он называл ее *типологической упорядоченностью*) одним из основных свойств природы – неживой, живой и социальной. Сходство структур он объяснял не общностью происхождения, а общностью законов формы (не путать с общностью путей формообразования, которой может и не быть) и любил повторять старое изречение противников Геккеля: “Кубы, в которые кристаллизуется поваренная соль, никто не будет рассматривать с точки зрения общего происхождения и никто не станет говорить об их общем происхождении от одного куба”. Добавлю, что разные вещества могут образовывать одинаковые кристаллы, а одно вещество – разные, чем и объясняется феномен простейших химических рефренов.

Самые наглядные примеры упорядоченности дают периодические таблицы. Возможно, что в будущем мы узнаем законы, их определяющие, как узнали в начале XX века закон заполнения электронных уровней, определяющий свойства периодической таблицы Менделеева.

*** Грамматика биологии

Диатропика изучает любые разнообразия, и исходный материал дала Мейену грамматика. Наиболее ясные примеры рефренов она дает в виде правил спряжения и склонения. Очевидно, что слова «бал» и «пол» преобразуются по общему правилу (все падежные окончания совпадают), так что нужно запоминать не каждую падежную форму данного слова, а лишь тот рефрен (тип склонения), к которому оно относится. В книге [*Чайковский*, 1990] в главе 2 приведены грамматический рефрен (падежные окончания), фонетический (совпадение окончаний морфологически далеких слов) и два зоологических (параллелизм внешних обликов воробьиных и повторность форм конечностей, о которой сказано ниже).

К сожалению, в биологии ничего похожего на грамматику пока нет, так что каждую видовую форму и форму каждого органа приходится описывать и заучивать отдельно. А ведь материал явно проявляет регулярность, и Мейен искал аналогии ботаники с грамматикой. Они требуют более сложного, чем принят в данной книге, языка, и я ограничусь таблицей форм листовой пластинки, где рефрен «типы расчленения листа» очевиден (рис. 35). Аналогичен рефрен, в который выстраиваются формы талломов водорослей, где “вместо филогенетического дерева возникает сеть наподобие периодической системы Менделеева” (*Дьяков Ю.Т.* Введение в альгологию и микологию. М., МГУ, 2000, с. 10; там же на с. 11 дана таблица рефре-

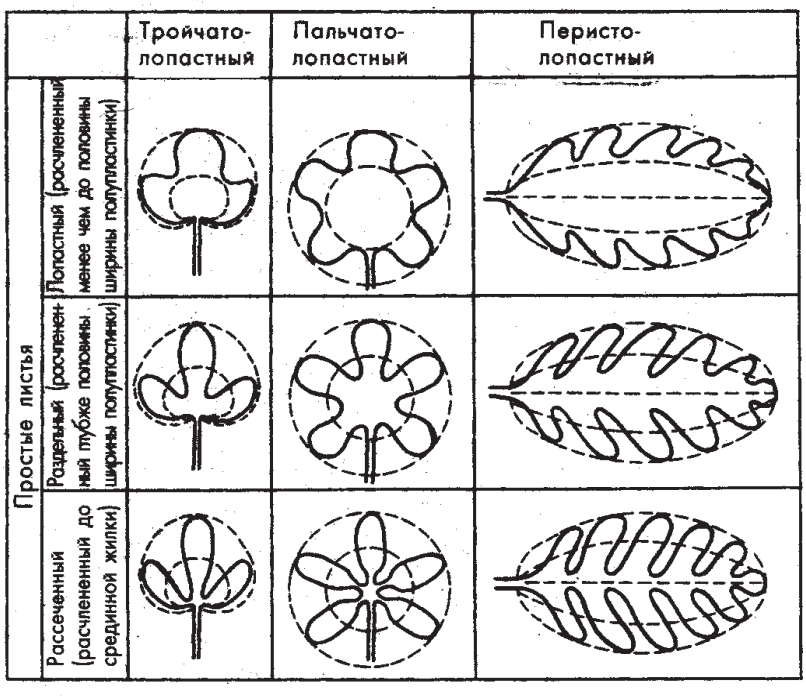


Рис. 35. Рефрен мерона “расчленение листа” (рисунок взят из книги: Яковлев, Челомбитько, 1990)

на для форм и пигментации четырех отделов водорослей, а на с. 12 – для общего рефрена форм актиномицетов и грибов). См. также далее, п. 8-9.

Многие рефрены читатель может, подумав, записать сам. Вот пример из зоологии. Возьмем те же конечности позвоночных: все знают, что плавники есть у рыбы и у кита, что плавники, лапы и крылья могут быть слабо развиты (зачаточны), но мало кто догадывается, насколько глубоки тут параллели. В действительности, во всех пяти главных классах (костные рыбы, амфибии, рептилии, птицы, звери) виден один и тот же рефрен – от полного отсутствия одной или обеих пар конечностей, через зачаток или слабо развитую пару, через полноценный плавник или ласт, лапу и планирующую поверхность – к органу активного полета, крылу. Правда, некоторых вариантов не бывает: нет и никогда не было амфибий с крыльями и птиц без задних конечностей – но в остальном параллелизм удивительно полон (рис. 36).

Он дан упрощенно: так, будто все признаки всегда выражены в полной мере. На самом деле каждую клетку можно заменить целым рядом – от полного выражения до почти полного «размывания» признака. Если таблицу рефрена представить лежащей на столе, то ряд степеней выражения будет выглядеть вертикальным столбиком, стоящим на каждой клетке таблицы. Такой столбик (где два последних вида помещены рядом с первыми тремя) дан на рис. 17 (с. 137). Он показывает “размывание” пальчато-лопастного листового контура; подробнее см. *Чайковский Ю.В.* // МС, 61.)

Для пяти классов получаем 5 параллельных рядов, в которых видно сходство не только отдельных свойств, но их комплексов. Например, киты не имеют брюшных плав-

класс	значения мерона					
	отсутствие или невидимый снаружи зачаток	развита только слабая передняя пара	суставчатые плавники или ласты	орган для		
				полаания	планирующего полета	активного полета
костные рыбы	мурена и др.	китоидка, угри и др.	кистеперые	морской нетопырь	летучие рыбы	клинобрюшка
амфибии	червяга	сирен	нек. ископаемые батрахоморфы	саламандры и др.	яванская лягушка	—
рептилии	змеи и безногие ящерицы	хирот	морские черепахи и др.	черепахи, крокодилы и др.	ногокрыл (ископаемый)	летающие ящеры (ископаемые)
птицы	киви (нет передней пары)	—	пингвины	некоторые виды *	совиный попугай и др.	большинство видов
звери	киты, ламантин, дюгонь (нет задней пары)	киты	ламантин, дюгонь (передние) калан (задние)	кроты, тюлени и др.	шерстокрыл	рукокрылые (летучие мыши и др.)

* Ползание, т.е. передвижение с касанием поверхности брюхом, известно у многих птиц, но только для немногих видов обязательно. Так, очень коротконогие длиннокрылые птицы (стрижи, фрегаты), случайно попав на плоскую поверхность, могут лишь ползти в поисках уступа

Рис. 36. Рефрен мерона “парные конечности” у позвоночных (по [*Чайковский*, 1990]).

ников, и не имеет их маленькая глубоководная рыбка *китовидка* (Cetomimus) – черная, с голой кожей, огромными головой и ртом, с малюсенькими глазками – ну прямо крохотная копия гренландского кита, бороздящего поверхность вод. Назвать это независимыми приспособлениями – значит не сказать ничего, ибо условия жизни тут различны предельно. И придумать пользу от «ручонок» сирена и хирота никто даже не пробовал – слишком очевидно было бы «упражнение красноречия».

При первой публикации (БПС, 1998, N 28) редактор И.Г. Мещерский дал к этому месту важное примечание: "Из пресмыкающихся в семействе сцинков подотряда ящериц имеется значительное количество распространенных в разных частях света форм с недоразвитыми или отсутствующими конечностями – передними, задними, а также теми и другими одновременно". Примечание побудило меня обратиться к разнообразию сцинков – самого обширного (1200 видов) семейства в подотряде ящериц (включающем всего 4 тыс. видов). Выяснилось, что разнообразие сцинков, для класса рептилий огромное, включает в себя черты разнообразий других семейств, в том числе и хиротов, на что и обратил внимание Мещерский. Видовое обилие сцинков позволяет рассмотреть рефренную структуру их разнообразия. Так, разнообразие их конечностей выстраивается в ряд – от полного развития до полного отсутствия:

"У различных сцинковых в гораздо большей мере, чем у других ящериц, выражена тенденция к змееобразному удлинению туловища, сопровождающемуся одновременным уменьшением размеров или даже полным исчезновением конечностей. Этот своеобразный процесс, характерный для многих представителей семейства, лучше всего проследить на примере африкано-мадагаскарского рода Scelotes. У распространенного на острове Маврикий Scelotes bojeri имеются еще вполне развитые обе пары пятипалых конечностей, причем, вытянутые навстречу друг другу с одной стороны тела, они соприкасаются или отчасти даже перекрываются друг другом" (Жизнь животных. Т. 4, ч. 2. М., 1969, с. 261). То есть не используются.

Прерву цитату, чтобы отметить: речь идет о тенденции, ведущей от ящериц к змеям, и "этот своеобразный процесс" своеобразен лишь тем, что не встречается в других семействах ныне живущих ящериц. (С позиции диатропики – потому, что в них мало видов и редкие формы не смогли выявиться.) Зато в семействе сцинков он реализован, пусть и не столь полно, еще как минимум трижды, чем и высвечена рефренная структура. После описания стадий редукции лапок в роде Scelotes (три формы даны на рис. 37, но есть еще вид вообще без лапок), сказано: "В той или иной мере редукция ног выражена также у роющих видов в родах Anguincephalus, Nessia, Rodona и др. Исчезновение конечностей и вытягивание тела почти всегда сопровождается сильным удлинением хвоста, на долю которого приходится иногда почти две трети общей длины животного" (там же).

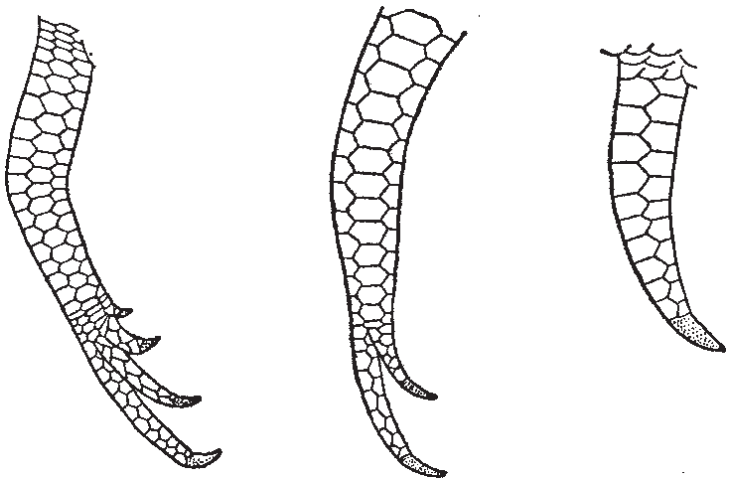


Рис. 37. Стадии редукции задних конечностей у роющих сцинков рода Scelotes (по: Даревский, 1969)

Тенденция очевидна, она в целом явно неадаптивна (встречно направленные лапы, излишне длинный хвост и прочее) и повторна. Поэтому нет оснований верить в то обиходное утверждение, что редукция лап является набором приспособлений к частным ус-

ловиям среды. До тех пор, пока в пользу этой точки зрения не будут приведены какие-то данные, ничуть не менее научной остается точка зрения номогенеза, согласно которой редукция конечностей – тенденция, проявляющаяся во всех классах позвоночных. Те, кто могут к ней приспособиться, уйдя в подходящие зоны обитания, живут, а кто не может, того мы не наблюдаем – например, птиц без задних лап. (Такое объяснение имеет то преимущество, что не аппелирует ни к какому воображаемому приспособлению.) **См. Доп.**

Подобные тенденции, выявленные Мейеном на ботаническом материале, побудили его ввести понятие рефрена: вместо того, чтобы давать каждой различимой стадии преобразования (например, стадии размывания контура листа или редукции лапы) видовое имя, он предлагал давать единое описание преобразования мерона как характеристику таксона. В описанном выше случае с лапами стадии их редукции у разных родов характеризуют семейство.

Этим он продолжал мысль Вавилова: “в законе Вавилова… обращается внимание на повторность отдельных признаков от таксона к таксону, но опущена повторность в правилах преобразования варьирующих признаков”, причем “запомнить порознь все разновидности и относящиеся к ним самостоятельные термины невозможно (это все равно, что запоминать все склонения каждого существительного, не познакомившись с правилами склонения” [*Мейен*, 1978, с. 500-501]. Уточню: вместо “все склонения” надо читать “все падежные формы”, а о падежах иметь в виду, что в языках, где их много, падежи, в отличие от русских, не просто перечисляются, но и упорядочиваются (таковы, например, *сериальные локативы* дагестанских языков). В биологической грамматике нужно как раз упорядочение.

Вот зоологический пример. На приведенном выше рисунке три стадии редукции пятипалой лапы в рамках рода Scelotes (четырехпалая, двупалая и беспалая) даны как S. limpopoensis, S. bipes и S. gronovii, тогда как “биологическая грамматика” предлагает называть их как единый подрод или единый вид. Если все они живут на реке Лимпопо и различаются только числом пальцев, то их можно обозначить как четырехпалую, двупалую и беспалую формы вида S. limpopoensis. Это будет вполне аналогично трем падежам одного существительного. В качестве четвертого “падежа” можно бы добавить безногую форму (S. inornatus), если она сходна с остальными в остальных отношениях. Если же одновременно наблюдается упорядоченное изменение по двум параметрам, то вместо “падежного ряда” надо для описания подрода ввести прямоугольную таблицу вроде тех в грамматике, где строки означают номера склонения, а столбцы – падежи. Чем обильнее видами род, тем меньше в таблице подрода будет пустых клеток.

Рефренная структура фактически использовалась еще до Мейена в определителях, составленных по схеме Балковского (*Балковский Б.Е.* Цифровой политомический ключ для определения растений // БЖ, 1960, N 1; *он же.* Теза, антитеза и и ряд признаков в диагностике растений // БЖ, 1960, N 11). Первым по этой схеме был построен полевой определитель: *Н.А. Бородина и др.* Деревья и кустарники СССР. М., 1966. Пользоваться им просто и удобно: вместо утомительного выбора антитез “по ключу” (когда каждый ваш неверный выбор исключает возможность правильного определения, но вы не узнаёте

этого) здесь надо просто найти у растения нужные признаки (состояния меронов) и записать их цифровые значения, указанные в таблице признаков, а затем найти по полученному шифру нужный вид. Отсутствие или неверный выбор одного признака мало что меняет, поскольку по таблице легко сравнивать близкие шифры.

Пример из Введения к определителю: “Обнаружив, что листья и веточки расположены супротивно, а на ветвях отсутствуют колючки, запишите число 3; светло-бурой глубокопродольно-морщинистой коре соответствует число 3, а молодые побеги, зелено-чернеющие от железистых бородавочек, обозначены числом 8. Добавив двойку, так как листья определяемого кустарника простые, яйцевидные, голые или снизу по жилкам опушенные, получаем набор цифр 3382. Определить, какие были соцветия или цветки, осенью довольно трудно, поэтому переходим к рассмотрению плодов, поставив 2 прочерка вместо цифр, соответствующих цветкам. Плоды определяемого кустарника – 4-лопастные коробочки с семенами, окруженными оранжево-красными мясистыми присемянниками (кровельками); это соответствует индексу 1б. Окончательный шифр 3382—1б соответствует в таблице бересклету бородавчатому”.

Причину удобства поясняет приведенный выше тезис Мейена: “У разных таксонов общие мероны”, в силу которого большая часть ходов в обычном определителе являет собой повторы. Мы вернемся к этому в п. 10-3.

6-4. Наследуется не свойство, а разнообразие свойств

Следующей темой диатропики является **транзитивный полиморфизм**. Понятие введено Мейеном [*Мейен*, 1978, с. 505], но сам феномен описал (никак его не назвав) еще Дарвин. Мы касались его в п. 3-10: гладкокожие персики повторили своим разнообразием всё разнообразие сортов бархатистых персиков, хотя документально известно, что все гладкокожие выведены из одного мутанта, появившегося в культуре бархатистых. Через этот единственный экземпляр разнообразие бархатистых «переехало» к гладкокожим, совершило «транзит». Глядя на эти два ряда сортов, нельзя узнать, какой из гладкокожих сортов был исходным, однако ясно, что он содержал в своей наследственности не только свои качества, но и весь ряд возможных вариаций, т.е. будущее разнообразие, и неважно, какой вариант послужил для «транзита».

Факты транзитивного полиморфизма наводят на мысль, что отбор отдельных свойств, пусть и очень выгодных, невозможен, что квантом селекции вероятно может служить только такое наследуемое приобретение, которое заметно изменяет всю структуру разнообразия рассматриваемой группы.

И транзитивный полиморфизм, и другие законы разнообразия видны в самых различных науках, всем там известны, но воспринимаются с трудом. Поскольку человек сам производит отдельные действия и следит за отдельными объектами, то и эволюцию принято видеть как появление и изменение отдельных свойств у отдельных видов – особенно грешат этим ламаркизм и дарвинизм. Нам трудно усвоить, что природа действует иначе, что *природа оперирует с разнообразиями свойств, взятыми целиком*. Вот пример.

В п. 4-11 упоминался «закон родственной изменчивости» Кренке (это, как теперь видно, частный случай транзитивного полиморфизма), и был приведен пример: ряд персиков и ряд миндалей сходны, но если у персика нормален

мясистый плод, а сухой уродлив, то у миндаля – наоборот. Эволюция близких видов выступает здесь как движение вдоль одного и того же рефрена (спектр возможных свойств плода у персиков и миндалей одинаков), но в разые стороны; увидеть это трудно, поскольку частое в одном таксоне очень редко в другом. Персики и миндали – две нормы на одном рефренном поле. В терминах п.5-13** эволюция на данном поле состоит в смене норм.

*** Транзитивный полиморфизм против "полового отбора"**

Самые яркие и общеизвестные примеры транзитивного полиморфизма касаются бесплодия: свойство организма, ведущее к бесплодию, не передается потомству, и вроде бы интуитивно очевидно, что оно должно встречаться исчезающе редко, с частотой мутаций или еще реже. Однако интуиция нас обманывает: такие свойства вполне обычны. Например, полный гомосексуализм поражает 4% мужчин, и лишь ничтожная часть гомосексуалов размножается путем искусственных приемов, однако эти 4% воспроизводятся в каждом поколении заново. Ненаследуемое свойство передается потомству за счет транзита, и отбор не может этому помешать. Тем меньше может он мешать сохранению "вредных" свойств, носители которых оставляют мало потомства, но все-таки оставляют; а это означает полную неэффективность естественного отбора в его традиционном понимании. Стерилизация и уничтожение душевнобольных в фашистской Германии тоже не дала ничего: прежний процент их установился уже в следующем поколении.

Впечатляют и обратные примеры: так, одна на 10 тыс. женщин рожает легко и сверхбыстро, но это свойство не стало частым, хотя родовая смертность была мощным селективным фактором в ходе всей истории человечества. Отбор и тут оказался бессилен перед транзитом. Поэтому выглядят наивными все идеи, основанные на эволюционном значении различной размножаемости особей одного пола. Такова и идея полового отбора.

В п. 3-3 говорилось, что опыт ее не подтвердил, а теперь мы видим, в чем дело: половая структура популяции воспроизводится целиком путем транзитивного полиморфизма вне связи с размножаемостью разных вариантов. Если выстроить примеры драк самцов в ряд, то станет ясно, что их биологический смысл состоит отнюдь не в том, что драчливые лучше размножаются. Помню, Тимофеев-Ресовский смеясь говорил на одной из своих лекций по эволюции: "Пока два два петуха дерутся, третий топчет кур". Это оказалось довольно общим правилом для многих видов. Так, известный специалист по головоногим К.Н. Несис писал: "Самцы множества животных в брачный период борются из-за самок, и побеждают в этой борьбе, естественно, самые крупные и агрессивные", – но затем начисто разбивал этот свой тезис, ибо вся его заметка (Природа, 2002, N 12) подтверждает тот же вывод на кальмарах и каракатицах: пока крупные самцы дерутся, мелкий оплодотворяет кладку.

Это, добавлю, могло бы вести к измельчанию популяции, если бы не транзитивный полиморфизм. Крупный и мелкий, драчливый и тихий, яркий и невзрачный – все они представлены в разнообразии вариантов, которое воспроизводится независимо от того, кто кого оплодотворит. Биологический смысл борьбы самцов вовсе не сводится к ответу на вопрос "зачем?", он включает и ответы на вопросы "как?" и "почему?". Если вид экологически достаточно прочен, самцы могут драться и вопреки пользе вида. А большинство видов вообще

прекрасно обходится без “полового отбора”, и именно этот факт и наводит на мысль, что такого фактора эволюции в природе не существует.

6-5. Простые примеры применения диатропики

Закономерности, отмечаемые диатропикой, не могут раскрывать существа явлений сами по себе – в силу самой ее природы как грамматики науки. Грамматика – вспомогательный прием анализа текстов, не касающийся их смысла. Это не упрек диатропике, поскольку то же относится к любой процедуре формального анализа текста. Пусть диатропика – лишь грамматика эволюции, а не ее теория, но она весьма полезна при любом эволюционном анализе, помогая обозревать не отдельные удобные факты, а сплошные совокупности фактов.

В п. 5-17 мы видели, что возрождается понимание единства всех животных по Жоффруа. И даже всех организмов. С открытием гомеобокса становится ясно, что это единство не сводится к родству, а это значит, что рефрены приходится считать реальностью, не выводимой ни из общности происхождения, ни из сходства онтогенезов. Это дает первый набросок ответа на трудный старый вопрос о сути феномена сходства (о природе общей гомологии по Оуэну).

Известные мне прежние ответы – грубо материалистический (родство по Геккелю) и грубо идеалистический (реализация общей идеи по Платону), невразумительны и, по-моему, просто выражали веру их авторов. Теперь же очевидно, что ***сходные структуры и функции могут достигаться различными путями в силу сходства соответствующих рефренных таблиц***. Именно это сходство Мейен называл *типологической упорядоченностью природы*. Видеть ли тут платонизм – дело вкуса, но очевидно указание на закон, сходный с периодическим законом Менделеева, что, на мой взгляд, мягче, чем платонизм.

А вот два простых примера того, как полезно само признание феномена разнообразия, даже без обращения к аппарату диатропики.

* Зачем нужна теплокровность?

Биохимик С.Э. Шноль выразил почти общее мнение, написав: «Фактором, определяющим эволюцию в направлении теплокровности, является скорость распространения волны возбуждения по нерву... Скорость реагирования и перемещения змей и ящериц столь явно изменяется с температурой, что более строгие доказательства кажутся излишними… Время, затрачиваемое на переработку сигналов… является критерием в естественном отборе, приводящим к появлению теплокровности» (*Шноль С.Э.* Физико-химические факторы биологической эволюции. М., 1979, с. 214). Верно, доказательства *кажутся* излишними, но на самом деле их явно нехватает. Наблюдения автора тоже верны, но слишком частны для общего вывода. Да, рептилии цепенеют на холоду, но как обстоит дело в целом?

Во-первых, рептилии вполне преуспевают: звери хоть и преобладают, но рептилий не вытесняют; во-вторых, в жарких странах у рептилий со скоростями всё вроде в порядке, но почему-то и там преобладают звери; в-третьих, в скорости ли нервного импульса дело? Многие амфибии, рыбы и моллюски, в отличие от рептилий, сохраняют высокую подвижность при низкой и даже нулевой температуре; в-

---

21 При одинаковой массе тела энерготраты теплокровных в 6-8 раз превышают траты холоднокровных (*Иванов К.П.* // ЖОБ, 1990, N 1). К этому добавлю: наше тело надо и согревать, и охлаждать.

четвертых, согревание тела очень просто физиологически (снижение к.п.д. окислительного фосфорилирования) и, в частности, наблюдается у многих рептилий при насиживании яиц. Оно возможно даже у растений (*Бязров Л.Г.* Терморегуляция у цветков лотоса // БПС, 1997, N 43) – зачем же понадобилась общая перестройка физиологии, приведшая к теплокровности птиц и зверей? Наконец, в-пятых, теплокровные тратят всемеро[21] больше энергии, так что *обязательная* теплокровность предстает тяжким грузом, чем-то вроде рогов ирландского оленя. **См. Доп.**

Словом, обычная точка зрения при проверке разнообразием становится весьма сомнительной. А что советует диатропика? Да очень просто: надо, как уже говорилось, начинать не с вопроса «зачем?», а с вопроса «у кого?». Обязательная теплокровность наблюдается у всех птиц и зверей, и притом только у них, так же как и развитой адаптивный иммунитет. То есть налицо свойство разнообразия животных – теплокровность и ТВ-система жестко связаны. И естественна мысль, что причина появления теплокровности прямо связана с эволюцией иммунитета.

** Зачем нужен иммунитет?

Странный вроде бы вопрос – иммунитет нужен, чтобы побеждать заразу. Однако для борьбы с заразой достаточно, как показывает опыт эволюции, того простого иммунитета, что есть у растений и низших животных. В самом деле, против повседневных инфекций прекрасно работают три механизма: общий для всех «принцип несъедобности» (часто организму бывает достаточно чуть-чуть изменить одну категорию своих макромолекул, чтобы лишить инфицирующий вирус или бактерию способности размножаться в нем), общий для растений синтез ядов и антибиотиков и общий для всех животных *фагоцитоз* (поедание лимфоцитами посторонних клеток) – подробнее см. [*Румянцев*]. Против редких инфекций еще проще: обычно бывает достаточно повысить рождаемость. Зачем же понадобился сложнейший ТВ-иммунитет теплокровных? Притом заразные болезни косят теплокровных не меньше, чем всех прочих, *а вдобавок их косят болезни иммунитета*. Опять анализ разнообразия нарушает привычное объяснение.

«Биологический энциклопедический словарь" (1986) определил иммунитет как «способность организма защищать собственную целостность и биологическую индивидуальность», а противостояние инфекциям назвал «частным проявлением иммунитета». ***Будем так понимать иммунитет и мы***. Однако нужно пояснение. В новых книгах по иммунологии обычно описывается лишь *адаптивный* иммунитет, представленный у теплокровных ТВ-системой, и едва упоминается всеобщий механизм – *конститутивный* (*врожденный*) иммунитет. (О нем см. например: [*Румянцев*]; *Дьяков Ю.Т.* // УСБ, 1996, вып. 3; *Вилкова Н.А., Гусева Н.Н.* Иммунитет растений. М., Колос, 1999.) Он таит не меньшие загадки, чем адаптивный, и борьбу со многими видами заразы эффективнее всего ведет именно он.

Так, врожденный иммунитет к малярии, которым обладают коренные жители тех тропических районов, где она обычна, основан на том, что у них синтезируется модифицированный гемоглобин. Замена всего лишь одной аминокислоты в его молекуле исключает возможность использования такого гемоглобина малярийным плазмодием [*Румянцев,* с. 104]. Ту же роль играют мутации, изменяющие структуру клеточных стенок.

Даже у растений иммунитет достаточно развит: это и конститутивный иммунитет, и элементы адаптивного (но не клеточного) иммунитета. Растения могут распознавать чуже-

родные белки и клетки, синтезировать антибиотики в ответ на инфекцию и убивать ее вместе с собственными зараженными клетками (аналог фагоцитоза, но без фагоцитов). Есть, что удивительно, и иммунные молекулы, синтезируемые на генах высокой вариабельности (*Дьяков Ю.Т., Багирова С.Ф.* Что общего в иммунитете растений и животных? // Природа, 2001, N 11). Самонесовместимость (п. 2) ясно показывает, что иммунитет растений носит индивидуальный характер.

Всем известно, что плодовые деревья размножают прививкой и что иммунная система этому не мешает. Встает вопрос: почему растения допускают срастание тканей разных видов и даже близких родов (например, груши, яблони и рябины), если обладают достаточно сложной иммунной системой? Очевидно, что дело тут не в простоте или сложности, а в различии функций иммунитета у растений и у животных. Именно взгляд на разнообразие заставляет искать роль иммунитета в эволюции.

6-6. Иммунитет и экология клеток

Появление простого иммунитета животных довольно понятно: фагоцитоз принято рассматривать как приспособление древней способности свободных клеток (питание) к новому делу – борьбе с заразой. Просто и согласно с принципом смены функций Дорна (п. 3-6). К тому же у растений, у беспозвоночных и у низших позвоночных имеется гораздо более эффективная система борьбы с заразой, нежели фагоцитоз[22]. Что же касается невообразимо запутанного ТВ-иммунитета теплокровных, то он совершенно загадочен, и никакого объяснения ему (кроме наивной презумпции – у кого сложнее иммунитет, тот лучше боролся с заразой, а потому и больше размножался) в рамках идеи «борьбы с заразой» не предложено. Наоборот, многие считают, что именно изъяны ТВ-иммунитета ведут человечество к гибели [*Иванов, 2004*].

Зачем вдобавок к автономному конститутивному иммунитету возник адаптивный иммунитет, выстраиваемый в каждом поколении заново? А может быть именно его формирование в каждом онтогенезе и нужно? Ответ положителен, и дает его чтение любого нового руководства по эмбриологии: формирование зародыша есть совокупность актов клеточного узнавания.

Интересно, что при изложении эмбриологам оказался удобен как раз термин из иммунологии – *компетентность*. Например: “обратимся к специфичности реагирующих клеток. Способность отвечать специфическим образом на данный стимул называется *компетенцией*” [*Гилберт,* т. 2, с. 62]. Она возникает и утрачивается: например, “об эктодерме гаструлы можно сказать, что она компетентна к восприятию индукционных стимулов. Эта компетенция ... приобретается на стадиях позднего дробления и утрачивается на стадиях поздней гаструлы” [*Гилберт,* т. 3, с. 52]. Иммунолог Джералд Эдельман (США) в 1987 году развил теорию *топобиологии*, под которой понимает «изучение взаимодействий, происходящих на поверхности клеток, осуществляющих регуляцию их жизнедеятельности и зависящих от пространственного расположения» (*Эдельман Дж.* Топобиология // ВМН, 1989, N 7). Топобиология – главный для него теоретический инструмент эмбриологии и иммунологии. Подробнее об этом пойдет речь в п. 8-12, а пока примем, что чем сложнее онтогенез организма, тем сложнее его иммунитет.

Очевидно, назначение иммунитета с самого начала жизни не сводилось к борьбе с

---

22 “Беспозвоночные лишены лимфоцитов и антител, но тем не менее обладают эффективными механизмами защиты” [*Ройт и др.,* с. 278]. Сложность и эффективность врожденного иммунитета рассмотрены в спецвыпуске журнала: CR Biol., 2004, N 3 и в обзоре: *Conner S.D., Schmid S.L.* Regulated portals of entry into the cell // Nature, 2003, v. 422, N 6927.

заразой, а служило для контроля целостности; простой иммунитет способен контролировать только сравнительно простую целостность. Прекрасный пример простого контроля онтогенеза приведен еще в «Номогенезе» Берга: паразитирующие на растениях насекомые откладывают яйца в ткани растений, а те защищаются от паразитов, окружая чужеродное тело оболочкой – *галлом*, причем форма галла вполне специфична для растения; на хвойном это – недоразвитая шишка (рис. 38). В такой реакции растения мы видим сразу акт как иммунной защиты, так и онтогенеза.

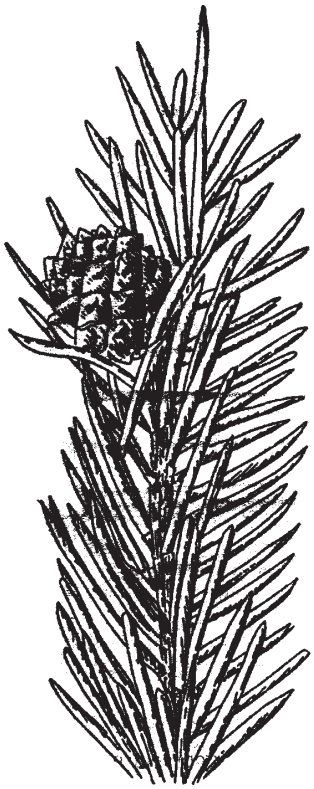


Рис. 38. Галл на сосне принимает форму сосновой шишки (из: Берг, 1922)

Словом, с простым конститутивным иммунитетом нас бы, надо полагать, попросту не было. Точнее, наш тип иммунитета – всего лишь следствие нашего строения, а наше строение – результат нашей эволюционной тенденции. Взгляд на эволюцию иммунитета приводит к мысли, что ***простым иммунитетом обходятся все, кто может, а сложным обзаводятся только те, чей онтогенез иначе невозможен.*** Основателем этой идеи можно считать австралийского иммунолога Бернета. Точнее, Фрэнк Макфарлейн Бернет ввел понятие *иммунологического надзора*, имея в виду теплокровных. Подробнее см. [*Чайковский*, 2003].

Эволюционная иммунология только зарождается, сам процесс становления иммунитета еще почти совсем непонятен, но она уже сейчас полезна тем, что призывает смотреть на эволюцию иммунитета не только с позиции инфекционной, «но скорее как на такой эволюционный процесс, который самым тесным образом связан с эволюцией многоклеточных вообще» (*Галактионов В.Г.* Очерки эволюционной иммунологии. М., 1995, с. 232). И было бы неосмотрительно изучать эволюцию организмов в отрыве от эволюционной иммунологии в ожидании «лучших времен» данной дисциплины – достаточно вспомнить, что генетики взялись объяснять эволюцию за полвека до появления первых признаков понимания устройства генов. Конечно, было наговорено много наивного, но без таких разговоров не было бы и того понимания эволюции, какое мы сейчас имеем.

В.Г. Галактионов через всю книгу провел ту мысль, что в ходе эволюции животных наблюдается тенденция к развитию адаптивного иммунитета – постепенно, начиная с одноклеточных животных, усложняются белки, сходные с иммуноглобулинами, но у беспозвоночных они еще не имеют своего органа; вероятно, иммунитет не сразу стал их основной функцией. Что именно делает при этом всё более усложняющийся иммунитет, Галактионов не сказал. Точнее, он привел лишь одно соображение: с ростом числа клеток организма ему нужен механизм контроля за мутационным процессом. Это верно, но не говорит ничего о различиях в иммунных системах, поскольку у самых крупных организмов (деревья) работает самый простой тип иммунитета.

Более общую мысль видим у Э.Н. Чирковой: иммунологический надзор есть свойство всего живого, возник вместе с жизнью и усложнялся по мере усложнения организмов (*Чиркова Э.Н.* Иммуноспецифичность волновой информации в живом организме. М., 1999). Жаль, что изложение декларативно, и даже та аргументация, какая есть, относится не к организмам, а к одному свойству макромолекул (резонансу при колебаниях); в ключевых пунктах вообще нет аргументации, так что не всюду ясно, какую именно модель автор хотела бы проверять. Но сама мысль о древности иммунитета

высказывается и иммунологами (В.А. Черешнев: “Многие ключевые механизмы иммунитета стары, как сама жизнь” // ВРАН, 2002, N 5). О волновой природе иммунитета тоже пишут многие, например, Зусмановский: “всё больше склоняюсь к мысли, что дело не в механической подгонке форм антиген-антитело (замок-ключ), а в адекватности их частотно-волновых характеристик” (письмо ко мне, июль 2003 г.).

Очевидно, что врожденный иммунитет, наблюдаемый у всех эвкариот, возник раньше адаптивного иммунитета, известного у позвоночных. Недавно он снова привлек общее внимание, и журнал “CR Biologies” посвятил ему целый номер (2004, N 6). Главные для нас выводы таковы: 1) врожденный иммунитет весьма сложен, хотя и много проще адаптивного, 2) он достаточно общ у всех эвкариот, 3) он является первой линией обороны как от бактериальных, так и от вирусных инфекций, 4) у теплокровных он служит основой для запуска ТВ-системы (в частности, именно врожденную систему включает интерферон — лекарство, которое действует только в первые полсуток болезни), 5) он служит для контроля строения организма. Пятый тезис поясню: английский иммунолог Саймон Гордон полагает, что “первичная роль врожденной иммунной системы — саморегуляция.., а защитная вторична” (*Gordon* S. Pathogen recognition or homeostasis? … // CR Biol., 2004, N 6, с.606-607). О ТВ-системе это писали и раньше.

Противопатогенная работа врожденной иммунной системы (как и адаптивной) носит стрессовый характер. Для растений это подчеркивает книга: *Тарчевский И.А.* Сигнальные системы клеток растений. М., Наука, 2002. Слова “иммунитет” в ней нет, зато отмечена общность “сигнальных систем” всех организмов.

В отношении эволюции особо интересна **РНК-интерференция** — недавно открытая у самых разных эвкариот иммунная система, которая борется с горизонтальным переносом генов: “Когда в клетку попадает … опасный для нее ген, система заставляет его замолчать, распознавая и уничтожая кодируемую им РНК и не трогая мРНК других клеток”. А когда чужих генов нет, она переключается на “плановое вычеркивание” генов из генома; “это необходимо для правильного развития организма — образования различных типов клеток” (*Ло Н., Бартел Д.* Геномные цензоры // ВМН, 2003, N 11, с. 31-36).

Сказанное говорит за то, что врожденный иммунитет может быть стражем онтогенеза, но лишь довольно простого. Сложный иммунитет высших животных есть иммунитет растений плюс надстройки, связанные с усложнением строения.

В основе онтогенеза лежит клональный принцип: при половом размножении всякий многоклеточный организм являет собою клон клеток, происшедших из зиготы, а при бесполом – дочерний организм есть попросту продолжение материнского клона; поэтому бесполое размножение называют клонированием. Оказывается, нечто похожее происходит на всех уровнях развития: «За последние годы постепенно выяснилось, что многие структуры зародыша образуются из потомков небольшого числа клеток… Понятие клона возникло в иммунологических исследованиях, в которых было показано, что… одна иммунологически компетентная клетка начинает усиленно пролиферировать (многократно делиться – *Ю.Ч.*), а затем вырабатывает антитела… Позднее было показано, что многие опухоли также развиваются как клоны, происходящие из одной злокачественной клетки. Некоторыми примерами клонального развития может служить формирование зародыша… и происхождение больших участков центральной нервной

системы из определенных (маркированных) клеток раннего зародыша» (*Б. Карлсон.* Основы эмбриологии по Пэттену. М., Мир, 1983, т. 1, с. 35).

Итак, параллель расширяется: и иммуногенез, и весь онтогенез, и его части (особенно – рост нервной и кровеносной систем), и канцерогенез – всё можно представить на рисунке в форме «ветвящегося древа». В той же форме обычно представляют и эволюцию таксона, только исходная точка в ней означает не родительскую клетку, а родительский вид. Не поискать ли у них у всех общую закономерность? Для описания и понимания клональных процессов предложен изящный математический аппарат – теория *фрактального роста*, суть которой мы рассмотрим тоже в п. 7.

Датский иммунолог Нильс Ерне предложил в 1974 году *сетевую теорию иммунитета*, согласно которой иммунная система млекопитающего являет собой не просто набор клонов, а единый самоподдерживающийся механизм, в котором каждый клон вплетен в единую сеть. Вплетен как «снизу» (каждая клонообразующая клетка отличается от остальных одним иммуноглобулином, а он получен, как упоминалось в п. 5-8, перетасовкой набора генов, общего для всех иммуноглобулинов организма), так и «сверху»: едва численность клона становится высока, он сам подвергается атаке иммунной системы. Здесь нет иерархии (последовательного подчинения), а есть именно сеть – всякого кто-то ест.

Эволюция любого монофилетического[23] таксона тоже была бы единым клональным процессом, если бы ее не нарушали акты оплодотворения – при них идет обратный процесс: соединение двух клеток в одну.

Всё это (иммунитет, онтогенез и эволюция) похоже на экосистему, и естественно, что тут развернулись те же споры о роли борьбы и взаимопомощи. Тем самым, к нашей коллекции параллелей добавляется параллель физиологии с экологией – та самая, о которой говорилось в п. 1. Коснемся тех ее моментов, которые прямо относятся к эволюции.

В 1988 году в Новосибирске вышел сборник [Проблемы...], где напомнены старые и поставлены новые вопросы. Основная их часть вращается вокруг загадки: зачем теплокровному организму столь сложный и ему самому опасный механизм, готовый в любой момент «съесть поедом» и себя, и хозяина? Ответ новосибирские иммунологи дали по-разному. Например, Г.З. Шубинский вспомнил Ерне и других классиков иммунологии, считавших иммунитет основным инструментом, регулирующим онтогенез и поддерживающим целостность организма.

В.А. Козлов решил, что организму выгодно держать некоторые свои ткани на грани канцерогенеза, чтобы пользоваться продуктами их почти безудержного синтеза – среди них много полезных организму веществ. Только теплокровные могут позволить себе такую роскошь (остальные организмы вынуждены искать подобные вещества в мире микроорганизмов), но то и дело расплачиваются за нее раком – если иммунная система не удержала эти очень активные ткани под контролем.

Можно сказать, что иммунитет ведет себя тут как фермер, пасущий стадо быков, готовых, если он зазевается, растоптать и его, и всю родню; зато ферма всегда имеет и мясо, и шкуры, и много прочего. Организм трактуется у Козлова экологически, как сообщество.

---

23 *Монофилия* — происхождение от единого общего предка. Таксон монофилетичен, если все его подтаксоны имеют одного и того же предка.

О.К. Баранов обратил внимание на сходство организации иммунной и нервной систем и допустил, что сперва произошли просто чувствительные клетки, а из них — клетки нервной и иммунной систем. Он спрашивал, «не использует ли нервная система молекулярно-генетические структуры и механизмы, подобные установленным у иммунной системы?» [Проблемы...]. Добавлю: в самом деле, у всех млекопитающих мы видим вполне развитой иммунитет, тогда как мозг достиг наибольшего развития лишь в последнюю очередь — у человека. Зная, что иммунная система хорошо обучается и генетически запоминает найденное, вполне можно допустить, что в ходе антропогенеза мозгу было чему и нее поучиться.

* Иммунитет, мышление и эволюция

Пожалуй самое сложное, что произвела эволюция — человеческий мозг. Он является генетическим парадоксом — устроен в соответствии с наследственной программой (наследуются даже черты характера), но не может быть задан ею, ибо генов в миллионы раз меньше, чем связей клеток в мозгу. Однако ведь точно так же устроена и ТВ-система, а всякая параллель — пища для диатропики.

Генетик Сусуму Оно обращал внимание: “Каков был механизм, снабдивший геном *Homo* системой, в которой не было непосредственной необходимости, но которая возникла как бы в предвидении будущих потребностей? ... у позвоночных известна такая система. Речь идет об иммунной системе, дающей специфичные ответы на огромное количество антигенов, включая и искусственные, созданные в пробирке” (*Оно С.* Генетические механизмы прогрессивной эволюции. М., Мир, 1973, с. 219). Иммунолог Нильс Ерне в своей нобелевской лекции (1984 г.) провел параллель дальше: иммунитет — аналог рассудочной деятельности, и в основе обоих лежит *порождающая грамматика*. Не знаю, двигался ли кто-нибудь дальше в этом направлении, и могу лишь сделать следующие замечания.

1) Редактирование РНК (п. 5-6) относится к тому же кругу явлений.

2) Видеть грамматику (в т.ч. порождающую грамматику Хомского) как основу мышления, значит игнорировать главное в мышлении: свободу воли. Иммуногенез и онтогенез можно рассматривать как аналоги мышления, но без свободы воли. В обоих на основе малого числа генов возникает огромное разнообразие структуры, и очевидно, что в обоих действует некое формирующее начало, причем наследуется именно оно, а не сами структуры. Мы узнаем про это начало в п. 7.

3) Процесс эволюции выглядит скорее как обладающий свободой воли (так, у Бергсона эволюционное новшество подобно изобретению), т.е. более сходный с мышлением. Дарвинизм утверждает случайный характер эволюции, но это лишь способ невнятно говорить о том же. Подробнее см. [*Чайковский*, 2001, с. 219].

4) Видимо, нужные ткани на нужном месте делает биополе: ведь сами по себе стволовые клетки, дающие начало тканям, могут развиться во что угодно. А иммунитет делает онтогенез видоспецифическим и индивидуальным.

Если Козлов прав, что иммунитет теплокровных поддерживает организм на грани канцерогенеза, то аналогичная грань должно наблюдаться и в мозге.

Она довольно очевидна: безумие. Итальянский статистик Чезаре Ломброзо написал 120 лет назад книгу «Гениальность и помешательство». Да, эти черты связаны: за способность к творчеству человечество платит постоянную дань: самые способные пребывают в околокритическом режиме, они то и дело срываются

в безумие. В сущности, сама эволюция состоит из ряда переходов через эту грань[24]: живое, едва возникнув, стало безудержно (можно сказать – по Мальтусу) размножаться, и затем всякое новое ее достижение знаменовалось таким разрастанием. Каждое из них так или иначе доходило до своей грани и либо гибло, либо вписывалось в свою систему, задававшую всем компонентам определенные границы. Границы задаются тоже иммунной системой.

Все организмы, начиная с бактерий, умеют ограничивать собственную численность. У бактерий это – *кворум-чувствительность*, достигаемая посредством системы синтеза *бактерицинов*, причем данная система проявляет некоторые черты иммунной (*Котельникова Е.А., Гельфанд М.С.* Выработка бактерицинов … // ЭГ, 758). Высшие организмы регулируют свою численность многими способами, вплоть до пропуска сезонов размножения и рассасывания беременности. Мальтус этого не мог знать, а нынешние мальтузианцы (дарвинисты) не хотят видеть.

Вероятно, тот околокритический режим, в котором иммунная система теплокровных умеет держать организм, управляет онтогенезом нервной системы и делает возможным высшее развитие мозга. Мозг поэтому тоже оказывается в околокритическом режиме. Сумеет ли вид, владеющий этим эволюционным достижением, вписаться в свою систему (биосферу) или погибнет – либо подобно стае саранчи (по Воейкову), либо подобно безумцу (по Ломброзо), либо подобно ампутированному органу (по Лавлоку), покажет время. Мы вернемся к этому вопросу в части 4.

6-7. Уровни развития и фракталы живого

Нам же пора отметить общую закономерность: в ходе эволюции, в разных ветвях живого, вновь и вновь происходят сходные процессы и образуются сходные **уровни развития**. Например, у растений, грибов и животных независимо развился почти одинаковый аппарат клеточного деления; затем у первично- и вторичноротых независимо развились многие одинаковые механизмы (так, очень сходны глаза позвоночных, головоногих и некоторых пауков); сходны иммунитеты птиц и зверей, сходны психика зверей и головоногих и многое другое. Всё это говорит о том, что ***основные свойства организмов определяются не столько их родословными, сколько тем уровнем, до которого они дошли*** – не так уж важно, каким путем. Это значит, что заданное Геккелем понимание эволюционизма как выяснения родословных не слишком интересно. Куда интереснее, по-моему, понять механизмы эволюции – тем более, что механизмами можно будет воспользоваться для спасения природы, о чем пойдет речь в главе 11.

Сходство сложного уникального комплекса свойств принято объяснять как унаследованное от общего предка, но общим предком зверей и птиц были рептилии, не имевшие ни теплокровности, ни ТВ-системы. Что это за механизм, передающий не свойства, а способность развить свойства?

Взгляните на рис. 39. Что на нем изображено? Превращение вида в род, рода в семейство или семейства в отряд? А может быть, дифференцировка клеток зародыша? Или размножение клона иммунных клеток?

На самом деле схема взята из «Происхождения видов» и символизирует

[24] Оренбургский социолог и эволюционист В.С. Жданов (о нем см. [*Чайковский,* 1993]) убежден, что эволюция на самых разных уровнях (геосфера, биосфера, общество, вид, особь и, особенно, сознание индивида) во всех своих существенных чертах определяется такими переходами через грань устойчивости. Этот переход он именует словом *«опрокид»*.

расхождение признаков в ходе борьбы за существование; но, не зная масштаба, понять это невозможно. И недаром многие читатели Дарвина воспринимали ее как иллюстрацию дивергентной (расходящейся) эволюции вообще. Такая эволюция мыслится самоподобной, т.е. одинаковой на всех масштабах – для рас, видов, родов и т.д. В математике самоподобные (масштабноинвариантные) структуры описывают фракталами.

Если не гнаться за строгостью, то **фрактал** – это нелинейная (не описываемая никаким линейным уравнением) структура, у которой каждая часть устроена в каком-то смысле так же, как вся структура. (Самоподобные линейные структуры – прямая и плоскость – неинтересны.) Фрактальность нашего мира отметил 300 лет назад Лейбниц: он писал образно, что «всякую часть материи можно представить наподобие сада, полного растений, и пруда, полного рыб. Но каждая ветвь растения, каждый член животного, каждая капля его соков есть опять такой же сад или такой же пруд».

На рис. 39 “фрактал” получен путем последовательных ветвлений, но фракталы можно получать и иначе – и путем разрывов, и путем изломов (*fractus* по-латыни – сломанный, разбитый). Простой пример ломанного фрактала – береговая линия на карте: так, глядя на береговую линию норвежского или таймырского фьорда, нельзя сказать, каков масштаб карты (по другим элементам карты это сделать можно). Если выбрать маленький фрагмент береговой линии и «рассмотреть его в лупу» (т.е. на более подробной карте), то берег будет выглядеть точно

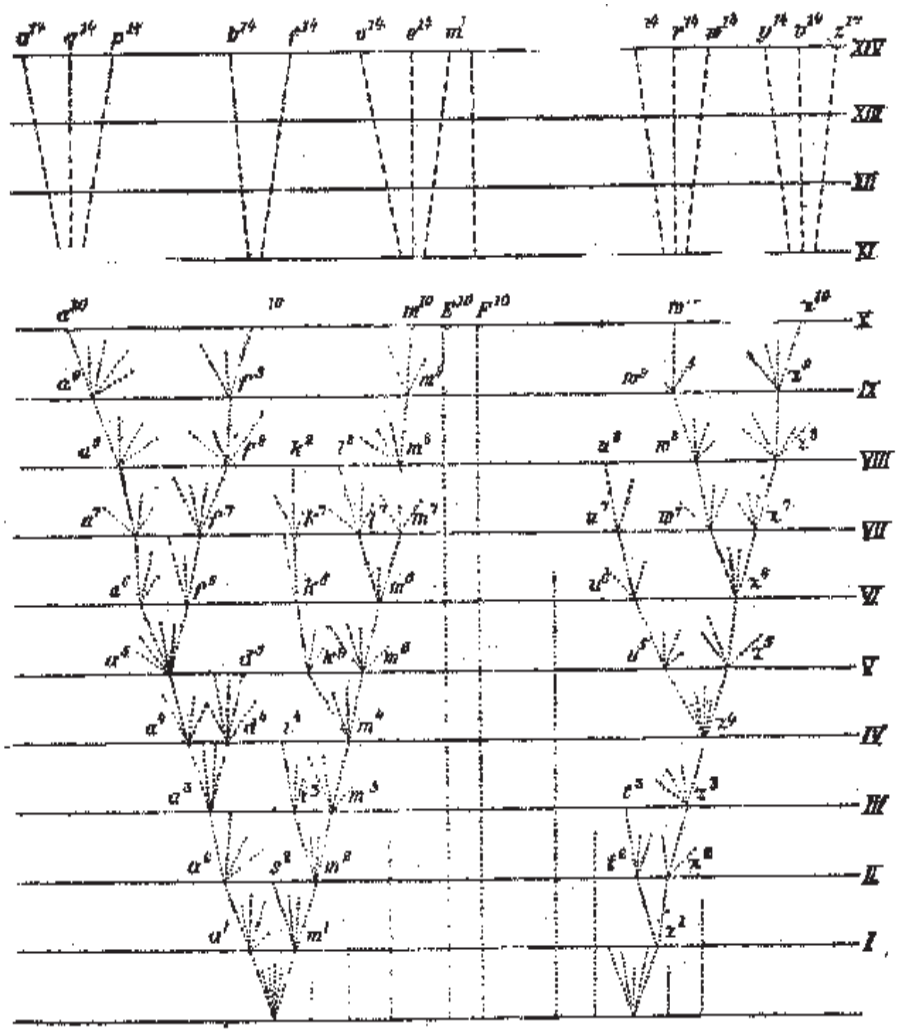


Рис. 39. Схема ветвящегося процесса имеет форму древа независимо от природы процесса. Дарвин иллюстрировал ею расообразование

так же (в форме столь же ломаной линии), причем подобную операцию можно последовательно проводить много раз. Этот пример удобен, чтобы увидеть основное свойство фракталов: *дробную размерность*.

Обычно мы имеем дело с целыми размерностями (у точки – ноль, у линии – единица, у поверхности – двойка, у объемного тела – тройка, у процесса роста тела во времени – четверка и т.д.), и вот оказывается, что фрактальные размерности заполняют промежутки между ними.

Так, если вписывать в обычную кривую (например, в окружность) многоугольники (например, квадрат, 8-угольник, 16-угольник и т.д.), то суммарная длина сторон многоугольника с ростом числа его сторон растет, но стремится к конечному пределу – длине кривой. Если же изображать ломаной линией береговую линию, то окажется иное: длина ломаной растет с детализацией карты беспредельно. Если счесть (в идеальной модели!) процесс детализации бесконечным, то длина ломаной (одномерная величина) тоже будет бесконечной, хотя площадь карты (двумерная величина) конечна; этот факт удобно описать так: кривая имеет размерность больше единицы, но меньше двух. Это и есть дробная размерность.

Много разных фракталов можно указать в организме: глядя на ветвящиеся бронхи в легком или на сплетение кровеносных сосудов (рис. 40), тоже нельзя сказать, каков масштаб рисунка. Правда, на практике всякое увеличение и уменьшение масштаба имеет предел: глядя на капилляр в микроскоп, увидишь не еще меньшие сосуды, а стенку сосуда; и наоборот – неограниченное увеличение численности, т.е. рост фрактала-древа, на практике ведет клон к гибели. Однако в теории, как всегда, удобнее иметь дело с абстракцией – считать процесс уменьшения или увеличения бесконечным. Только тогда для фракталов можно выводить формулы, в частности – вычислять их размерности.

Дробная размерность позволяет фракталу служить связью структур несоизмеримых. Так, тело наше трехмерно, а пронизывающие его капилляры можно считать одномерными нитями. Как подвести кровь к каждой клетке трехмерного тела посредством одномерных нитей? С помощью фрактальной сети сосудов, имеющей размерность между двумя и тремя. Можно сказать более общо: процесс заполнения пространства линиями (фрактальный рост) дает природе возможность устанавливать связи между пространствами разных размерностей. В частности – между физиологическими, морфологическими и экологическими процессами. А это значит, что будущая теория эволюции неизбежно окажется теорией преобразования фракталов.

В системе кровеносных сосудов можно видеть и сращение двух ветвящихся фракталов (артериального и венозного), и новый тип фрактала – *сеть*, где важны не ветвление, не изломы и не разрывы, а переплетения. Это особенно интересно тем, что допускает аналогию и с мозгом, и с экосистемой, и с иммунитетом по Ерне. Тоже поле для диатропики.

Поскольку для наследования каждого ветвления явно не хватит генов, то ясно, что ***наследоваться может лишь само фракталообразующее правило*** (возможно, содержащее в себе какой-то элемент случайности). То самое формообразующее начало, которое было обещано в п. 5.

Оно похоже на что-то знакомое. Помните? В п. 4 шла речь про транзитив-

ный полиморфизм (странное наследование – не свойств и не признаков, а их разнообразия). Так вот, наследование фракталообразующего правила и есть, по всей видимости, механизм передачи разнообразия. А в п. 5-18** шла речь о странном свойстве морозных узоров – давать крупные рисунки там, где не видно никакого макроскопического правила. Теперь его можно назвать: это правило роста фрактала; начавшись по данному правилу, рисунок будет продолжаться в соответствии с ним.

О фракталах см. *Шредер М.А.* Фракталы, хаос, степенные законы. М. - Ижевск, 2001. Литературу см. также [*Чайковский*, 1993, с. 111-114; 2001, с. 122-130]. Советую полистать любую иллюстрированную книгу про фракталы (например: *Пайтген Х.-О.*, *Рихтер П.Х.* Красота фракталов. М., Мир, 1993) и убедиться, что простым правилом фракталообразования можно задавать изумительно сложные фигуры и тела, а совсем простым изменением такого правила – кардинально их изменять. То есть ***эволюция предстает как совокупность актов смены фракталообразующих правил***.

Возможность рождать целые миры заменой одного параметра наводит на мысль, что в вечном споре о природе математической истины правы сторонники Платона, для которых эта истина существует вне нашего материального мира ("Да пропади вся Вселенная, а теорема Пифагора останется верна" – любил повторять Шрейдер). Если в математике роль познающего ума обычно столь велика, что можно допустить (а можно и не допускать) появление истин именно в нем, то в преобразовании фрактальных картин ум практически не участвует (их рисует компьютерная программа, автор которой ничего не знал ни об одной из них, а их бесконечное множество), тогда как сами картины сложны и красивы весьма. Единственной рациональной позицией видится мне та, что эти картины существуют и всегда существовали вне нас, а мы только сейчас научились их читать. Точно так же, как сами по себе существуют таблица Менделеева (которую мы лишь дописываем, создавая трансурановые элементы) и рефренные таблицы Мейена. Даже те, кто яростно протестует против этой позиции, ничего не могут предложить ей взамен.

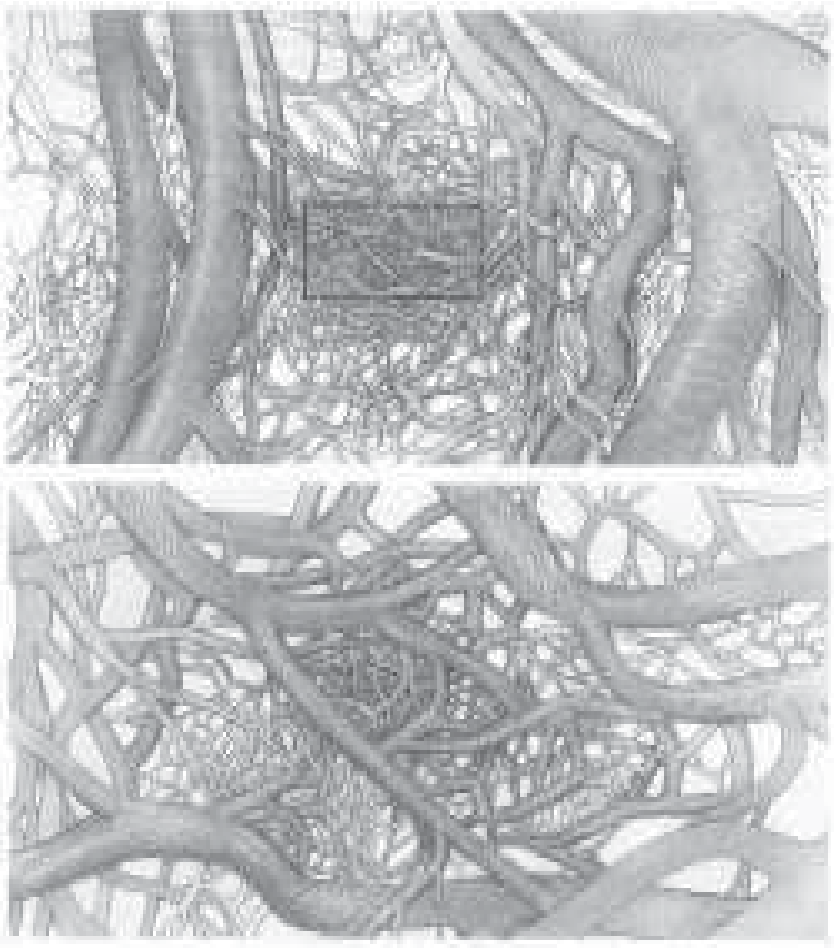


Рис. 40. Сеть кровеносных сосудов тоже имеет форму, не зависящую от масштаба: вырезав из рисунка фрагмент и увеличив его, получим такую же картину (по: Голдбергер и др., 1990)

Фрактальные структуры обнаружены в устройстве генома, и будущая теория онтогенеза включит в себя, смею предсказать, теорию фракталов. На мысль о фрактале наводит и названная в п. 1 многоуровневость коэволюции.

Кроме фракталов-структур, которые существуют в пространстве и лишь разворачиваются во времени, есть *частотные* фракталы, существующие только во времени. Они выражаются в подобии больших интервалов времени малым (пример см. в п. 12). О частотных фракталах в эволюции см. (*Gisiger T.* // BR, 2001, N 2, с. 167). Основная черта каждого из них – отсутствие какой-либо собственной характерной частоты. Если все возможные частоты реализуются равномерно, то налицо "белый шум" (полный хаос) , но если редкие частоты преобладают, то ищи временной фрактал. Это понадобится нам при анализе массовых вымираний (гл. 9).

Авторы АЕ видят в частотных фракталах общую базу теории эволюции, в том числе биологической, и показывают это, вычисляя моменты появления крупных таксонов; они хорошо совпадают с данными реальной эволюции (АЕ, 295-317), но это неудивительно, так как уравнение содержит 4 произвольно задаваемых параметра. Единственное, что видится мне у них серьезным предсказанием, это утверждение, что расхождение путей эволюции людей и человекообразных обезьян произошло 10,5 млн лет назад (АЕ, 329). Ископаемых свидетельств данного этапа развития приматов до сих пор нет.

Там же названа (АЕ, 327) также теория физика Диого Куэйрос-Конде (Париж): "Согласно этому автору, эволюция видов не только прерывиста (punctuйe) и фрактальна, но и могла быть основой необозримой турбулентности, содержащей случайную часть и когерентные структуры, турбулентности, которая связана с незначительными флуктуациями живого 3,5 миллиарда лет назад в недрах почти однородной биосферы и которая породила, согласно принципу сохранения потока энтропии, сложные организмы, населяющие нашу планету". (Подробнее см.: *Queiros-Conde D.* Principe de conservation du flux de l'entropie pour l'йvolution des espices // CR, Sйr. II, 2000, t. 330, N 6). К сожалению, изложение этой теории выходит за рамки моих возможностей. О случайности см. п. 5-18.

Если рассматривать эволюцию организмов как перестройку их онтогенезов, фракталы открывают необозримое поле эволюционных исследований. Теперь можно, наконец, выразить то общее, что есть у эволюционных, экологических и организменных структур, в том числе мозга и иммунной системы: их формирование – некое подобие фрактального роста, их результат в целом закономерен, но в деталях не предопределен. Рассчитывать подобные структуры мы еще не умеем (а возможно и никогда не сумеем), но польза от них очевидна немалая: они уже сейчас помогают нам увидеть одну из сквозных закономерностей развития живого мира, которой мы воспользуемся в части 3.

6-8. Сквозная закономерность эволюции

Воейков (см. п. 6) отметил неудержимый рост всякого молодого клона и решил, что это – необходимый этап (его можно назвать мальтузианским) всякого развития, от молекул до биоценозов. Этот этап удобно изображать в форме ветвящегося фрактального фрагмента. Следующим непременным этапом (его можно назвать антимальтузианским) должно быть ограничение или даже прекращение роста клона (фрактального фрагмента); если развитие на этом не закончено, то настает третий этап: из какой-то части прежнего фрагмента начинает расти новый фрактальный фрагмент – и так до завершения развития (формирования организма или коллектива).

Почти каждый фрактальный фрагмент строится и соединяется с другими при содействии некоторого элемента случайности, но не может быть назван чисто случайным и встраивается в единую структуру, тоже в целом неслучайную. Элемент случайности на всех уровнях весьма существен. Желающему могу порекомендовать статьи: *Голдбергер Э.И. и др.* Хаос и фракталы в физиологии человека // ВМН, 1990, N 4 (откуда, кстати, взят рис. 40) и *Чайковский Ю.В.* Ступени случайности и эволюция // ВФ, 1996, N 9.

Итак, всякое развитие можно рассматривать как многокомпонентный фрактальный рост, а результат развития – как многокомпонентную многофрактальную структуру. Эволюция, понимаемая таким образом, выступает не как совокупность отдельных приспособлений видов к своим средам, а как *единый системогенез* (приспособление целого к самому себе). Примерно так приспособливается сама к себе сложная мысль, когда из смутной становится ясной, и эта аналогия не мною придумана: еще Бергсон говорил, что эволюция – это творчество. Важно, что такое творчество в основном состоит в своеобразной сборке мозаики из заданных фрагментов: в результате каждой совокупности фрактальных ростов рождается не что попало, а один из ограниченного числа блоков (морфологических или функциональных).

Единый блочный системогенез и есть сквозная закономерность эволюции.

Каждый блок создан системой фрактальных ростов и потому сам является переплетением фрактальных фрагментов. Блоки тоже проникают друг в друга и тем реализуют связь всего со всем. Это особенно хорошо видно в явлениях, которые демонстрирует восточная медицина — например, иглоукалывание, когда укол в точно определенное место ушной раковины помогает исцелить определенную полостную болезнь. Совокупность таких фактов позволила группе московских биофизиков говорить о наличии у человека системы *автодиагностики*, которая собирает и обрабатывает сведения органов и “ставит диагноз”; так что точечная терапия выступает как коррекция данной системы (*Чернавский Д.С., Карп В.П., Родштат И.В.* Биофизическая концепция аутодиагностической системы человека // Биофизика, 2004, N 4).

Элементарным актом системной эволюции является наследственная смена нормы. Ее нередко описывают как смену адаптивных компромиссов (п. 5-13**). А.В. Марков недавно (2003) назвал адаптивный компромисс более удачно — **регуляторным компромиссом**. По Маркову, сложность организма “ведет к развитию внутренних регуляторных связей — т.е. активность генов и функциональных белков будет регулироваться какими-то внутренними факторами, а не напрямую внешними стимулами” (цит. по [*Гринченко*, с. 110]). Это соображение дает нам основание привлечь конкретный аппарат теории систем.

Очень многие системы обладают тем свойством, что параметры, задающие их поведение, можно разделить на *управляемые* (она их “держит в норме”) и *управляющие* (она их изменяет с целью нормализации управляемых). Так, температура в термостате постоянна за счет скачков тока в нагревателе. Системолог В.Н. Новосельцев в 1973 году показал, что если параллельных связей в системе много (обычно: 5 и более), то в устойчивом состоянии ее параметры равноправны — управляющие изменяются столь же мало, сколь и управляемые. (Таков термостат с подвижной теплоизоляцией и грубым и

точным нагревателями и охладителями, т.е. 5 регуляторов.) Состояние равноправия параметров и есть здесь **норма** системы. При смене среды управляемые сохраняются за счет смены состояний управляющих (акт эволюции). Если число последних уменьшить, их значения начнут прыгать, чтобы сохранить первые "в норме" (хотя это уже не столько норма системы, сколько ее патология). См. [*Чайковский,* 1990, с. 129].

С такой позиции легко понять, почему в бедной связями экосистеме изменчивость растет (хотя жить там легче): "Если... контроль организации становится односторонним, не исключено, что популяция сможет войти в процесс инадаптивного преобразования" [*Расницын*, с. 20]. Если так, то акт эволюции как смены норм происходит не "под давлением отбора" и не в ходе приспособления, а при снятии **давления нормы**, когда открывается возможность для действия внутренних законов развития (жизненного порыва по Бергсону и т.л.).

В данных рамках можно увидеть, что *приспособительный характер эволюции* выступает не основным принципом эволюции (как полагет дарвинизм), а лишь одной, пусть необходимой и самой заметной, ее чертой. Далее, приспособление состоит не просто в подстройке организма к среде (ибо он может жить в разных средах, да и среда может меняться гораздо быстрее, чем идет эволюция вида), а в подстройке организма к среде и самому себе, к своему «внутреннему импульсу» (см. п. 2), т.е. в *обобщенной адаптивности* [*Гринченко*, с. 23-24]. "К самому себе" значит: включая тенденции своего таксона. Наконец, сами тенденции состоят в *направленном* движении вдоль некоторого рефрена и могут не быть адаптивными даже в обобщенном смысле.

Например, утеря змеями конечностей выглядит теперь приспособлением вовсе не к ползанию как освоению какой-то заранее выгодной экологической ниши, а к своей, увы, безрадостной тенденции — непомерному росту числа позвонков. Отбор ничего с нею сделать не может. Она образует небольшой рефрен (у рыб, амфибий и рептилий) и оставляет ее обладателям всего одну возможность двигаться — извиваясь. К ней они приспособились, избавясь от бесполезных (при столь длинном теле) конечностей. Это коэволюция в рамках одного организма. О таких тенденциях будет речь в части 3, а здесь надо сказать о коэволюции организмов.

* Коэволюция, норма и рост изменчивости

Коэволюция хищников и жертв обладает удивительной чертой: множество хищников как целое поедает множество жертв как целое, будто бы не замечая, обладают ли жертвы защитой или нет. Так, многообразие насекомоядных птиц, рассмотренное как целое, поедает насекомых каждого вида пропорционально встречаемости вида, независимо от его окраски, ядовитости и прочего. Для каждого типа защиты есть хищник, умеющий ее преодолевать, и он-то насекомых с данной защитой поедает вовсю (например, волосатых гусениц поедает, в основном, обыкновенная кукушка). Защита может быть вполне эффективна в том плане, что большинство хищников избегает ловить данную жертву, но бессмысленна в том смысле, что жертва выедается в той же мере, что и другие. Все защищены примерно в равной мере, и в этом состоит *здесь* норма [*Чайковский,* 1990, с. 132-134]. Теперь добавлю: варианты изменчивости системы задаются рефренной структурой ее блоков, а вовсе не типом воздействий на нее.

Для знакомых с *теорией игр* замечу, что равномерность защиты можно трактовать как оптимальность стратегии (в данном примере — оптимальность стратегии множества

насекомых в игре против множества насекомоядных птиц).

6-9. Горизонтальный перенос и генетическое единство природы

При выяснении общих путей передачи информации удобно пользоваться терминами **вертикальный перенос** (передача наследственной информации потомкам) и **горизонтальный перенос** (передача ее особям того же поколения). Открытие горизонтального переноса в корне изменило всю эволюционную проблематику: во-первых, информация может, оказывается, распространяться гораздо быстрее, чем идет размножение, а во-вторых, она может передаваться между различными таксонами. Вся биосфера выступает как единый эволюирующий объект не только в том общеизвестном смысле, что ***всё со всем связано экологически***, но и в новом смысле: в принципе ***всё со всем может быть связано генетически***. И связь эта носит подчас характер сплошного взаимопроникновения, как прорастают друг в друга за счет фрактального роста некоторые морфологические объекты.

Первой в 1967 году воспользовалась идеей генетического единства очень таксономически далеких организмов цитолог Линн Маргелис (США), заявившая, что клетка, имеющая ядро, произошла путем наследственного симбиоза меньших (бактериальных) клеток. Это была новая модификация идеи симбиогенеза (о нем мы говорили в п. 3-13*). Вскоре многие стали писать, что и само царство бактерий являет собой единое эволюционное целое. В 1971 году американский ботаник Э. Вент предложил объяснять вирусной передачей признаков факты *географического параллелизма* (сходства неродственных организмов данной области), а в 1972 году владивостокский палеоботаник В.А. Красилов предложил то же объяснение для происхождения цветковых растений, поскольку находил разные признаки первых цветковых у разных голосеменных предшествующего времени.

В отношении бактерий такая передача была известна: они действительно могут обмениваться фрагментами ДНК и передавать их высшим организмам. В остальном же такие попытки были чисто умозрительными и могли претендовать на широкое внимание лишь там, где общество чувствовало потребность в новой теории. В главе 7 мы увидим, насколько нужны такие новые теории, если мы хотим понять, как в прошлом шла эволюция, но это отнюдь не значит, что можно верить чему угодно.

Маргелис оказалась удачливее Красилова: ее теория лет через 15 вошла в учебники, а идею Красилова в шутку назвали «порождением цветковых через свальный грех» (на Руси свальным грехом именовали коллективные соития) и не признают поныне, указывая на ее противоречия. (Одно из них очевидно: почему «свальный грех» затронул только цветок и плод, тогда как листья и пыльца эволюировали обычным путем?) Значит ли это, что Маргелис права, а Красилов нет? Отнюдь. Пройдет время, и все вдруг вспомнят, что она никак не объяснила главного – происхождения клеточного ядра, а в нем – компактных хромосом. Не объяснено это и поныне (существуют только параллели отдельных свойств ядра с отдельными свойствами бактерий и вирусов). А у Красилова, наоборот, могут вдруг перестать видеть противоречия. Не станем гадать о будущем, а займемся тем, что уже состоялось. Саму же концепцию симбиогенеза разберем в п. 8-6*.

Мы уверенно можем включить горизонтальный перенос в число факторов эволюции и даже назвать основной его механизм – это перемещение транспозонов (п. 5-6) между организмами. Однако не стоит видеть в горизонтальном переносе панацею эволюции. Как верно заметил научный писатель Карл Циммер, размышляя об эволюции глаза, “заимствованные гены не могут помочь в объяснении никакого развития – даже

глаза" (*Zimmer C.* The evolutionary front. Cristal balls // Natural History (USA). 2002, N 4). В самом деле, как сказано в п. 5-13, полезные фрагменты надо сделать, куда-то направить, соединить в систему и заставить новую систему, новую целостность работать. То есть горизонтальный перенос не работает без фактора (или факторов), обеспечивающих целостность.

Сейчас Запад начал осмысливать эволюцию с учетом горизонтального переноса, но не надо забывать, что это с 1976 года делал киевский генетик В.А. Кордюм. Он положил горизонтальный перенос в основу схемы эволюции: «Развитие генетической инженерии продемонстрировало фактически неограниченные возможности объединения фрагментов любых геномов [...] Казалось, что такой путь in vivo вряд ли возможен. И тем не менее в лаборатории Коэна безупречно корректными опытами показали, что... генетическая инженерия в клетках не только возможна, но и осуществляется с относительно высокой вероятностью, измеряемой тысячными долями процента» (*В.А. Кордюм.* Эволюция и биосфера. Киев, 1982, с. 94-95). Тем самым, изменчивость случайна, но не беспорядочна: ***с частотой, близкой к частоте мутаций, происходит обмен генными фрагментами***[25], комбинации которых и служат объектом отбора.

Самым важным в этом понимании эволюции было деление биосферы на два уровня — прокариотный, служащий источником новых генов, и эвкариотный, потребляющий генетическую информацию для построения сложных структур, причем у эвкариот "реализуемая в них информация мутационно дорабатывается применительно к новому молекулярному окружению и опять поступает в информационный круговорот" (с. 135).

Возник новый взгляд на размножение. Низший уровень: для макромолекулы *явным* предком служит кодирующая ее матрица, но есть *неявные* предки: молекулы и процессы, определяющие вставки и вырезки. Следующий уровень: одноклеточные размножаются бесполо (один явный предок), но имеют половой процесс (обмен плазмидами), их поражают вирусы, способные передавать фрагменты ДНК (п. 5-12). Уровень половых организмов: у каждого два родителя, но кроме того есть обмен вирусами (инфекция), в том числе и между членами далеких таксонов.

К сожалению, ни у Кордюма, ни позже не сказано о том, как появляются осмысленные конструкции — всё то, на что указывают ламаркизм, жоффруизм и номогенез. Упрек Циммера был и остается без ответа, и все-таки за истекшие годы горизонтальный перенос понемногу был принят как фактор эволюции всеми.

Так, через 15 лет Красилов писал: «Переносимые... гены подчас вызывают взрывной мутагенез, т.е. те самые макромутации, о которых писали противники синтетической теории. В то же время скорость распространения мутации горизонтальным путем чрезвычайно велика. Почти все особи становятся мутантами в считанные годы и даже месяцы. Таким образом отпадает главное возражение против сальтационной теории — невозможность закрепления единичной макромутации при ее распространении половым путем". (О сальтациях мы говорили в п. 4-1, а о быстром действии горизонтального переноса шла речь в Доп. к п. 5-10*). Далее самое важное: по Красилову, "можно предположить, что действие этого механизма ограничивается в основном кризисными условиями, в которых защитные свойства генома дес-табилизируются" (Кра-

[25] В п. 5-12 мы уже видели, что направленное наследование происходит с достаточно низкой частотой и потому его путают с мутациями.

силов В.А. Горизонтальный перенос генов // Природа, 1997, N 2, с. 51).

Соединение генетического поиска с горизонтальным переносом, т.е. активное включение организмом посторонней ДНК, открывает огромные эволюционные возможности. Становится ясно, почему про- и эвкариоты устроены столь различно: первые обеспечивают связь всего со всем и потому должны быть генетически открыты максимально, насколько это совместимо с сохранением родовой (даже не всегда видовой) индивидуальности, тогда как вторые обладают сложным онтогенезом и потому вынуждены отделяться друг от друга (и тем более от прокариот) барьерами несовместимости. Концепция Геи оказывается тут кстати.

6-10. Век генетики

Ушедший XX век был веком генетики. Начавшись вместе с нею, он прошел под флагом ее господства в массовом сознании, причем не только биологов. Успехи ее огромны, но для понимания эволюции "генетическое переосмысление эволюции" [*Гилберт и др.*, с. 325] принесло, на мой взгляд, лишь вред.

В 1900 году три биолога (первым был де-Фриз) заявили о переоткрытии законов Менделя, и с этого момента ведет свою историю генетика. Летом 2000 года 3 научных центра заявили о расшифровке генома человека, чем зафиксировали главный результат, достигнутый к столетнему юбилею генетики. Фактически этим было обозначено, что главный приоритет науки конца века реализован и что дальше нужны приоритеты новые. Надежды на эту расшифровку были огромны, хотя скептики и говорили, что ожидания напрасны. Так, в сущности, и оказалось: ни одна из крупных проблем биологии и смежных наук от этого с места не сдвинулась – набор генетических текстов сам по себе ничего не говорит. Тут самое время вспомнить, что на это еще 80 лет назад указывал Любищев в своей поразительной небольшой (125 с.) книжке [*Любищев*, 1925], написанной тогда, когда едва начал обсуждаться вопрос, является ли вообще ген текстом.

В основе у Любищева лежит тот тезис Гурвича (1910 г.), что менделева генетика являет собою преформизм, тогда как эмбриология демонстрирует эпигенез (ср. п. 1-14), и их соединение ("проблема осуществления") – труднейшая проблема биологии. Любищев видел возможность решить ее с помощью представлений Гурвича о биологическом поле, но полвека Любищева не слушали, ибо считалось, что никаких полей нет, а генетика сама решит все проблемы биологии. Увы, ни «проблему осуществления», ни проблем эволюции так решить не удалось.

Что касается эволюции, то, как мы знаем из главы 4, с 1926 года распространялось понимание ее как изменения генных частот, и что вскоре саму дарвинскую изменчивость стали понимать как совокупность генетических изменений – мутаций и рекомбинаций. А когда в 1961 году был расшифрован генетический код синтеза белка, то (как уже говорилось в п. 4-17) многим даже стало казаться, что генетика, понимаемая как управление синтезом белков, – сама суть биологии. Лет двадцать такая идеология вела к блестящим успехам, и (хотя во многих областях, например в экологии и психологии, она дала совсем мало) понятно тогдашнее желание счесть генетический язык общим, в том числе и описывающим эволюцию.

Согласно книге Шноля (упомянутой в п. 4), эволюция протекает так: «…в ограниченном пространстве (ареале), при наличии источника свободной энергии, конвариантно воспроизводящиеся (матричные) молекулы … с неизбежностью вступают

в конкуренцию друг с другом за вещества и энергию, необходимые для построения их копий. Происходит естественный отбор мутантов по признаку кинетического совершенства – все большей итоговой скорости превращения веществ окружающей среды в вещества данного вида. Конвариантно воспроизводящиеся матричные полимерные молекулы – предмет естественного отбора – становятся объектом эволюционного развития. Такая эволюция называется биологической эволюцией. Ее объекты – живые существа. Процесс их существования – жизнь». Это ближе к истине, чем прежнее желание считать эволюцию «изменением генных частот», но отсутствие всего, кроме генетики и (явно подчиненной ей) биохимии, уже тогда удивляло. Помню, как Мейен недоумевал на лекции Шноля – неужели на этом языке можно понять, как кошки научились ловить мышей? Лектор не счел вопрос эволюционным, в чем явно был неправ. Поясню, в каком смысле оба были чем-то правы.

Понимание эволюции как отбора катализаторов, быстрее других перерабатывающих субстраты, предложил еще в 1969 году химик А.П. Руденко для химии, и там этот язык работает; в биологии он тоже работает в ситуациях, близких к химическим (п. 5-13). Но кошки, ловящие мышей, и вообще почти всё, что относится к макрофизиологии (работе тканей и органов), экологии и поведению, языком одной лишь химии не описываются, и их эволюцию надо осмысливать на ином языке. Долго казалось, что таков язык генетики, но и это, видимо, заблуждение.

Зоолог Д.Л. Гродницкий (Красноярск) пишет, что “эволюция требует объяснения в терминах, которые описывают не столько геном, сколько весь организм в ходе его индивидуального развития и взаимодействия со средой обитания. Иными словами, эволюция сопровождается генетическими изменениями, но не сводится к ним” [*Гродницкий,* с. 148]. Одним из первых на это указал Аршавский своими опытами, о которых шла речь в п. 5-11: если крольчонка можно, не меняя его генотип, вырастить похожим на зайца, то эти различия их не в генах. Можно ли считать первичными эволюционными изменениями генетические? Аршавский отвечал отрицательно. Он полагал, что организм сам ищет и находит нужное изменение своей физиологии, которому затем подыскивается генетическое выражение. Доказать этого он не мог, и его не слушали, а зря: в те же годы иммунологи показали, как могут активно делаться нужные организму в данный момент гены (гл. 5, пп. 7, 8).

Вершиной генетического подхода к эволюции (и признаком его заката) была, на мой взгляд, книга [*Рэфф, Кофмен*]. Ее авторы, американские эмбриолог и генетик, заявляли, что «эволюцию следует рассматривать как результат изменений в генах, регулирующих онтогенез». Решить эту задачу им не удалось, зато в книге поставлено много интересных вопросов и припомнено старых; ни один из них ответа тоже не получил, но сами вопросы прелюбопытны, и некоторые я приведу.

Оказывается, еще в 1874 году, за четверть века до рождения генетики, немецкий эмбриолог Вильгельм Гис недоумевал, почему «единственным допустимым объяснением развития живых существ считается наследственность», а через 20 лет Ру (см. п. 5) уточнил – дело в механике. По его мнению, «все крайне разнообразные структуры многоклеточных организмов можно свести к... росту клеток, их исчезновению, делению, миграции, активному формированию, элиминации и качественному метаморфозу». Ру основал новую дисциплину – экспериментальную эмбриологию, которую назвал *механикой развития* и полагал ее будущим ключом к эволюции. С расцветом генетики это было надолго забыто.

Не менее интересны в этой книге мысли ранних экспериментальных эмбриологов, направленные против учения Геккеля. Например, замечательную мысль высказал американский эмбриолог С. Уитмен о *родословных*: «Нам ничего не дает понимание того, что глаза потому у нас есть, что они имелись у наших предков. Если наши глаза похожи на их глаза, то это объясняется не генеалогическими связями, а тем, что развитие молекулярной основы зачатков этих глаз происходило в сходных условиях». С приходом генетики эти мысли тоже были забыты: все увлеклись родословными. А ведь это очень странно, поскольку вроде бы всем ясно, что поразительное сходство глаза осьминога, паука-скакунчика и птицы общими генами не объяснишь. По-моему, тут нужно привлекать, хотя бы для начала, не генетику, а диатропику.

Из новых вопросов, поставленных в той же книге, приведу «С-парадокс»: почему близкие виды могут обладать совсем различным количеством ДНК, а далекие – сходным? Авторы подробно рассказали, что более 90% ДНК высших организмов вроде бы ни для чего не используется, но не смогли сказать о смысле такой чудовищной избыточности ничего, кроме обычного у дарвинистов – что она-де вероятно повышает эволюционную "пластичность". Но если так, почему избыточность у саламандры и у лилий в десятки раз превышает человеческую, а у весьма «пластичных» бактерий часто отсутствует вовсе? Вот этого вопроса как раз и не задано.

За прошедшие годы вопрос неоднократно ставился, но ответа не получено, зато осознана диатропическая природа С-парадокса: "Анализ... ясно показывает необходимость плюралистического подхода к загадке С-значения. В частности, нужно осознать, что за наблюдаемые картины ... ответственны эволюционные силы, действующие и взаимодействующие на разных уровнях биологической организации (лишь один из которых сам геном)" (*Gregory T.R.* Variation across amphibian species in the size of the nuclear genome supports a pluralistic, hierarhical approach to the C-value enigma // BJ, 2003, v. 79, N 2, p. 329).

Параллельно накапливались непонятности в самой генетике. Например, гены фибриллярных (нитчатых) белков мутируют мало, а глобулярных – много, но неравномерно: из 113 кодонов цитохрома *c* 16 мутируют часто, 65 редко, а прочие никогда; это объясняли каким-то особым отбором, якобы приведшим к различным скоростям случайного мутирования (*Рогаль И.Г.* Концепция эволюции макромолекул как основы эволюции живых организмов. // Историко-биол. исслед., 1997, вып. 11). Отбора этого никто не наблюдал, но если его и допустить, непонятно, почему мало мутируют нитчатые (опорные) белки, где замена одной аминокислоты не меняет существа молекулы. Здесь для понимания надо привлечь в помощь генетике физиологию и учение о случайности: из главы 5 мы знаем, что мутации не вполне случайны и редко происходят там, где от них ничто не зависит.

В 1980-е годы эволюционная генетика зашла в тупик, осознаный лишь в последнее время. Суть его давно предсказал Любищев, говоривший, что основной прогресс в эволюционизме всегда связан с «преодолением претензий на универсальность». Генетика хотела объяснить всё из самой себя, но объяснялось не всё. Как бы ни восхищаться успехами генетики, надо задавать себе вопросы: каков круг приложимости вновь открытых закономерностей? Что осталось вне его? Их слишком долго не ставили. Теперь их начали ставить, и выяснилось, что «вне» осталось очень много.

Грань веков отмечена пониманием этого. Например, петербургские генетики С.В. Мыльников и С.Г. Инге-Вечтомов в сборнике ЭБ отмечают: "никто не мог

предположить, каким огромным потрясением для стройного здания СТЭ окажутся успехи молекулярной биологии". Они подробно развили данную мысль, и мне остается лишь добавить, что сторорнники СТЭ не заметили потрясения до сих пор – вероятно, ввиду незнания новой генетики.

В том же сборнике (ЭБ) Голубовский подвел итоги некоторым спорам о наследственности. Во-первых, оказывается, наследственность не всегда связана с нуклеиновыми кислотами: прион, переносчик "болезни бешеных коров", является белком. Во-вторых, эволюционная изменчивость связана не только с мутациями и рекомбинациями, но и с направленным переносом генетического материала (транспозоны и т.п.), на что, как мы выше видели, прежде безуспешно указывали многие. В-третьих, сами мутации, главный козырь СТЭ, оказались зависимыми от условий существования организма. И в-четвертых, приобретенные свойства оказались наследуемыми (см. гл. 5).

*** После прочтения генома человека**

Главное же, на мой взгляд, прозрение связано именно с полным прочтением генома человека. Получив ворох распечаток, покрытых непонятыми текстами, генетики наконец стали понимать, что без помощи третируемых "традиционных биологов" не обойтись. Теперь на ведущее место, прежде занятое генетикой, явно претендует иммунология: см. беседу с иммунологом В.А. Черешневым "Иммунология — королева биологических наук" (ВРАН, 2002, N 5). В самом деле, иммунитет оказался столь же старым и вездесущим, как наследственность (Черешнев: "Многие ключевые механизмы иммунитета стары, как сама жизнь"), да и сама иммунология подчас указывает путь генетике: вспомним, что открытие иммунолога Тонегавы было вполне справедливо представлено как "революция в генетике". Перечислю кратко мои надежды на новый статус генетики. **См. Доп**.

6-11. Рефренная структура и структурализм

Завершение века генетики побуждает исследователей вновь принять во внимание, что кроме сходств, порождаемых общностью происхождения и функций, есть еще и сходства, в которых законы разнообразия выступают сами по себе, в чистом виде. Это – сходства *диатропические*. Они говорят о существовании общности на уровне законов разнообразия, которые еще слабо известны, но уже теперь ясно указывают на ограниченность спектра возможных форм. Понимание эволюции как преобразования разнообразия, как движения вдоль рядов, задаваемых структурой этого разнообразия, иногда обозначают как "структурализм в эволюции".

Основателем структурализма (но не автором термина) может считаться поэт и морфолог Гёте. Он был чужд идее эволюции, зато стал первым, кто перешел с обычной анатомической точки зрения на морфологическую, т.е. мысленно расчленял растение не на те части, которые видны прямо (корень, стебель, лист, цветок, плод), а на части, "отвечающие его природе". Таковыми он счел части, выявляемые в ходе развития растения, в том числе развития уродств. Гёте писал: "Мы можем одинаково хорошо сказать, что тычинка является сжавшимся лепестком и что лепесток – это тычинка в состоянии расширения". На этом языке он рассчитывал познать то, что ныне именуется структурным инвариантом (анализ см. *Корона В.В.* О сходстве и различиях морфологических концепций Линнея и Гете // ЖОБ, 2002, N 3).

В 1808 году немецкий путешественник и натурфилософ Александр Гумбольдт, в молодости друживший с Гёте, писал о сходстве элементов культуры у очень далеких (исторически, географически и культурно) народов, причем утверждал, что сходство "имеет скорее психологические причины и зависит от внутренней природы наших умственных способностей, чем доказывает тождественность происхождения народов или древние связи между ними" (*Гумбольдт А.* Картины природы. М., 1959, с. 87). Структурализм XX века начал с признания того же самого.

Другим ранним примером структурализма явилась теория химического полиморфизма Вернадского, тоже отделившая сходство от родства: в ней утверждалась "близость форм полиморфных тел, хотя бы и принадлежащих разным системам" (*Вернадский В.И.* О полиморфизме как общем свойстве материи // Ученые записки Моск. унив-та, 1892, вып. 9, с. 17).

Понимание того, что сходство само по себе вовсе не обязано говорить о родстве, выражено у Гумбольдта вполне ясно, что для начала XIX века удивительно (особенно, если учесть, что основная масса ученых далека от такого понимания поныне). Для этнолога отрицание заимствования однозначно указывает на "психологические причины" сходства, однако для биолога всё сложнее: наличие структуры может как корениться в сознании людей (биологов), так и принадлежать самому множеству исследумых объектов (отражать его структуру, т.е. быть объектом биологической диатропики). Для биологии интересно только последнее, чем и займемся.

В 1917 году примерно то же, что Гёте на растениях, сделал Д'Арси Томпсон на контурах животных (пп. 5-15, 5-17). Предпринятое вскоре описание параллельных рядов Копа – Вавилова в номогенезе Берга – Соболева тоже означало шаг к выявлению **структурных инвариантов**.

Термин *структурализм* возник в 1930-е годы в гуманитарных науках и в 1950-е годы привел к трактовке социальной эволюции как реализации одних и тех же рядов в различных культурах. Ленинградский филолог В.Я. Пропп, исследуя изоморфизм сказок, прямо указывал на связь своего метода с морфологией растений Гёте (*Пропп В.Я.* Морфология сказки. Л., 1928). Ведущий структуралист, французский этнолог Клод Леви-Строс, сравнивая *мифы* разных стран, в 1958 году писал, что его интересует «не универсальность функции, которая далеко не очевидна… но разнообразие…». В этом разнообразии он искал инварианты: "Мы хотим лишь извлечь из огромного числа разнообразных данных опыта превышающих возможности наших наблюдений и описаний, такие постоянные величины, которые повторяются в иных местах и в иные времена" (*Леви-Строс К.* Структурная антропология. М., 1985, с. 412, 21, 77).

В недавнее время мы видим идею структурализма в «автоэволюции» шведского цитолога (испанца по происхождению) Антонио Лима-де-Фариа (*А. Лима-де-Фариа.* Эволюция без отбора. Автоэволюция формы и функции. М., Мир, 1991). При всех ее недостатках (автор почти незнаком с эволюционной наукой и потому спорит, словно богослов, с одним нынешним дарвинизмом), книга являет собой обширный свод вопросов, на которые в дарвинизме нет ответа, и вполне оправдывает тезис автора: <<Отбором и случайностью "объясняют" любую проблему, не имеющую объяснения>> (с. 11). Этим он невольно повторил вековую тему критиков. Отвергнув дарвинизм, Лима стал строить свое эволюционное учение, не подозре-

вая, что повторяет простейшие логические ходы номогенеза и структурализма. Наоборот, японский биолог Атухиро Сибатани прокламирует структурализм сознательно, и обнаружение им инвариантных структур тоже привело его к отрицанию главной роли отбора в надвидовой эволюции (ЖОБ, 1993, N 5).

Наибольшее приближение к структурализму гуманитариев видно в работах таких блестящих (увы, умерших в расцвете сил) ботаников, как Мейен и Корона. Они прямо сопоставляли структурные инварианты растений с грамматическими правилами в языках, что, как показано в п. 3**, работает и на зоологических рядах. Инвариантом структуры у Мейена служит архетип (МС, 44); если понимать архетип не только как план строения, но и как план развития, то видим сближение с морфологией Гёте.

Другим инвариантом структуры является *модуль* в концепции *модульной организации*. Согласно этой концепции все организмы делятся на унитарные и модульные, т.е. состоящие из однотипных частей (модулей). К модульным относятся все колониальные животные, все высшие грибы (то, что в обиходе именуют словом “гриб”, т.е. плодовое тело, есть модуль на общей грибнице, тоже состоящей из однотипных нитей) и большинство растений; ведь обычно растение состоит из множества ветвей, листьев, цветков и пр. Всё это – модули.

Для модульной концепции характерно “использование новых понятий специально для обозначения общих признаков в конструкции организмов вне зависимости от их систематического положения и анатомического сходства” (*Марфенин Н.Н.* Концепция модульной организации в развитии // ЖОБ, 1999, N 1, с. 8). Само наличие таких сходств – одно из проявлений номогенеза.

“Блочность” строения организмов (п. 8) – тоже перефразировка структурализма, позволяющая выйти за узкие рамки генетического языка. Словом, термином “структурализм в эволюции” можно характеризовать ту часть эволюционной диатропики, которая выявляет структурные инварианты (рефрены) и описывает эволюцию как движение по рефренным таблицам. Кроме структурализма, к эволюционной диатропике относится всё, что связано с выявлением ядра и периферии (ими мы займемся в гл. 10).

Родившись в биологии, структурализм заново входит в нее медленно и с трудом, мало задевая англоязычные страны, где часто понимают структурализм просто как анализ структур, а не как выявление инвариантов структур. Так, американский профессор биологии Стэнли Сэлт в докладе, где назвал себя структуралистом, на самом деле ограничился на сей счет фразой “организмы сами по себе являются структурами”, да еще упомянул ДС термодинамики, которые “стабилизируются генетической информацией”. Зато именно у него находим ясное указание на платоновский источник структурализма (о чем обычно молчат): “Продолжаете ли вы в духе Платона считать, что структуры существуют где-то в мире независимо от того, обнаружены они или нет, … вероятно зависит от вашего типа личности” (*Salthe S.* Development and evolution as aspects of self-organisation // Theory of Evolution - In Need of a New Synthesis? Tampere, Finland, 1993, pp. 6-7, 9). В самом деле, рефренная таблица Мейена предполагается существующей вся целиком, независимо от того, какая ее часть на сегодня реализована в природе, точно так же как таблица Менделеева существовала вся еще до синтеза трансурановых элементов (ср. п. 7). **См. Доп.**

Единственное в структурализме направление, получившее хоть какое-то распространение в биологии англоязычных стран, это *гиперболические распределения* (хотя открыла их в XIX веке итальянская финансовая статистика) – о них см. ниже.

Для нашей темы структурализм важен в двух планах: во-первых, задает, образно говоря, ту систему координат, в которой эволюционное изменение можно описывать как движение вдоль рефренной таблицы (см. п. 13); а во-вторых, позволяет понять место эволюционизма среди наук и тем самым – его возможные цели и средства. В самом деле, мы уже говорили о том, что идея эволюции выросла из мифа, а анализ мифов – первая задача структурализма по Леви-Стросу. Есть мнение, что наука вообще вся выросла из мифов, и даже – что она поныне состоит из них (так, например, считал Поппер). Насчет всей науки это, видимо, лишь ошарашивающая фраза, не претендующая на серьезный анализ, а вот насчет эволюционизма так оно, на мой взгляд, и есть. Об этом подробно написано в разделе "Мифологемы эволюционизма" статьи [*Чайковский*, 1994].

Приведу оттуда лишь одну мысль. И дарвинизм, и ламаркизм – *мифологемы*, т.е. мифологические структуры (для дарвинизма это показано подробно путем выписывания всех восьми признаков мифологемы из теории мифа), но в разных смыслах: дарвинизм – мифологема теистическая, а ламаркизм – деистическая. *Теизм* – это понимание Бога как непрерывно управляющего миром (именно таким было всевидящее "Существо" Дарвина – см. п. 1-12; таковым является по сути и естественный отбор в СТЭ, отбросившей все сомнения Дарвина); наоборот, *деизм* – понимание Бога как установившего законы природы и более не вмешивающегося в ход событий. Ламаркизму и дарвинизму противостоит номогенез как теория, в явном виде признающая наличие структур, объективно существующих в мире и определяющих ход эволюции. Сейчас добавлю: номогенез – мифологема *платоническая*. Всем, кто пишет про синтез эволюционных учений, по-моему просто необходимо начать с вопроса: идет ли речь о синтезе мифологем или хочется обойтись вообще без мифической основы? Если без, то что будет с чем синтезировано?

Мифологемы рационально соединить нельзя, так как они складываются по своим законам, не имеющим прямого отношения к научному познанию. Единственный пример синтеза, принятый дарвинистами, состоял в усвоении ими некоторых терминов ранней генетики при слабом интересе к их исконному смыслу и полном равнодушии ко всему, что появилось потом. Так родилась СТЭ. Повторять такой опыт вряд ли разумно, поэтому, на мой взгляд, *речь должна идти не о синтезе, а о построении реально работающей теории*. Другими словами, надо следовать не в русле прежних учений, ведших в разные стороны, а туда, куда влекут факты (старые и новые) и их осмысление. Конечно, сходства с ранними учениями неизбежны, и их надо использовать, но они не должны нас связывать.

В главе 1 мы видели, что идея отбора родилась как одна из исходных мифологем европейского сознания; история говорит, что и в эволюционную науку отбор вошел не как эмпирический феномен, а как мифологема. Теперь мы видим, что она тут вполне закономерна, ибо входит в структуру европейского знания. Вот почему сторонники этой идеи не видят нужды ни в какой аргументации, кроме ссылок на свои священные тексты.

Но язвить легко, а как быть с тем, что во всесилие отбора верят порой

достойные биологи? Возможен ответ: “мифический взгляд на мир… прямо отождествляет действительность с представлениями о ней, причем представления эти трактуются как незыблемые и окончательные. Если критическое миропонимание использует картину мира как инструмент познания, то мифическое видит в картине мира сам познаваемый объект. Потребность человека в познании удовлетворяется, но познание направляется не на действительность, а на представления о ней, понимаемые как безусловно истинные. Между человеком и миром вырастает стена мифов, которые дают возможность спокойно жить и работать, но не дают возможности знать, что происходит за этой стеной” (*Баранов А.А.* О мышлении критическом и мифическом // ЛЧ, 1993, с. 31). Другой ответ дан в п. 17.

*** Гиперболы Виллиса**

В 1918 году английский ботаник Джон Кристофер Виллис нашел, что распределение видов растений и животных по родам носит *гиперболический* характер: чем больше видов в роде, тем меньше таких родов. аспределение родов по числу входящих в них видов грубо выражается убывающей кривой, как бы гиперболой. Графики, касающиеся цветковых, некоторых отрядов насекомых и отряда рукокрылых, см. [*Чайковский,* 2001, с. 266].

Эти кривые лучше называть *квази-гиперболами.* Они обладают общим *инвариантом*: 35-40% родов имеет по одному виду, 13-17% родов – по два вида, 9-12% – по три вида и т.д., тогда как основная масса видов состоит в немногих крупных родах, иногда более тысячи (род астрагал из семейства бобовых насчитывает 1600 видов). Сходно распределение родов по семействам: так, цветковых ныне насчитывают 474 семейства, из которых 170 – однородовые (36%). Хотя видно, что примерно таково распределение и среди высших таксонов, но явление это до сих пор не изучено.

Поскольку квази-гиперболы – инвариант, они являют собой феномен, относящийся к структурализму, что, впрочем, в англоязычной литературе, насколько знаю, не отмечается. Возможно, именно из-за отсутствия прямых ссылок на структурализм “гиперболы” Виллиса нашли в ней некоторое, пусть и скромное, признание и математическое обоснование.

Не раз высказывалось мнение, что кривые Виллиса являют собой не биологический, а психологический феномен, т.е. отражают не структуру биологического разнообразия, а способ классифицирования. Однако никаких конкретных доводов на сей счет мне не известно, зато сами квази-гиперболы обычны даже в таких отраслях знания, где о влиянии психики исследователей говорить невозможно: были открыты аналогичные виллисовым распределения слов по их длине, слов по их встречаемости в тексте, двигателей по их мощности, химических элементов по их встречаемости в природе и многие другие. Например, мутации по их частоте тоже распределены приблизительно гиперболически. Поэтому к “гиперболам” Виллиса приходится тоже относиться как к природной закономерности. Подробнее см. [*Чайковский*, 1990; 2001].

“Гиперболы” Виллиса носят не только таксономический, но и экологический смысл. Так, еще сам Виллис обнаружил гиперболическое распределение видов по их численности. Естественно встает вопрос: какое отношение это имеет к эволюции? Мы коснемся его в п. 16 и в п. 10-2, пока же замечу, что квази-гиперболы

встречаются всюду, где налицо сложная система с нежесткими связями. Как раз таковы все эволюирующие объекты. Добавлю, что кривые Виллиса являют собой элемент *номогенеза*.

В англоязычной литературе такие распределения обычно именуют степенными законами (power laws). Резюмируя материал, молодой физик Томас Гизигер из Канады (ныне в Париже) заявляет, что, оставляя в стороне споры об их природе, можно "высказать следующую гипотезу: степенные законы хорошо представляют статистику эволюции видов, имеющую место на Земле" (*Gisiger T.* // BR, 2001, N 2, с. 189). Например, квази-гиперболически распределены ископаемые роды по длительности их жизни.

6-12. Эволюция экосистем

Часто пишут, что экосистемы не эволюируют, что организмы прежних эпох составляли в принципе такие же экосистемы, как и нынешние. Это и верно, и нет. Верно в том смысле, что совсем новые экосистемы появляются очень редко (например, с выходом жизни на сушу, с освоением рассолов или синтетических материалов) и третичную биосферу можно грубо описать в тех же терминах, что и нынешнюю. Но не силурийскую, когда суша была почти безжизненна, и не девонскую, когда на всех материках был сходный климат. Неверно думать, что во все эпохи биосфера имела хотя бы одинаковый объем. И она порой состояла из очень непривычных нам экосистем. Бывали эпохи теплые и холодные, с большим или меньшим процентом суши, с большим или меньшим разнообразием видов. Переход между эпохами являл собою эволюцию экосистем, что, в сущности, понимал еще Бронн (п. 2-10) до рождения экологии, а затем и многие другие.

Без эволюции экосистемы нет существенной эволюции организмов. Вид имеет эконишу и может, если она меняется не слишком сильно, к ней приспособиться, но уже о роде это можно сказать не всегда: попробуйте описать «нишу» рода Canis, куда входят волк, шакалы и все домашние собаки; или рода Solanum, где находятся картофель и баклажан (недаром ботаники предпочитают говорить не об эконишах, а о *жизненных формах* – см. п. 13). А таксоны выше семейства вообще, как правило, не имеют экониш. Эта нехитрая мысль стала теперь почти общей. Из нее следует, что эволюция высших таксонов не может течь так же, как видовая. Всё чаще пишут, что только в рамках *микроэволюции* (т.е. внутривидовой эволюции) есть смысл говорить о приспособлении вида к среде.

Двое петербургских биологов отмечают, что «дарвинизм является только разделом более общей теории развития биосферы, и поэтому нельзя требовать, чтобы все факты, касающиеся биологической эволюции, объяснялись в его рамках». По их мнению, ***макроэволюция обычно запускается актом распада прежней экосистемы*** и завершается созданием новой экосистемы с новым набором таксонов. (*Старобогатов Я.И., Левченко В.Ф.* Экоцентрическая концепция макроэволюции // ЖОБ, 1993, N 4). Позже они развили свой подход (фактически продолжая мысль Копа): главную роль в экосистемах играют хорошо адаптированные виды ("специалисты"), имеющие большую численность, но материал для эволюции представляют не они, а малочисленные виды[26], не адаптированные ни к

[26] С иной позиции нечто сходное увидал Бауэр: "Материал для эволюции поставляют не победители в борьбе за существование, а побежденные" (*Бауэр Э.С.* Теоретическая биология. М.-Л., 1935, с. 201).

какой узкой нише (“генералисты”). Тем самым эволюция идет путем смены ведущих таксонов – прежние “генералисты” дают начало новым “специалистам”, которые широко распространяются (ЭБ, с. 40-41).

К этой простой и ясной схеме биологи шли весь XX век. Если дарвинизм исходил из уверенности, что эволюция на всех уровнях течет одинаково (а потому макроэволюция – лишь замедленная микроэволюция, совокупность актов микроэволюции), если ламаркизм утверждал, что новое образуется в силу тенденции к развитию, а учения вроде исторической биогенетики Соболева видели в смене таксонов полный аналог смены поколений, то во второй половине века положение стало меняться.

Немецкий палеонтолог Отто Шиндевольф (который еще в 1950 году был уверен, как и Соболев, что всякий таксон проходит, в силу внутренних причин,

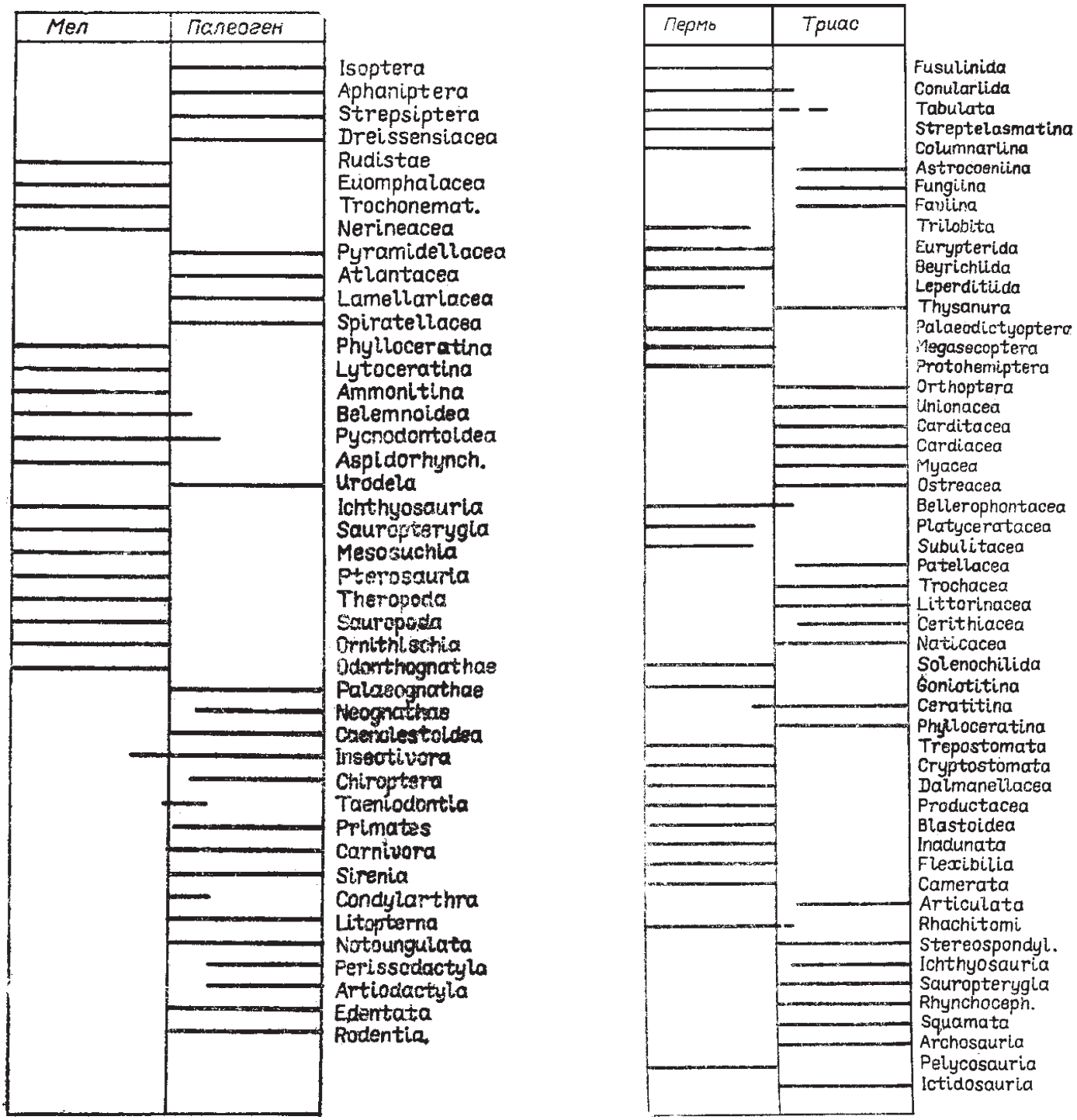


Рис. 41. Изменение таксономического состава на границах между геологическими эрами: а) между мезозоем и кайнозоем б) между палеозоем и мезозоем (по: Шиндевольф, 1963)

стадии юности, зрелости, старости, смерти) в 1963 году выступил со статьей «Неокатастрофизм?», где на огромном ископаемом материале показал зависимость эволюции от экологии, т.е. что причины эволюции бывают не только внутренние, но и внешние. Оказывается, наибольшее количество новых таксонов высокого ранга появляется сразу же после вымирания предшественников (рис. 41), что Шиндевольф истолковал как заполнение экологических ниш, опустевших в силу катастроф, разрушивших прежние экосистемы. О причинах древних экологических кризисов мы узнаем в части 3, Шиндевольф же видел причину в космических излучениях (*Ивановский А.Б.* Палеонтология и теория эволюции. Новосибирск, 1976, с. 14, 49).

Поскольку вновь возникают не прежние виды, а новые (обычно – более сложно организованные), то они и организуются по-новому, в новые экосистемы. Вымирание крупного таксона (например, класса) редко бывает полным, так что новые и старые таксоны пронизывают друг друга неповторимо сложной сетью взаимодействий, которая с каждой новой катастрофой еще усложняется, т.е. эволюирует. Биосфера, если изобразить ее схемой, похожа на сеть нервов или сосудов. Опять параллель биосферы с организмом, опять можно говорить про фракталы. И в самом деле, что-то вроде фрактала тут обнаруживается – малое уподобляется большому.

Например, рассмотрим заселение древних экосистем после крупных вымираний с заселением нынешних городов птицами, прежде негородскими. Там – миллионы лет и континенты, тут – десятки лет и небольшие долины. Но застройка прежних угодий – тоже катастрофа (для птиц), и закономерности выявились примерно одни и те же. Правда, птицы не сумели так быстро стать новыми видами по строению, но по образу жизни успели стать даже новыми семействами и отрядами: голуби научились сидеть на ветках, перелетные стали оседлыми, а самые умные (врановые) освоили новые способы охоты и питания – ловят рыбу, словно чайки, и клюют рябину вися вниз головой, словно попугаи. Главное же – городская фауна ведет себя как экосистема, и, в частности, старые европейские города, подобно сложившейся природе, сопротивляются новым пришельцам, а новые (американские) не могут. Разумеется, резко возросла изменчивость и стало много уродливых особей (*Вахрушев А.А., Раутиан А.С.* Исторический подход к экологии сообществ // ЖОБ, 1993, N 5).

Запомним это: эволюция может течь очень быстро. Далее, город от города может радикально отличаться по разнообразию птиц, и авторы резонно пишут: можно, конечно, искать особую причину для каждого города, но это неразумно, ибо «в целом ситуация удивительно аналогичная дарвиновской неопределенной изменчивости». Не спорю, но добавлю: отказ объяснять каждый факт его особой причиной – первый шаг к диатропике, призывающей начинать не с объяснения, а с упорядочения. И еще замечу: неопределенность тут вызвана чем угодно, но не генными мутациями (ведь в город вселяются уже существующие виды), и никакой конкуренции между вариантами (фаунами городов) нет. Отбор, конечно, есть (неспособные вписаться в экосистему отсутствуют), но не им определяется облик экосистемы – сходные города имеют очень разные фауны.

В согласии с п. 7 замечу: если в масштабной инвариантности видеть видеть фрактал, то тут должен быть фрактал временной. В связи с этим сошлюсь на обзор “Масш-

табная инвариантность в биологии: совпадение или след общего механизма?", где, в частности, сделан вывод: "Экосистемы представляются в высокой степени масштабно-инвариантными" (*Gisiger T.* // BR, 2001, N 2, с. 204).

6-13. Эволюция как преобразование разнообразия

С точки зрения диатропики процесс эволюции состоит в заполнении рефренных таблиц, а они существуют, как и все законы природы, самостоятельно, независимо от наличия или отсутствия конкретных видов (точно так же как теорема Пифагора была справедлива и до того, как кто-то начертил первый прямоугольный треугольник); но таблица редко заполняется целиком, и какие ее клетки заполнятся ныне, а какие останутся ждать пустыми, никто сказать не может.

Пусть рефренных таблиц мы почти никогда целиком выписать не можем, но сама идея выражать разнообразие с помощью таблиц позволяет четко различать в эволюции три совсем разных процесса – заполнение прежде пустых клеток неизменной таблицы, преобразование прежней таблицы и появление совсем новой таблицы. До сих пор ***именно смешение трех процессов в один и не давало, по-моему, возможности построить работоспособную (дающую полезные рекомендации) теорию эволюции***. Стоит их разделить, и картина эволюции во многом проясняется.

Вот пример – поразительная картина спаривания некоторых глубоководных кальмаров: самка, созревая, перестает питаться, почти теряет мускулатуру и начисто теряет все щупальца, а самец, пользуясь ее беспомощностью, распарывает ее кожу и вкладывает в раны свои сперматофоры; после нереста рыхлая самка всплывает умирать на поверхность, а плотный самец падает умирать на дно. Можно придумать всему этому какую-то пользу, но ведь «сколько угодно есть кальмаров, у которых… самка до самого нереста сохраняет прекрасный аппетит и остается мускулистой… Неужели самка дегенерирует только для того, чтобы не оказать сопротивления самцу, раздирающему ей внутренности? … Мудрость жестокой любви кальмаров я так и не уразумел (пока?)» (*Несис К.Н.* Жестокая любовь кальмаров // Природа, 1997, N 10, с. 103).

Оптимистическое «пока» вполне оправданно: первый шаг к пониманию сделан – автор отказался от придумывания «мудрости» (от «упражнения красноречия» по Рузвельту), предпочтя сравнить типы спаривания разных кальмаров. Рефрен мерона «тип спаривания» огромен, и публике обычно показывают либо благостные картинки, чем-то похожие на образцовую любовь людей, либо курьезы – поедание самца самкой (культурологи давно знают, что рассказ про истязание жены мужем вызывает злобу или жалость, а про обратный процесс – улыбку). Дальние закоулки рефрена, где расположены позиции с общим названием «самец калечит самку», освещать не принято.

А ведь еще Усов (о нем см. п. 2-12) описывал жуткую любовь зубров: могучий старый самец, уже неспособный оплодотворять, отгоняет молодых самцов от самки и, взгромоздясь на нее, ломает ей хребет огромным своим весом. Усов счел это свидетельством склонности вида к вымиранию (и оказался прав в том смысле, что зубр вскоре вымер), но ведь искалечить самку пытаются быки многих видов. Разница лишь в том, что виды, у которых это не наносит чрезмерного вреда воспроизводству, выживают, но зубр (в котором скрестилось несколько пагубных склонностей) вымер в дикой природе.

Словом, смысл отдельных клеток рефренной таблицы можно понять лишь тогда, когда известна достаточно большая часть таблицы – иначе эволюция выглядит нелепой и беспорядочной. Если же таблица перед глазами, то раскрывается удивительная картина: всякий вид занимает свое место, и кальмары не исключение.

Живое предстает экологическим, физиологическим и морфологическим единством. О последнем для растений писал Гёте, для животных – Бюффон и Жоффруа, но только ***выявление Мейеном рефренной структуры разнообразий позволило говорить о морфологическом единстве природы как целого.*** Мы легко понимаем, что всякий вид занимает свое место в экосистеме (а именно – экологическую нишу), но оказывается, что и его строение задано не менее жестко.

Примерно то же можно сказать о его функциях. Ульяновский зоолог А.Г. Зусмановский в своей небольшой книге развил ту мысль (ранее ее в иных терминах не раз высказывал Аршавский), что полезные изменения развития обязаны не случайным мутациям, а приспособительным реакциям, которые становятся наследственными в ходе генетического поиска [*Зусмановский*, с. 88]. О генетическом поиске см. п. 5-10 и п. 6-9. Для Зусмановского каждый вид задается своими **потребностями**[27], которые определяют специфику вида в физиологическом смысле; эволюция при этом предстает как появление и удовлетворение новых потребностей.

Можно сказать, что вид занимает свою **нишу**, которая, в свою очередь, состоит из частных ниш. Если в экосистеме вид занимает *экологическую нишу*, то в системе возможных форм, заданных рефренами своих меронов, он занимает *морфологическую нишу*, а в системе возможных потребностей по Зусмановскому – *функциональную нишу.* Рассмотрим это подробнее.

* Ниша и таксон

Для понимания морфониши сравним ее с эконишей. Во-первых, говорят об эконише вида – о совокупности условий среды, в которой вид может существовать; а во-вторых, говорят про общую эконишу всех видов, сходных по условиям обитания (например: златокрот занимает в Южной Африке эконишу нашего крота, колибри занимают в Южной Америке эконишу крупных бабочек). Второе понимание дает нам нужную аналогию: *морфониша* – это совокупность сходных черт строения. Сирен занял в классе амфибий ту же морфонишу, что хирот – в классе рептилий; близкие (сходные) морфониши имеют кит и китовидка, а также лист и сидящая на нем листовидка и т.п.

Общность морфониш нельзя вывести из идеи родства. Возможно, она следует из сходства форм, как его понимает термодинамика (п. 5-14): сходные ДС порождают сходное строение. Иногда такое сходство может быть связано с горизонтальным переносом генов (например, от растения насекомому), но тут сходные гены задают не общие признаки, а сходную пространственную организацию (сходные поля), так что сам по себе перенос еще ничего не разъясняет. Вернее допустить, что рефренная структура разнообразия – самбытная сущность, столь же характерная для биологии, сколь и для химии (п. 6-3**).

---

[27] Он использует это понятие по П.В. Симонову (1987): <<Потребность есть специфическая "сущностная" сила живых организмов, обеспечившая их связь с внешней средой для самосохранения и саморазвития, источник активности в окружающей среде>> (*Зусмановский А.Г.* Потребности и эволюция // ЛЧ, 1999, с. 89). О потребностях как факторе эволюции писали Э. Дарвин, Ламарк, Кропоткин (пп. 1-16, 1-17, 3-11) и другие.

Аналогично, *функциониша* есть совокупность потребностей и средств их удовлетворения. Пример Зусмановского: перенесение бактерии с одной среды на другую (п. 5-9) создает новую потребность, а выработка нового фермента удовлетворяет ее. Одну потребность можно удовлетворить различными способами – например, дыхание могут осуществлять жабры, кожа, трахеи и легкие; энергетику могут обеспечить как гликолиз, так и дыхание (окислительное фосфорилирование).

Четких границ между эко- и функционишей провести нельзя, но различие этих понятий очевидно на типичных примерах. Так, различие способов пищеварения у грибов (наружное) и у подавляющего большинства животных (внутреннее) есть одновременно экологическое и физиологическое; наружное пищеварение морских звезд и внутреннее – других морских животных, глотающих ту же пищу, которую морские звезды обволакивают, различаются чисто физиологически; а различие грибов, способных и неспособных разлагать древесину, чисто экологическое.

Еще туманнее эта граница у растений, где <<естественно применение понятия "жизненная форма", а не "экологическая ниша", различающихся как взгляд изнутри и снаружи>> [*Заварзин Г.А.* // Природа, 1990, N 4, с. 119]. Тут особенно удобно понятие ниши вообще, включающее жизненную форму.

Есть вопрос, который без понятий морфониши и функциониши выглядит безнадежным: почему продолжают существовать "низшие" организмы? Иначе: почему в ходе эволюции одни группы являют неуклонное повышение уровня организации, а другие так и остаются "внизу"? Ламарк видел ответ в постоянном порождении низших форм жизни из неживого (см. п. 1-17), и через 140 лет Тейяр вторил ему, делая лишь оговорку: порождение в наше время не наблюдается. Дарвин видел ответ в отсутствии потребности к усложнению у организмов, живущих в простых условиях (мы бы сказали – в постоянном наличии экологических ниш для "низших" форм жизни). Оба ответа ныне надо признать негодными: жизнь не возникает в наши дни и, надо полагать, не возникает уже как минимум 2 млрд лет; а в одной эконише мы сплошь да рядом видим тварей самой разной высоты организации.

Так, одну эконишу могут занимать бактерии и плесени, водоросли и водные цветковые, рыбы и морские звери, колибри и бабочки. Почему, хотя бы, крупные водоросли не вытеснены цветковыми, растущими тут же?

Ответ видится мне в том, что клетки рефренной таблицы заполняются вновь и вновь, но не за счет новых актов происхождения жизни, а за счет непрестанных переходов как вверх (прогресс), так и вниз (регресс) по шкале уровней организации. До недавних пор этот ответ был чисто умозрительным, и вместо него в науке господствовал противоположный и столь же умозрительный "закон Долло", гласивший, что эволюция необратима (анализ вопроса см.: *Серавин Л.Н.* Принцип противонаправленности морфологической эволюции и анализ закона Долло // ЭБ).

Однако только что появилась работа, утверждающая, что многие (если не все) низшие многоклеточные несут в своих геномах следы происхождения от более высоко развитых форм: совокупные данные по строению 18S РНК и по морфологическим признакам "свидетельствуют о многократном системном регрессе в эволюции Metazoa" (*Алешин В.В., Петров Н.Б.* Молекулярные свидетельства регресса в эволюции многоклеточных животных // ЖОБ, 2002, N 3, с. 197). Хотя доводы авторов шатки, поскольку сами по себе сравнительные данные никогда не говорят прямо об эволюции, но факт повторности появления сходных таксонов засвидетельствован палеонтологически (см. п. 9-14) и тоже противоречит "закону Долло".

В свете сказанного разумнее будет принять, что ***морфониши и функциониши заполняются столь же регулярно, как экониши***. Хотя и там и тут возможны пропуски: до появления человека пустовала экониша потребителей свободного углерода (каменного угля); более двухсот лет пустует функциониша морских коров, т.е. морских зверей, потребляющих заросли крупных водорослей (различие в том, что водоросли так или иначе разлагаются, а уголь без людей выпадает из биологического круговорота). До сих пор пустует морфониша змееобразных зверей.

Парадокс в том, что морфология, выявляющая у организмов главное и неизменное, оказалась одной из главных опор учения о всеобщем изменении (эволюции). Если систематика породила лишь представление о переходе одних видов в другие и привела к учению Дарвина (недаром назвавшего свою книгу «Происхождение видов»), то морфология служила и служит базой для представлений о крупных преобразованиях организмов.

Дарвин уделил морфологии лишь несколько страниц, содержавших самые общие фразы, и эта традиция сохраняется в руководствах по дарвинизму до сих пор. Учебники морфологии постепенно обратились, благодаря дарвинизму, в интересные, но бессвязные рассказы о разных органах (крайний пример: *Дзержинский Ф.Я.* Сравнительная анатомия позвоночных животных. М., МГУ, 1998). Понятие ниши призвано изменить ситуацию.

Ниши заполняются в ходе эволюции, и все три типа частных ниш играют примерно равные роли. (Возможно, это относится и к *этологическим нишам*, которых мы не касаемся.) Природа оперирует не отдельными объектами, а целыми разнообразиями (п. 4), и видимо поэтому почти никакие ниши не остаются навсегда пустыми. Чем больше видов взято для учета, тем полнее параллельные ряды и составленные из них рефренные таблицы меронов. В любое время некоторые частные ниши пустуют, но с учетом вымерших групп рефренные таблицы довольно полны. Такой полнотой воспользовался Н.И. Вавилов, когда, обнаружив отсутствие одной-единственной формы ржи в паре параллельных рядов рожь – пшеница, решил заполнить эту пустую клетку (морфонишу безлигульной ржи) и сумел это сделать (п. 4-9).

Мейен, изучая тот же морфологический материал, придумал рефренные таблицы. Он полагал, что на их языке можно рассуждать и о физиологии, и об экологии, но это верно лишь отчасти: рефрены для эко- и физиониш рисовать можно, но суть дела при этом обычно остается за кадром.

6-14. Эволюция сверху и снизу

Недавно Зусмановский выступил с докладом: “На пути к новому синтезу” (ЛЧ, 2000), где попробовал сочетать взгляды сверху (с позиции эволюции биосферы) и снизу (с позиции жизни организма и эволюции вида). Отправным пунктом ему послужил “новый синтез” Гилберта, Опица и Рэффа (см. о нем п. 5-17), где, по Зусмановскому, отбору отведена роль “фильтра, отделяющего неудачные морфологические вариации, поставляемые развитием” (а вовсе не мутациями). Главной особенностью высших животных он считает ту, которую физиолог П.К. Анохин в 1962 году назвал *опережающим отражением действительности*. Зусмановский провел параллель между таким поведенческим актом и преадаптацией, т.е. эволюционным актом. По Зусмановскому, вид эволюирует не сам по себе, а как часть биосферы. (Или, добавлю, как орган единого организма.)

“Онтогенез биосферы обусловлен эволюцией организмов на основе создания пред-

шествующими формами жизни среды обитания для последующих форм", причем "организмы, непосредственно участвующие в изменении параметров биосферы, первыми это испытывают на себе и в недрах своих генотипов и фенотипов формируют предпосылки (преадаптации) к возникновению новых вариантов изменчивости. Действует механизм опережающего отражения действительности... Функциональные системы Анохина, вероятно, эквивалентны морфогенетическим полям в фазе генетического поиска". См. новую книгу Зусмановского, упомянутую на с.11, а также [*Зусмановский*].

Поясню: основанием Зусмановскому послужила концепция биополя (о ней мы говорили в п. 5-15), точнее, та ее мысль, что поле, в котором растет зародыш, различно у разных видов. Теперь можно сказать больше: физически реальное поле зародыша в чем-то сходно с формальным полем, в котором эволюирует вид. А сходство полей разных масштабов мы не раз видели, когда говорили о фрактальном характере жизненных процессов.

От дарвинизма Зусмановский взял "непрогнозируемость эволюционно значимых потребностей", от ламаркизма – активность особи как фактор эволюции и "переход в наследственную форму" прижизненных изменений, от номогенеза – "эмерджентность эволюции" (возникновение принципиальных новшеств – см. п. 3-10; на самом деле это отдельная теория, не затрагиваемая номогенезом), гомеозис по Балкашиной и поле по Гурвичу. Это взгляд снизу. Взгляд же сверху – в том, что каждый вид должен вписываться в биосферу, состоящую из таких же, как он, видов (а не "приспосабливаться к среде", которая при этом мыслилась бы заданной).

Эволюционный синтез у Зусмановского состоит, прежде всего, в осознании того, что каждая концепция отражает свой *аспект* (угол зрения) процесса эволюциии, а вовсе не описывает (как многие думают) какие-то отдельные явления. И дарвинизм, и ламаркизм, и номогенез тут не прежние, а новые: они служат частью диатропической теории эволюции. В частности, отбору подвергаются не малые ненаправленные вариации, а готовые конструкции, понимаемые в рамках номогенеза (как клетки рефренной таблицы). Это радикально отлично от тех попыток синтеза, где в основу положен дарвинизм, к которому добавлен какой-то еще принцип. У Гилберта с соавторами и Гродницкого данный принцип – изменение развития зародыша как фактор эволюции, т.е. идея Этьена Жоффруа.

Мне представляется, что подходом Зусмановского принцип синтеза исчерпывается, и что дальнейшее развитие эволюционизма потребует шагов в совсем новых направлениях, еще никем не пройденных.

6-15. Гея и эволюция организмов

В п. 1 уже было сказано, что *геофизиология* рассматривает биосферу как сверхорганизм, которому дали имя греческой богини Геи. Об этой концепции в целом можно будет вести речь только по рассмотрении происхождения жизни (гл. 7), но один аспект удобно обсудить сейчас.

Самым странным мне кажется умение паразитов управлять поведением своих "хозяев" (жертв). В 1961-1962 годах в Германии и Англии появились сообщения, что личинки паразитических плоских червей заставляют зараженных ими насекомых (муравьев и мух) вести себя так, чтобы их съели те животные, внутри которых личинки смогут развиться во взрослые особи.

Вскоре опыты в других странах подтвердили, что это не выдумки. Так, личинка ланцетовидного сосальщика Dicrocoelium lancetatum, попав в муравья, мигрирует в его

подглоточный ганглий, и такие муравьи «медленно вползают на растения, окружающие муравейник... прикрепляются челюстями на верхушке растений... и переходят в состояние оцепенения... По мере понижения температуры количество оцепеневших муравьев постепенно увеличивается, достигая максимума к закату солнца» (*Анохин И.А.* // Доклады АН СССР, 1966, т. 166, N 3). Такие муравьи часто поедаются пасущимся скотом, который иначе почти не имеет шансов проглотить муравья. Ученый мир этому не верил (между прочим, цитированная статья помечена: «Представлено 1 апреля 1965»), что и понятно: разве можно признать, что сложный поведенческий акт (миграцию в определенный орган жертвы) осуществляет примитивнейший объект – даже не плоский червь, а его еще гораздо проще устроенная личинка?

Но затем французский паразитолог Симона Эллюи смогла назвать около 20 таких примеров. Сама она ставила опыты с рачком-бокоплавом Gammarus lacustris, который вел себя не менее загадочно: зараженный личинкой скребня Polymorphus marilis, он менял отношение к свету – вместо темных, выбирал светлые места и быстро поедался водными птицами. Эллюи назвала такое поведение сумасшествием (la tkte a l'envers – буквально: голова наизнанку), а свою статью озаглавила: «Манипуляция поведением промежуточного хозяина» (*Helluy S.* Un mode de favorisation de la transmission parasitaire: la manipulation du comportement de l'hфte intermйdiare // Revue d'Йcologie, 1983, v. 38, N 2).

Чуть иначе ведет себя паразитический червь Leucochloridium в улитке Succinea: он заселяет ее рожки, которые становятся яркими и разбухают; но итог тот же – улитку тут же склевывает птица, чем обеспечивает паразиту нужную среду обитания (*Ренни Дж.* Живущие вместе // ВМН, 1992, N 3).

Конечно, можно сказать, что прежде паразит мог использовать самых разных "хозяев" (тогда его странствия не выглядели столь удивительно) и назвать дальнейшее сужение его экологической базы рутинизацией (о ней см. п. 5-11*). Так сделано в книге [*Чайковский*, 1990, с. 123], но этим объяснено лишь завершение загадочного процесса. А его становление (выбор паразитом стратегии) требует иного подхода.

Вот совсем другой пример: мелкие бродячие (не строящие ловчих сетей) пауки рода *Tidarren* "интересны тем, что у взрослых самцов не два, как положено, а только один пальпус (копулятивный орган). Дело в том, что перед заключительной линькой паук, прежде чем стать взрослым, ампутирует [себе] один из пальпусов" (*Михайлов К.Г.* Кастрация и половой каннибализм у пауков // Природа, 2002, N 5, с. 81). Второй пальпус отламывается в ходе копуляции, за счет согласованных действий самца и самки, и продолжает совершать ритмические движения, пока самка съедает кастрированного самца. (Кстати, у головоногих моллюсков рода Nautilus похожим образом ведет себя одно щупальце самца: оно хватает сперматофор, отрывается от тела моллюска и плывет на поиски самки.) И всё это – практически без головного мозга.

Фантастика? Да, но не больше, чем всё остальное. Разве эксплуатация одноклеточными иммунитета высшего животного (п. 12) не фантастика? Мне видится перспективным построение ряда из примеров, сходных по типу своей непонятности. Паразит, управляющий иммунитетом жертвы или поведением жертвы, сходны в том, что оба становятся в один ряд с десятками иных примеров, которые никогда не попадают в учебники. А параллель иммунитетов растений и теплокровных (п. 5**) поразительно схожа с параллелью эффекта группы у растений и у животных (п. 4-15). Сложнее с оторванным копулирующим органом: хотя параллель паука с головоногим видна, но единичная параллель – еще не ряд.

Проводя единичные параллели, можно доказать всё что угодно (на что постоянно указывает системолог Ю.А. Урманцев, многого добившийся анализом параллельных рядов: ВФ, 1968, N 12; БЖ, 1970, N 2; Симметрия природы и природа симметрии. М., 1974; Природа, 1979, N 9; Эволюционика. Пущино, 1988 и более поздние работы). В таких случаях надо ждать новых параллелей, когда удастся составить ряд и начать его изучать.

Обще в этих примерах то, что если изощренное поведение проявляют не только "безголовые" пауки, но отдельные щупальца, личинки и даже клетки, явно не имеющие ничего вроде мозга, то причину приходится искать в чем-то неизвестном. Где именно? Обычная бездумная ссылка на отбор ничего тут не дает, поскольку надо понять, какой механизм обеспечивает данное поведение в данном поколении.

Мозг гусеницы слишком примитивен, а у метацеркарии его нет вовсе. Но ведь метацеркария все-таки действует, и ее действие как-то (чем-то) направляется. Пусть это и запрограммировано, но где? Тут надо вспомнить, что умеют действовать даже бактерии, причем речь идет не только об их способности к хемотаксису (уходу из вредной среды), но и об их поразительной способности приспосабливаться генетически. Эволюция смыкается с поведением особи, и естественно будет вспомнить про иммуногенез и редактирование РНК (см. п. 5-6), являющиеся, по Ерне, актами внутриклеточного мышления. О внутриклеточном мышлении пишет и цитолог Г. Альбрехт-Бюлер (*Albrecht-Bueler G.* // PNAS, 1992, vol. 89, p. 8288-8292; он же // Cell Motility and the Cytoskeleton, 1998, vol. 40, p. 183-192). Если замысел записан внутри особи, то налицо инстинкт – явление, никого не удивляющее, но тоже по сути загадочное (особенно в отношении клеток).

Если замысел записан вне особи, то мы снова ***приходим к концепции Геи***, точнее, к ее детализации: Гея управляет не только экосистемами и видами, но и индивидуальным поведением особей. В этом случае генетическая система особи играет роль приемника внешних приказов, что вполне соответствует позиции *виталистов* относительно биополя (что мы узнаем позже, в п. 7-10). В таком случае обе возможности мышления (внутри клетки и вне организма) смыкаются.

Данный вариант наиболее фантастичен, но он наиболее перспективен, поскольку открывает возможность понимания поведения, полезного не самому объекту (он при этом обычно гибнет), а системе, в которую он входит. Вполне естественна аналогия: нас ведь не удивляет, что клетки, ответственные за иммунитет, совершают сложные действия и жертвуют собой на благо организма, частью которого являются.

Напомню простой факт: акт мышления нам тоже непонятен. Считается, что это и ненужно для познания эволюции «низших», поскольку они не мыслят, но ведь «низшие» оказались не столько низшими, сколько в иную сторону развитыми. Как и мы, они реализуют замыслы, и для уяснения эволюции надо сперва понять, как и чем мы сами думаем. Однако до этого очень далеко, а эволюцию надо как-то понимать уже сейчас. Мне видятся два пути: ***либо возможно мышление на клеточном уровне*** (редактирование РНК), ***либо же мыслит субъект, находящийся вне этих объектов*** (Гея).

На мой взгляд, ни одна из старых теорий эволюции, развитых на основе изучения одних внешних и внутренних форм, не описывает реального хода эволюции именно потому, что формы не развиваются одни, без функций и окружения. Удивительно, но даже саму эволюцию форм при этом понять не удается, что видно из полной неспособности

прежнего эволюционизма понять закономерности окраски и прежде всего – мимикрии.

*** Ряды окрасок и мимикрия**

В главе 3 мы много говорили про приспособительную окраску, про наивность попыток объяснить ее отбором, и я обещал вернуться к данному вопросу. Прежде всего, очевидна *тенденция*: огромное множество видов, видимо большинство, окрашены сходно с их основным фоном обитания. Это обстоятельство нуждается в объяснении, но никак не методом софистов и Уоллеса, а каким-то общим и точным методом. Другими словами, нужно строить не отдельные толкования (каждое из них пасует перед вопросом: "а почему у других не так, почему сходные виды в сходных условиях решают те же задачи совсем по-другому?"), а единую теоретическую схему.

Первое, что бросается в глаза – если виды в сходных условиях могут как обладать покровительной окраской, так и не обладать, значит, она не обязательна, т.е. можно выжить и без нее. Фундаментальным заблуждением дарвинизма было то убеждение, что организмы отвечают на всякое вредное воздействие снижением размножаемости и ростом смертности. Как сказано в п. 2*, все виды обладают какой-то экологической прочностью, позволяющей им иметь вредные свойства. Одним из них и является вычурная окраска.

Для начала надо выстроить ряды сходных окрасок – они укажут на общее правило. Состоит оно в том, что окраски образуют правильные ряды, настолько правильные, что Вавилов называл их циклами изменчивости. Как мы видели в главе 4, ряды успешно строились в рамках номогенеза, но то были отдельные примеры. К ним следует добавить более общую идею блочности (мозаичности) процесса эволюции (п. 6-3*).

Например, она вполне применима к рисункам на крыльях многих бабочек: "Крыловой рисунок имеет модульную природу, т.е. развивается и представлен в конкретных семействах определенными блоками элементов", причем соответствующие области крыла "видимо, соответствуют морфогенетическим полям генов развития крылового рисунка" (*Артемьева Е.А.* Крыловой рисунок чешуекрылых как комплексный признак // ЛЧ, 2002).

Блочность значительно проясняет идею Вавилова, но ничем не помогает в понимании гусеницы, похожей на сухой сучок. Вавилов был уверен: "Особую категорию, не имеющую никакого отношения к закону гомологических рядов и вообще к параллельной изменчивости, составляют случаи мимикрии организмов к внешней среде, форме листьев, коре деревьев, лишайников и т.д." [*Вавилов*, с. 94]. (п. 5-12).

В наше время этот тип мимикрии именуют словом "*мимезия*". Хотя случаи мимезии тоже выстраиваются в ряды, однако Вавилов был прав в том, что мимезия стоит особняком: подражание налицо, но не видно, как свести его к законам формы. Засохший сучок не является ни функциональным, ни морфологическим единством, поэтому нет смысла искать в акте подражания ему квант селекции, т.е. отбор бессилен. По-моему, здесь следует дополнить вавиловский номогенез новым пангенезом (п. 5-12).

Лучше всех понятна мимезия у птиц: у них ГПК плывут по зародышу в кровотоке (а значит, можно допустить достижение гонады любой мигрирующей клеткой), и у них же видна быстрая адаптивная эволюция — как поведения, так и расцветок. Например, расцветка яиц кукушки имитирует расцветки 150-ти видов птиц, в чьи гнёзда она кладет яйца, причем новые (имитирующие) цвета нанесены кукушкиной скорлупы поверх исконного (голубого), и это наводит на мысль, что расцветки унаследованы нестойко [*Чайковский*, 1990, с. 121, 126]. Недавно показано, что самки кукушки активно выбирают гнёзда того вида, чью расцветку наследственно имитируют их яйца, причем наследование рисунка скорлупы кодировано в негарной половой (W) хромосоме (*Alives J.M., Moller A.P.* // BI, 2004, v. 82, N1). Тем самым, самцы не участвуют в наследовании расцветки яиц, она наследуется бесполо. Поэтому тут и стоит искать пангенез.

В более сложных случаях уместно дополнить номогенез и пангенез ламаркизмом. В самом деле, мимезия имеет всем известный функциональный аналог — многие животные меняют окраску (и тем приспосабливаются к фону) прямо при жизни. Многие камбалы, будучи положены на шахматную доску *нижней* стороной тела, изображают ее своей *верхней* стороной. К.Н. Несис (Природа, 2002, N 12) описал поразительную брачную игру некоторых головоногих: мелкий самец "переодевается женщиной" (принимает яркую брачную окраску самки), легко достигает кладки, ревниво охраняемой крупным самцом, и оплодотворяет ее. Вклад его в состав потомства невелик (основная часть яиц уже оплодотворена хозяином), но важно другое: половой диморфизм окраски может меняться, словно одежда, усилием воли. Ранее мне случилось разбирать феномен мимезии [*Чайковский*, 1990, с. 116-119], и вывод был такой: если признать прижизненную смену рисунка понятной, то мимезия тоже понятна — как акт рутинизации (о ней см. выше, с. 277). Само же понимание прижизненной смены рисунка упирается в понимание психики, а она может, как мы видели, быть даже внутриклеточной.

Много внимания уделяет мимезии упомянутая в п. 4-15* брошюра Линника. Удивительную гусеницу бабочки *Stauropus fagi* (буковая ночница; в начале жизни она имитирует сразу и муравья, и поедаемую им жертву, а позже — сухой лист) описали писатель-натуралист В.В. Набоков и дарвинист Четвериков. Для первого она являет один из "тупиков природы, где нам мерещится основная тайна ее"; для второго она могла послужить началом размышлений о неселективной эволюции (см. п. 4-3). А по Линнику, "форма самоценна независимо от своих адаптивных приложений. Красота выше пользы". Пусть слово "независисмо" слишком категорично (некоторая связь просто очевидна), но Любищев и Линник правы в том, что сведение красоты к одной пользе натянуто.

6-16. Единая схема эволюции

Настал черед обрисовать общую картину эволюции. Вселенная на всех уровнях, от Метагалактики до субмикроскопических частиц, демонстрирует собой феномен самоорганизации (в том числе коэволюции), которая несет черты многомерного фрактала: большое подобно малому, а то – еще меньшему, и структуры всех масштабов имеют дробную размерность (подробности и лит-ру см.: *Красный Л.И.* Разномасштабная делимость // ВРАН, 2002, N 6), так что эволюцию можно представить как совокупность актов фрактального роста. Нам интересны биологические уровни эволюции.

Жизнь существует на Земле в форме *биосферы*, т.е. совокупности организмов, связанных между собой функционально и пространственно, покрывающей Землю почти сплошной оболочкой. Эта совокупность являет как минимум три формы упорядоченности: 1) она состоит из частично проникающих друг в друга экосистем, 2) образована таксонами, которые образуют систему в том смысле, что каждый состоит из меньших таксонов, а таксон наименьшего ранга (у нас это будет *подвид*) состоит из организмов (особей). Наконец, 3) организмы принадлежат разным уровням сложности.

Специфика жизни состоит в том, что особи обладают *поведением* (оно связано или не связано с подвижностью) и *размножаются*. Кроме того, через каждую особь текут потоки веществ и энергии, в которых происходят *информационные процессы* (о них пойдет речь в гл. 7). Данная специфика порождает специфику биологических форм эволюции.

Самоорганизация биосферы имеет несколько уровней, и биоэволюция – самый долгий из процессов самоорганизации биосферы. (Уже по одному этому очевидно, что по-

пытка кого-то вытеснить, т.е. конкуренция, не может играть в ней определяющей роли.)

Каждый таксон задан набором меронов или, если говорить более детально, таблицей возможных значений своих меронов. Эта таблица являет собой *архетип таксона по Мейену*. Соединение меронов в единую систему являет собой *архетип таксона по Оуэну* (образно говоря, план строения). Пользуясь аналогией из техники: архетип по Мейену это инвентарный список всех деталей данного класса изделий, а архетип по Оуэну – чертеж типового изделия, характеризующий данный класс.

Архетип по Мейену обнаруживает рефренную структуру, сходную для разных таблиц. Клетки таблицы заполнены неравномерно, но не хаотично – видны определенные тенденции (по Бергсону), и обычно приблизительно наблюдается распределение Виллиса видов по родам, родов по семействам и т.д. (одно из проявлений фрактальности Вселенной).

Блоку, общему всем членам таксона, соответствует мерон данного таксона (так, всякое животное переваривает пищу, т.е. царству животных свойствен мерон "пищеварение"). Таксономический взгляд на эволюцию состоит в ее понимании как преобразования одних таксонов в другие, а диатропический – как преобразования *наборов* меронов. Если таксоны регулярно появляются и исчезают, то мероны появляются редко, и как раз в появлении новых меронов (новых строк рефренной таблицы) состоит **прогресс**. В основном же эволюция сводится к изменению состояний наличных меронов (движению в пределах одних и тех же строк таблицы).

Уровни эволюции таковы: эволюция биосферы, экосистем, таксонов. Биосфера существует одна, поэтому ее эволюция состоит исключительно в ее изменении. Остальные эволюирующие объекты как изменяются сами, так и сменяют друг друга. Чем мельче эволюирующие объекты, тем больше роль смены в их эволюции. Особи (и только они) сменяют друг друга регулярно, но это не акт биоэволюции, а ее непременное условие.

Элементарным актом эволюции будем считать появление или исчезновение подвида с определенным устойчивым свойством особей. Подвидом может обозначаться как устойчивая пространственная часть вида (например, *популяция*), так и иная его часть с определенным устойчивым свойством особей. Таксон состоит из одного или многих подтаксонов (таксонов предыдущего ранга). Таксон появляется (исчезает), если все его подтаксоны получили (утратили) некое устойчивое свойство; кроме того, таксон исчезает, если в нем не осталось ни одного подтаксона.

Фактор эволюции – элементарная (неразложимая на части в понятиях биологии) движущая сила эволюции. Вопрос о факторах сложен [*Чайковский*, 1990, с. 168], нам же здесь достаточно знать, что фактор может быть или элементарной причиной, или элементарным условием эволюции.

Основные **причинные** факторы эволюции *таксона* делятся на две группы: *смена функционирования особей* (поведения, физиологических функций или пути развития особи) и *смена наследственных свойств* особей (рекомбинации, горизонтальный перенос, мутации и т.д.). Если первая (смена функционирования) вызывает вторую (смену свойств), то налицо НПС. Но даже когда НПС нет, смена функционирования всё равно является фактором эволюции (теперь не причинным, а условным), если позволяет особи выжить и тем самым принять участие в дальнейшем процессе жизни.

Из механизмов реализации НПС известны редактирование РНК и ее последующая обратная транскрипция. Вероятно, что их список увеличится.

Основными **условными** факторами эволюции для *таксона* являются: диатро-

пические (рефренная структура и тенденции) и стрессовые (дискомфорт). Что касается *естественного отбора*, то он является причинным фактором для вымерших таксонов и условным для выживших: он создал им данные условия существования, убрав другие виды. В этом можно при желании видеть *конкуренцию* и тем самым считать ее фактором эволюции. Однако лучше избегать таких выражений, поскольку они вводят в заблуждение: ведь конкуренция наблюдается повсюду и в самых различных формах, и возникает соблазн видеть в ней (как делал Дарвин) вездесущий фактор эволюции; но никакой связи конкуренции с эволюцией (кроме вышеуказанной) никто еще не показал, хотя многие пытались.

Согласно географу А.Д. Арманду, "палеонтологическая летопись свидетельствует скорее не о вытеснении возникшими ранее таксонами более древних вследствие меньшей приспособленности последних к своей среде. Более вероятен другой ход событий, когда сначала разрушаются структуры, контролирующие видообразование, происходит расчистка экологического пространства, которое затем заполняется возникающими параллельно новообразованиями" (Анатомия кризисов. М, 2000, с. 50).

Тот факт, что отбор не служил причинным фактором ни для одного живущего объекта, делает его роль вторичной: он выявляет кванты селекции – ими служат морфологические и функциональные *блоки*, в том числе сообщества. Законы создания блоков (выступающие как первичные факторы эволюции организмов) слабо известны. Как пример такого закона можно назвать самосборку структур (подробнее см. п. 7-9).

По Мейену, эволюция предстает как *единый процесс преобразования разнообразия*. Другими словами, эволюция выступает не как набор разрозненных актов, каждый из которых надо рассматривать отдельно (как приспособление таксона к каким-то конкретным условиям), а как нечто цельное, как переход от одного упорядоченного множества к другому, столь же (или более) упорядоченному. Поэтому процесс эволюции неравномерен: долгие периоды взаимной упорядоченности перемежаются короткими периодами поиска новой упорядоченности (пунктуализм).

Эволюция таксона являет движение вдоль строк рефренов (развитие наличных свойств) и вдоль столбцов рефренов (появление новых свойств, т.е. прогресс). Приспособление таксонов носит совместный характер, т.е. является процессом коэволюции таксонов данной экосистемы и одновременно – процессом приспособления всей экосистемы к условиям неживой природы. В долгосрочном масштабе времени сама неживая природа предстает как итог коэволюции биосферы и геосферы.

Откуда берутся рефрены, мы пока не знаем. В частности, не знаем, почему рефренные таблицы сходны у организмов с очень различными онтогенезами. (Возможно, тут был прав Любищев с его "эстетической целесообразностью", являющейся частью мира идей Платона.) Зато примерно знаем, как заполняется такая таблица: чаще заполняются клетки, близкие к уже занятым, т.е. значительные изменения происходят редко. Однако эволюционные изменения всегда скачкообразны (кроме некоторых изменений размеров), поэтому промежуточные формы обычно сочетают новые свойства со старыми (блочность эволюции). Новое почти всегда создается комбинированием прежних блоков; новые единицы комбинирования появляются очень редко.

Новая клетка заполняется теми особями, которые успешно пережили стресс;

стрессом, в свою очередь, запускается генетический поиск. Этот поиск – механизм, порождающий эволюционную изменчивость. Вероятно, редактирование РНК является одной из его форм.

Всеобщность этих механизмов ставит вопрос: каким же образом генетическая информация сохраняется настолько, чтобы могла иметь место наследственность? Ответ на сегодня состоит в том, что известны (правда, пока не для всех организмов) механизмы ограждения наследственного материала от изменений ("барьер Вейсмана"). Один из них – миграция ППК в ходе раннего онтогенеза подавляющего большинства животных. Другой – отмеченный С.В. Чудовым (см. п. 8-8) консерватизм мейоза.

Основной **морфологический механизм** эволюции многоклеточных состоит в перестройках онтогенеза, суммируемых схемой «винт эволюции». "Шаг винта» (то, что можно заметить как элементарное изменение) очень различен – от нуля (некоторые виды не изменяются по многу миллионов лет) до величин, заметных даже в одном поколении (сальтационная эволюция). Причины изменения «шага винта» выяснены в последние 30 лет и являют собой **физиологический механизм** эволюции: в ненормальных (дискомфортных) условиях большинство особей вида попадают в состояние стресса и либо гибнут, либо претерпевают адаптивные модификации (эволюция по Аршавскому) и ведут генетический поиск. Эта наглядная картина требует оговорки: о стрессе, действующем на геологических масштабах времени, можно говорить в некоем переносном смысле, и еще предстоит выяснить, что это значит в терминах физиологии.

В одном Вентребер был не вполне прав: те мутации, которые он называл язвительно "двором чудес" (п. 5-4), реализуют клетки той же рефренной таблицы, что и любимые им "биологические мутации". Именно из-за этого эвстресс и дистресс ведут к одним и тем же изменениям форм и функций – только первые ненаследственны, а вторые, являясь итогом прорыва "барьера Вейсмана" (пп. 3-9, 5-11**), могут быть наследственными. Другое дело, что мутанты обычно мало жизнеспособны, но и они могут выживать, если исходный тип обладал запасом экологической прочности (п. 2*), в пределах которого отбор бессилен.

Конкретной причиной изменения онтогенеза, вызывающей появление новых видов, в настоящее время можно назвать изменение эмбрионального поля, которое, хотя бы иногда, вызывается переключением гомеозисных генов. Наиболее радикальные изменения онтогенеза (изменение уровней развития) вероятно обязаны изменению типа *иммунного надзора* – видимо, общего **молекулярного механизма** эволюции всех форм живого. Точнее, усложнение молекулярного иммунитета представляется основным стержнем эволюции организмов всех типов, от бактерий до цветковых и теплокровных. Наоборот, клеточный иммунитет (как и нервная система) служит спецификой эволюции животных, а ТВ-иммунитет – спецификой теплокровных.

Теперь – об *эволюции экосистем*. По всей видимости, микроэволюция на нее не влияет, а макроэволюция таксонов сама запускается распадом экосистем. В совокупности экосистемы образуют биосферу, они взаимно перекрываются, и таксон может входить сразу в несколько экосистем.

Основную часть исторического времени каждая экосистема проводит в состоянии равновесия или плавной перестройки (*сукцессии*), так что ее эволюция видится в форме перехода от одного равновесия к другому или к новому типу сукцессии. Механизм

перехода видится в рамках идеи *подвижного равновесия* (по Еленкину и Соболеву), а на уровне биосферы – в рамках *концепции Геи* (по Лавлоку). Все эти взгляды нашли фундамент (правда, пока еще весьма абстрактный) в понятиях новой термодинамики.

В терминах теории игр эволюцию экосистем можно рассматривать как переход к новым стратегиям, близким к оптимальности (п. 6-8). Возможно, что экстремальные принципы играют и более общую роль (п. 5-13**), пока неясную.

Если дискомфорт поражает сразу многие виды, то говорят об *экологическом кризисе*. Уцелевшие выходят из кризиса новыми видами, но не какими угодно, а лишь теми, которые допустимы рефренной структурой разнообразия (в этом *здесь* состоит естественный отбор), что позволяет нам выявлять дискретные таксоны. Но и без кризиса быстрая эволюция вида может быть вызвана, например, эпидемией (массовым горизонтальным переносом генов). Фрактальность разнообразия ведет к тому, что аналогичные по форме процессы могут происходить как очень быстро (десятки лет), так и очень медленно (многие миллионы лет).

Экосистема предстает как фрактал типа «сеть», слабо связанный (но связанный!) с другими системами, а *эволюция экосистемы* – как распад «сети» и соткание новой, обычно – заплетенной еще сложнее. Если эволюция таксонов может быть постепенной и скачкообразной, то эволюция экосистем, вероятно, – только скачкообразной: экосистема не может не быть сетью.

Вопрос о факторах эволюции экосистем разработан слабо. Пока нам достаточно иметь в виду, что ***у эволюции экосистем есть собственные факторы***. Например, любые причины, ведущие к распаду экосистемы.

Ранее [*Чайковский*, 1990, с. 177] я смог назвать всего два таких фактора – неполную замкнутость биосферных круговоротов (т.е. они на самом деле не круги, а спирали) и “неустойчивость селективных процедур”. Второй из них был изучен Кауфманом (п. 5-18*). В главе 11 будут названы еще два фактора – климатический и человеческий,

Неокатастрофизм, идущий от работ Соболева и поздних работ Шиндевольфа, дополненный пунктуализмом (группа Гулда), задает картину *темпов эволюции*: длительное постоянство (когда идут подстройки видов к их экосистемам), перемежается краткими периодами быстрых перестроек экосистем и, как следствие, – входящих в них таксонов.

Наконец, ход эволюции можно рассматривать как единый процесс развития биосферы, в чем-то похожий на развитие организма: как появление у зародыша отдельных типов клеток подчинено задаче формирования цельного организма, так и эволюция природы как целого подчиняет себе эволюцию каждого таксона. Единый организм биосферы (Гея) являет собой как физиологическую и генетическую, так и морфологическую целостность. Одно неясно – есть ли он единое целое в смысле поведения.

Независимо от неясности многих деталей, эволюция в целом предстает как единый системогенез, а не как набор актов приспособления каждого вида к его собственной среде. Среда как независимый фон выступает в отношении немногих обстоятельств (космические факторы, вулканизм и т.п.).

* Новые свойства и новые сущности

Сказанное построено, в основном, на исследовании появления новых частных свойств – число и форма органов, окраска, теплоустойчивость, детали пове-

дения и т.п. Почти вся эволюционная литература занята именно исследованием частных свойств, но этим не продвигается решение главной проблемы – откуда и как взялись главные свойства живого (дыхание, питание, фотосинтез, размножение и т.д.), и как появилось мышление. В таком виде эволюционизм не выходит за рамки, данные Григорием Нисским: наблюдаемое развитие природы есть всего лишь реализация потенций, изначально заложенных в мир его Творцом. Пусть слово "эволюция" только такое развитие и означает, но хотелось бы продвинуться дальше. Возможно ли в ходе эволюции появление новых сущностей, т.е. совсем нового, того, чему прежде и зачатков не было? Луэс, введя понятие "эмердженты", как бы ответил положительно, но за истекшие век с четвертью успех в данном направлении был невелик: в основном он коснулся уточнения вопроса, а не раскрытия сути явления [*Чайковский*, 1990, с. 227-228].

Ближе всех к сути проблемы подходили те эволюционисты, которые видели в эволюции таксонов хологению (или трансиндивидуальный онтогенез, п. 4-13), но они же и указали на тупик: да, онтогенез создает новую сущность (живую особь с новой душой), и она с поколениями изменяется, но он использует при этом родительский материал. Если эволюция шла в принципе сходно с онтогенезом, то она понятна лишь настолько, насколько понятно наличие в ней предков. А откуда первый из них?

До тех пор, пока не будет дано содержательное описание эмерджентной эволюции, позиция креационистов будет оставаться по сути более крепкой и последовательной, чем эволюционная. Разумеется, можно парировать их вопросы ответным вопросом: откуда взялся Творец? – но при этом не будет продвижения в понимании самой эволюции.

Обычная уловка, высказанная еще Луэсом (новое всегда составлено из элементов старого, например, из тех же атомов), очень слаба: элементов слишком много, сборка происходит слишком регулярно, а значит, для объяснения эмерджентности нужен какой-то особый принцип (на него намекал и Поппер: <<иррационалисты, которые говорили о "креативной" или об "эмерджентной" эволюции, смогли разглядеть нечто важное>> – *Поппер К.* За пределами поиска инвариантов // ВИЕТ, 2002, N 4, с. 681). Данный принцип естественно связать с идеей Кауфмана, но это дело будущего.

Пока же приведу параллель, отмеченную Б.И. Кудриным, основателем *технетики*: "Дарвин писал, что вымирание древних форм является почти неизбежным следствием возникновения новых. В технике это не совсем так. Экскаватор не вытеснил лопату (сохранились коса и вообще все простейшие изделия) ... Кстати, в биологии тоже не совсем ясно, как обстоит дело с простейшими...". Добавлю: тут как раз параллель полнее, чем полагает Кудрин – древние формы как в биологии, так и в технике, вымирают далеко не всегда, и далеко не всегда ясно, почему (см. п. 5-16).

И далее, напомнив про отсутствие переходных форм от рептилий к первоптице и от телеги к первому автомобилю, а также про первые самолет и фонограф, для которых даже нельзя сказать, чем могла бы быть предшествующая форма, Кудрин резюмировал: "Сами изделия или есть, или их нет ... Палеотехник (гипотетический) едва ли установил бы родство ... между несомненными родственниками: вольтовым столбом и батарейками "Крона" ... Таким образом, не ставят ли палеонтологи нереальную задачу: восстановить родство по ископаемым остаткам, которые утратили идеальную сторону информации, неизбежную при информационных процессах?" [*Кудрин*, с. 38, 39].

Вопрос о связи родства материального, родства идеального (сходства мыслей) и эмерджентности очень глубок. Мы вернемся к нему по рассмотрении проблем появле-

ния жизни, ибо жизнь – самая главная и (для нашей темы) самая первая новация, которую невозможно списать на прежние акты эволюции. Об этом пойдет речь в главе 7. Другая фундаментальная новация – появление зародыша, будет рассмотрена в главе 8, при обсуждении эволюции многоклеточности. Третью – появление человеческого сознания, рассмотрим в главе 9.

6-17. Избавимся от неоправданных терминов

Вот, если кратко, и всё. Многие читатели удивятся: а где популяции и их генофонд, где дивергенция и конвергенция, ароморфозы и алломорфозы, симпатрическое и аллопатрическое видообразование, где всяческие формы отбора? Неужели автор всё это отрицает? На подобные вопросы Кордюм отвечал в конце своей книги так: все эти термины ввести можно, а некоторые даже полезно, но «нельзя подменять терминами о процессе механизмы самого процесса». Увы, в последние полвека СТЭ была занята в основном именно терминами: встречаясь с новым явлением, давала ему название и вводила соответствующий тип отбора, чем анализ и завершался. Самые яркие опытные результаты пропадали в трясине новых неосмысленных терминов – вспомним хотя бы открытия Шапошникова (п. 5-9).

Часто термин служит в СТЭ самогипнозу. Вот пример. Всякий важный акт эволюции в школе А.Н. Северцова именуют *ароморфозом*, а самый важный ароморфоз – ключевым. «*Ключевой ароморфоз*» – это свойство, обретение которого организмом «существенно изменяет взаимоотношение его функциональных подсистем» (Современная палеонтология. М., 1988, т. 2, с. 104). Автор этих слов зоолог А.С. Раутиан привел примеры: «Ключевым ароморфозом в становлении амфибий было, по-видимому, прикрепление конечностей к осевому скелету независимо от головы», у птиц – «наличие оперения», а у млекопитающих – «оптимизация силовой обработки пищи во рту... а также, вероятно, волосяной покров». По данной идеологии, внешне маловажный признак ведет к перестройке организма.

Никакого объяснения (хотя бы с позиции отбора) тут нет, потому даже не все дарвинисты могут данный взгляд принять. Например, “можно только удивляться тому, что Северцов… относит к числу ароморфозов изменения в строении зубов, органов дыхания и кровообращения, кожи и т.д., но не упоминает изменений в структуре и функции репродуктивной системы” (*Иванова-Казас О.М.* Эволюционная эмбриология животных. СПб., 1995, с. 292). Можно добавить иммунитет и многое другое. Есть решительные критики, вообще отрицающие «ключевой ароморфоз». Так, палеонтолог А.Г. Пономаренко пишет: <<Практически в любом учебнике эволюции можно видеть схему, изображающую то, как возникающая новая группа «ключевым ароморфозом» однократно прорывается в новую, пустую адаптивную зону... Представляется, что этот процесс был иным. В прежней адаптивной зоне в самых разных группах появляются отдельные черты, характерные для будущей группы-доминанта, и каждое такое появление формирует новую адаптивную зону>> (ПЖ, 1998, N 4, с. 7). По-моему, лучше вообще избегать термина “ароморфоз”.

Бывает, что некоторое свойство организмов непрерывно изменяется при расселении вида (так, часто организмы одного вида мельче в южных популяциях, чем в северных). Это так называемая *клина*; в дарвинизме феномен клины «объяснили» тем, что ввели термин *клинальный отбор*. Подобных форм отбора придумано более двад-

цати. Самый важный из них – стабилизирующий отбор; мы видели, что за этим термином стоит точка зрения (притом ламаркистская), но не стоит никакого механизма (п. 4-14).

В пп. 5-1* и 5-8* уже говорилось, что осмысленность самого термина "отбор" радикально зависит от пристрастий пишущего. Для генетика, занятого селекцией случайных мутаций, вызванных искусственно и полезных для хозяйства, часто выглядит нелепой мысль, что эволюцию нельзя понять в терминах отбора полезных мутаций. Из названных ранее таковыми были Четвериков, Тимофеев-Ресовский и Эфроимсон. Наоборот, Вентребер (как и многие эмбриологи) и Любищев (как и многие систематики) полагали искусственные мутации ни на что не годными, над идеей же отбора иронизировали. Цитолог Лима вообще назвал свою концепцию "Эволюция без отбора" (п. 11). Можно ли эти позиции примирить? Диатропика указывает такую возможность и ее границы.

Все эволюционисты, независимо от своих пристрастий, описывают один и тот же процесс, который был выше охарактеризован как процесс заполнения клеток рефренных таблиц, но важным считают разное. Для одних важнее всего устройство самих таблиц (номогенетики), для других важнее, как из одной клетки попасть в другую (ламаркисты и жоффруисты), третьим (дарвинисты) эти аспекты неинтересны, их волнует выживаемость особей, поскольку они полагают, что она в каждой клетке таблицы своя. Четвертые (экологи) предпочитают строить таблицы не для таксонов, а для их взаимодействий (цепи питания, сообщества, климатические особенности и т.п.). Цель же наша – понимание эволюции как единого целостного явления, отдельные аспекты которого высвечивали прежние концепции.

Как бы ни оценил читатель мои усилия, он должен признать, что в части 2 сказано о многих *механизмах эволюции*, притом открытых недавно. Их удается собрать в единую схему, которая в последние годы начинает получать признание (по частям). Воспользуемся ею и с ее позиции кратко осмотрим в части 3 фактический *ход эволюции*.

Часть 3. Как эволюция шла

Из предыдущей части мы узнали что за последние полвека изменилось понимание задач эволюционизма. Процесс эволюции надо рассматривать не просто как постепенную замену одних таксонов другими как преобразование экосистем, влекущее за собой замену видов. Такой взгляд радикально меняет все представления об эволюции органического мира, и прежде всего – о возможных путях происхождения жизни.

Глава 7. Загадка начала жизни

Рождение жизни из неживого, самое загадочное (после происхождения Вселенной) событие, именуют термином **биопоэз** (от греч. *биос* — жизнь и *поиэзис* — изготовление, создание), или менее удачным *абиогенез*. Проблем встает много, и для начала выделю две. 1) "Свести по отдельности любое из жизненных явлений проявлений к физико-химическим процессам по-видимому можно, а вот вывести из физики и химии неживого их комплекс – целостный, активный и направленный структурированный процесс – нельзя" [*Воейков,* с. 287]. Эта трудность хорошо известна математикам как невыводимость, или проблема Гёделя, но биофизики и биохимики долгое время надеялись понять биопоэз именно путем мысленного воссоздания тех физико-химических условий и процессов, в которых из

неживого родится живое. Удавалось получить некоторые вещества и структуры, но они не были живыми. 2) Жизнь возникла на Земле однажды, и прямых свидетельств этого события не сохранилось, а наука умеет работать только с воспроизводимыми актами. Посмотрим, как и в какой мере эти трудности преодолеваются.

7-1. С чего начинать отсчет эволюции жизни?

Большинство эволюционистов (начиная с первого, известного по имени – то был Анаксимандр) вплетали свои соображения об эволюции живого в общую схему развития мира, а таких, как Дарвин, не делавший этого, было мало. С рассмотрения космической эволюции обычно начинают знакомство с эволюционными теориями и школьные учебники.

В космологии есть понятие «*антропный принцип*», идущее от Сократа; суть его в утверждении, что эволюция мира с самого начала шла таким образом, чтобы в определенный момент в ней мог появиться мыслящий наблюдатель. Так проще дать объяснение удивительному соответствию значений мировых констант – скорости света, массы протона, заряда электрона и т.д.: если бы хоть одна из них имела несколько иное значение, во Вселенной не было бы не то что людей, не было бы даже атомов.

Антропный принцип можно понимать двояко. С одной стороны – как выражение креационизма, т.е. как точку зрения, привлекательную для верующих: первичное согласование констант дано Богом. С другой стороны, принцип можно рассматривать и как идею своеобразного отбора: из всех мыслимых вселенных человек живет в той единственной, в которой он смог произойти. А это уже созвучно дарвинизму, в рамках которого тоже принято говорить: данное свойство организмов существует потому, что не имевшие его не смогли жить. Физик Пол Девис (США), пропагандист «антропного принципа», признал, что вторая (эволюционная) версия идейно близка дарвинизму. По его мнению, наша Вселенная отобрана из «ансамбля» вселенных, а всякий успешно живущий организм – из «ансамбля» менее успешных организмов. Им же справедливо отмечено, что антропный принцип «сродни традиционному религиозному объяснению мира: Бог сотворил мир, чтобы люди населяли его» (*Девис П*. Случайная Вселенная. М., 1985).

Девис привел и критику в адрес принципа, в частности, такую: «Географ, убежденный в предопределенности всего сущего», мог бы счесть реку Миссисипи специально сотворенной, поскольку она «очень удобно подходит ко всем пристаням и проходит под всеми мостами» (*Девис П*. Суперсила. М., 1989, с. 260). Конечно, прилагать антропный принцип к географии нелепо, поскольку очевидно, что река возникла раньше, а технические сооружения – позже и по другим законам. Не так ли следует подходить и к рассмотрению космоса? Пока не было частиц, не было и их констант, а когда (по мере охлаждения Вселенной) частицы стали возникать, у них обнаружились те свойства (выражаемые константами), которые вписывались в уже возникший мир (т.е. возникли те частицы, которые могли существовать).

При объяснении биопоэза (происхождения жизни из неживого) возникают такие же трудности: в самой простой клетке все удивительно подогнано друг к другу, равно как подогнаны друг к другу и разные клетки (организмы и части многоклеточного организма). Не менее удивительна взаимоподогнанность частей биосферы. И о том, что все это создано для человека, тоже долго говорили – в рамках «естественного богословия» (см. гл. 1).

Многие биологи прямо высказываются в антропном духе – например, эколог М.И.-

Будыко в книге «Эволюция биосферы» (Л., 1984): биосфера показалась ему малоустойчивой и до сих пор существующей лишь потому, что в периоды кризисов ее спасало что-то внешнее, удачная случайность. Так, когда биосфера была готова замерзнуть, «как раз» повышалась активность вулканов, увеличивавшая парниковый эффект.

Такая же исходная посылка господствовала в 1970-е годы в работах по биопоэзу. Приведу самую явную формулировку: «Эволюция должна начинаться со случайных событий. «В начале» – каков бы ни был точный смысл этого понятия – по-видимому имелся молекулярный хаос, и в гигантском многообразии химических соединений не было никакой функциональной организации» (*Эйген М.* Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. М., 1973). Забегая вперед, отметим, что эта установка завела проблему в тупик, и поэтому мы будем излагать иную схему, исходящую из довольно четкой (но с элементом случайности) упорядоченности химических процессов на молодой Земле, из убеждения, что никакого «молекулярного хаоса» на планете никогда не было.

Опыт космологов заимствуется и авторами школьных учебников. Например: «чем более активна оказывалась молекула белка как катализатор, тем больше пользы приносила она своему обладателю. По-видимому, в это же время происходило становление генетического кода» (*Захаров В.Б и др*. Биология. Общие закономерности. М., 1996). На первый взгляд такое утверждение относится к дарвинизму, однако это все же проявление антропного принципа в его первой (религиозной) форме: поскольку удачный белок еще не мог размножиться и вытеснить конкурентов, его сопряжение с еще не существующим «генетическим кодом», выглядит как предустановленное.

Нет смысла спорить с верующими – то божество, в которое они верят, вполне реально для них и обладает теми атрибутами, в какие они верят. Но обратим внимание: антропный принцип космологами (и то не всеми) взят на веру лишь для того, чтобы *объяснить соотношение констант*. Они вовсе не предлагают обращаться к нему всякий раз, как что-то неясно, а биологи-дарвинисты делают именно это. Вот как, например, как объясняют авторы того же учебника возникновение фотосинтеза: «В более выгодном положении оказались организмы, приобретшие способность использовать энергию света для синтеза органических веществ из неорганических. Таким образом возник фотосинтез». Снова ссылка на выгодность дана вместо опыта или рассуждения о возможных путях происхождения механизма этого процесса. Читатель может сравнить эти фразы о фотосинтезе с мыслями Анаксимандра о появлении людей и Эмпедокла об отборе (гл. 1), а затем решить, велик ли прогресс за 2500 лет в способе думать об эволюции.

Антропный принцип часто признают потому, что не видят альтернативы ему; точнее, альтернативой служит только идея «случайной Вселенной», где совпали начальные условия, друг от друга независимые. А нельзя ли найти другое объяснение? Более научной мне представляется линия рассуждений, отвергающая антропный принцип во всех его формах как излишний, – во всяком случае, пока не исчерпаны все остальные аргументы (высказанная в п. 5-1* презумпция рационального объяснения явлений). Трудности, побудившие космологов ввести этот принцип, а биологов – подразумевать его, одинаковы во всех науках и вызваны тем, что процесса эволюции не видно, а его результаты поражают своей согласованностью.

Однако в большинстве наук ничего похожего на антропный принцип не предлагается, – ученым оказалось куда интереснее искать механизмы явлений и их наиболее общие связи, чем

полагать всякую загадочную связь божественной или, что почти то же самое, – «антропной».

И все же одна особая трудность у космологов действительно имеется: соответствие констант выглядит чудесным прежде всего потому, что Вселенную не во что «погрузить», ее нельзя рассмотреть как часть чего-то, чтобы вывести ее законы из свойств этого «чего-то». Но к нашей теме данная трудность не относится: жизнь – порождение Земли, как Земля – порождение космоса. Приняв космическую эволюцию как нечто данное, мы можем начать распутывать клубок загадок рождения жизни.

Это значит, что проблему биопоэза необходимо начинать распутывать с эволюции неживой природы. Более чем за 100 лет попыток понять его как самостоятельную химическую проблему было синтезировано множество органических веществ, понята важность мембран и прочих граничных структур, но и только. Куда двигаться дальше по этому пути, непонятно. Пойдем по другому пути: попробуем извлечь конкретные сведения о возможных путях биопоэза из того, что известно о ранней Земле.

7-2. Молодая Земля

В конце 1997 года журналы пестрели великолепными цветными фотографиями поверхности Марса, добытыми американским аппаратом «Марс-Пасфайндер». Оказалось, что марсианская пустыня несет явные следы прежнего течения по ней бурных вод. Куда же они делись? В настоящее время у Марса не только нет океана, но почти нет и атмосферы, и считается, что миллиард лет назад они были сорваны с планеты в результате падения крупного астероида. Такие катастрофы, видимо, случались и с Землей, но наша планета наращивала себе и новую атмосферу, и новый океан, а Марс так и остался голым. Объясняют это тем, что газы и вода поступают на поверхность планеты из недр, а марсианские недра давно мертвы – чем меньше планета, тем быстрее она «вымерзает».

Наш Мировой океан, кажущийся очень старым, в одном смысле вечно молод: у него всегда новое дно. Возраст самой старой известной нам океанической коры (на западе Тихого океана, под километровым слоем осадков) не выше 200 млн лет, тогда как самые древние известные породы континентальной коры (на юго-западе Гренландии) в 19 раз старше – им 3 млрд 800 млн лет. Океанское дно обновляется в ходе *спрединга* (растекания): из недр новые массы горных пород непрерывно поступают в *срединноокеанические хребты*. Они расползаются, а старая океаническая кора, как полагают, задвигается под кору континентов. Подробнее см. п. 9-8.

Всем известен «круговорот воды в природе», необходимый для поддержания жизни, и столь же нужны круговороты всех важных для нее элементов, – например, фосфора. Однако у нас на глазах фосфор мигрирует лишь в одну сторону – вымывается (а теперь и добывается человеком) из горных пород в виде солей, включается в жизненные процессы, затем сносится в моря и океаны, где оседает на дно с телами отмерших организмов (*Дятлова К.Д.* Круговорот фосфора // БШ, 2000, N 7).

Назад из океана возвращается всего около 1% фосфора, в основном доставляемого морскими птицами в виде гуано. Круговорот замыкается только через медленные глубинные процессы (когда захороненные осадочные породы возвращаются на поверхность), и без горообразования на континентах жизнь долго не продлится. Даже куда менее дефицитный углерод постоянно поступает из вулканов в форме углекислого газа.

Всё это привело ученых к формулировке «геохимического принципа сохранения жизни»: ***планета может быть обитаема, пока активны ее недра*** (*Ронов А.Б.* Стратисфера, или осадочная оболочка Земли. М., 1993, с. 133). Активность недр важна не

меньше, чем активность Солнца. Чтобы на нашей планете продолжалась жизнь, Земля сама должна быть в указанном смысле живой. Это означает, что Лавлок и другие ученые, серьезно считающие Землю организмом (гипотеза Геи, см. пп. 6-1, 6-15), заслуживают полного внимания. Для них феномен организованности биосферы – не набор случайностей (как у Будыко), а результат ее собственной активности.

В частности, сторонники Геи обратили внимание на удивительную особенность земной атмосферы: по законам химии азот, основной ее газ, должен бы окислиться (за счет грозовых разрядов и квантов света) и перейти в нитраты океана, а кислород, сильнейший окислитель, вообще не должен был появиться в заметных количествах. Более того, величина концентрации кислорода в атмосфере (20%) близка к предельной: при 25% все, что может гореть, сгорело бы. Таких примеров можно привести множество, и совпадениями ничего не объясняется, поскольку они слишком регулярны.

Если же признать Землю активной (живой), то биопоэз выступает как самый заметный акт взросления нашей планеты, а отсутствие его в наше время – как выход Земли из фертильного возраста. Конечно, скептик может заметить, что Земля – не организм, ибо не размножается, что она породила не другую планету, а собственную часть (биосферу). Однако не все живое размножается. Например, не размножаются рабочие пчелы.

В мифе у древних греков Гея, богиня Земли, тоже порождала не другой мир, а части уже существующего мира – того мира, который благодаря этому стал пригоден для жизни людей. С позиции гипотезы Геи проблема биопоэза ставится совсем по-новому: ***необходимо понять факт появления не первой клетки, а первой биосферы***.

В условиях, похожих на первичные, найдено много способов получения основных «кирпичиков» живого – аминокислот, сахаров (в том числе и рибозы – компонента РНК), нуклеотидных оснований (пиримидинов и пуринов). Многие необходимые для любой жизни молекулы найдены даже в вулканах и метеоритах. Неорганические компоненты (прежде всего, фосфаты) тоже были в молодой Земле. Но что происходило на ней дальше? Пионер исследований биопоэза биохимик А.И. Опарин видел задачу в построении чего-то похожего на первичную клетку, плававшую в «первичном бульоне», содержавшем органические молекулы. Он был уверен, что именно в ней природой найдены все механизмы первичной жизни. Еще в 1920-х годах его внимание привлекли коацерваты – микроскопические коллоидные капли, содержащие полимеры и плавающие в воде. Он затем изучал их более полувека. Коацерваты могут окружать себя простыми оболочками и, достигнув предельного размера, распадаться на несколько дочерних.

В 1950-е годы несколько дальше продвинулся американский биохимик Сидней Фокс, показавший, что в качестве полимеров можно использовать протеиноиды – цепочки аминокислот, которые он получал, нагревая смесь сухих аминокислот. Растворяя их затем в воде и нагревая крепкий раствор в автоклаве до температуры выше 130°С (запомним это!), он тоже получал микрокапли, в которых наблюдались некоторые ферментативные свойства. У этих капель тоже возникали оболочки и при охлаждении происходило «деление клеток» (рис. 42). Однако оно прекращалось по исчерпании запаса протеиноидов, а пополняться сам собой их запас уже не мог, поскольку для этого необходимы совсем иные условия – перегретой (130°С) жидкости.

Впоследствии в русле идей Опарина – Фокса было высказано много важных мыслей. Например, владивостокский кристаллохимик Э.Я. Костецкий и его коллеги видят биопоэз как последовательность синтезов макромолекул (белков и нуклеиновых кис-

лот) на апатитовых матрицах; на них же и происходил, по их мнению, и синтез первых клеточных оболочек, поскольку минерал апатит обладает подходящими стереохимическими свойствами (*Костецкий Э.Я.* // Ж. эволюц. биохимии и физиологии, 1999, N 3).

Недавно Воейков неожиданно (в том числе для него самого) пришел к выводу, что подход Опарина содержит гораздо больше ценного, чем думали в последние полвека. Оказывается, в "первичном бульоне" могут идти многие реакции поликонденсации (полимерзации с затратой энергии и выделением воды), источником энергии для которых служит механическое движение воды. При движении воды (особенно через сверхтонкие поры) идет ее диссоциация, и гидроксилы образуют перекись водорода в неожиданно больших (свыше 1%) концентрациях. Она и служит окислителем. Часть перекиси разлагается на O_2 и H_2. Для необратимости этих реакций требуется сток продуктов. При поликонденсации он достигается сменой условий среды; при разложении перекиси O_2 и H_2 уходят в атмосферу, где O_2 остается внизу и служит основным окислителем (*Voeikov V.L.* Reactive oxygen species, water, photon, and life // Rivista di Biologia / Biology Forum 94, 2001).

Поликонденсация является одной из форм первичной самоорганизации, возможные механизмы которой Воейков рассмотрел в докторской диссертации (Биофак МГУ, 2003).

Однако проблемы биопоэза как целого этим, разумеется, не решаются: надо еще понять, как и почему полимеры могут собираться в то, что нужнодля жизни. В частности, надо понять, как сопрягаются процессы, требующие противоположных условий среды.

Для «биопоэза по Фоксу» нужно сочетание предельно различных условий: для синтеза аминокислот – влажная атмосфера (из метана, аммиака, углекислого газа и паров воды) с электрическими разрядами (грозами), для синтеза протеиноидов – сухой порошок аминокислот, для синтеза микросфер – перегретая жидкость, а для их деления – вода при «комнатной» температуре. Как их совместить? Об этом в учебниках ни слова.

Земная кора охладилась ниже 100°С около 4 млрд лет назад, и океан еще 800 млн лет был теплее 90° С, а самая древняя известная осадочная порода (3,8 млрд лет) уже несет следы жизни (подробнее об этом поговорим в п. 4). Выходит, что жизнь возникла всего за 200 млн лет и притом в кипятке! Это странно, ибо на дальнейшую эволюцию клетки ушло 2 млрд лет.

Тут можно вспомнить старое предположение – что жизнь не возникла на Земле, а была занесена извне, и что там, где она действительно сама возникла, биопоэз мог идти миллиарды лет. Однако возможность этого сомнительна, поскольку, как сейчас считают, самой Вселенной всего 15 млрд лет, а жизнь не может возникнуть около звезды первого или второго поколения – из-за отсутствия тяжелых химических элементов. Солнце же принадлежит третьему поколению звезд. «Появление земных форм жизни нельзя считать задержав-

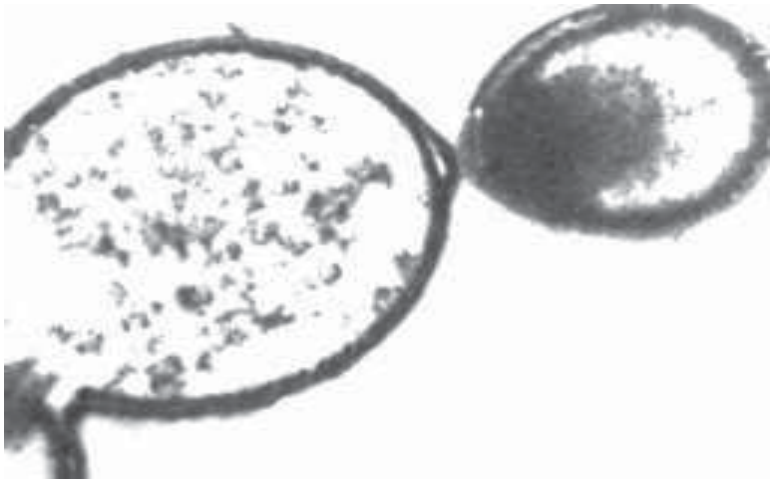


Рис. 42. Электронная микрофотография среза делящихся микросфер (по С.Фоксу)

шимся, поскольку не исключено, что они относятся к числу самых первых во Вселенной. Дело в том, что... возникновение и развитие многоклеточных форм жизни возможно лишь в системах звезд со средней массой, относящихся к третьему и последующим поколениям» (*Аллен Дж., Нельсон М.* Космические биосферы. М., 1991, с. 60).

Далее, как бы ни попала жизнь на Землю извне, такая гипотеза не объясняет, как жизнь возникла где-то (см. п. 11-1). Остается добавить, что пока нет разработанной теории биопоэза, не следует удивляться и его скорости. Может быть, биопоэз и должен осуществляться быстро?

7-3. Отбор до размножения. Разве так бывает?

В хорошем обзоре старых теорий биопоэза читаем: «В экспериментах Опарина и Фокса мы находим, конечно, лишь аналогию живого, но эти эксперименты будят мысль. Они показывают, в какой мере поведение, напоминающее жизненные процессы, коренится в физико-химических особенностях, и иллюстрируют идею выживания в результате химического отбора. Ясно, что это единственный вид естественного отбора в эволюции, который мог существовать до появления молекул, играющих роль носителей информации» (*Дикерсон Р.* Химическая эволюция и происхождение жизни // Эволюция. М., Мир, 1981). Примерно то же видим в нынешних учебниках, поэтому данное суждение надо рассмотреть.

Что «будят мысль», это верно, но что такое – поведение молекул и микросфер? И что за отбор без наследственности? Он описан у Дикерсона так: «Можно представить себе, что до появления живых клеток первобытный океан буквально кишел такими «каплями»... Те из них, в которых случайно оказывались катализаторы, способные стимулировать «полезные» процессы полимеризации, должны были существовать дольше... На протяжении долгих геологических эр действовал, по-видимому, мощный химический отбор, сохранявший те типы капель, которые были способны...» и т.д. В общем, вряд ли автор сам вполне понимал, что хочет сказать. Попробуем понять.

«Химический отбор» – термин, обозначающий не естественный отбор, а явление из химии открытых систем, т.е. систем, обменивающихся веществом и энергией со средой. В открытой системе основная часть реагентов вовлекается в ту реакцию, которая протекает быстрее всего; в отличие от «обычной» химии, где реакции протекают в сторону химического равновесия, в химии открытых систем направление реакций следует за направлением потока веществ. Пример: в закрытом железном сосуде стенки покрываются лишь тонким слоем ржавчины, хотя в сосуде есть свободный кислород – установилось равновесие; а железная труба с текущей по ней водой ржавеет до дыр – поток несет все новый и новый кислород.

Явление интересно, мы им еще воспользуемся, но зачем говорить о капле, непрерывно существовавшей миллионы лет? Смысла для эволюции от нее нет: хотя бы она и «существовала дольше», ее преимущество гибло вместе с нею, поскольку она не обладала наследственностью. Однако в химическом отборе есть смысл, если рассматривать не конкретную каплю, а массовый (геохимический) процесс: появление более эффективной реакции, в результате которой новый вариант процесса становится доминирующим. Сколько времени в нем жила та или иная «капля», безразлично.

В этом отношении полезно вспомнить «ретроградную концепцию» эволюции биохимических систем, которую предложил американский биохимик Норман Горовиц (*N.H. Horowitz.* On the evolution of biochemical synthesis // PNAS, 1945, vol. 31, N 6). Вот как

резюмировал ее Дикерсон: «Горовиц... предположил, что метаболические системы эволюировали, так сказать, задом наперед. Если в наше время какая-нибудь метаболическая последовательность ведет, например, от вещества А к веществу Б и далее к веществам В, Г и Д, то можно думать, что в самом начале возникла потребность в веществе Д и самой древней реакцией была реакция получения Д из Г, а Г было сырьем, запас которого имелся в окружающей среде. Лишь после того, как этот запас начал иссякать, возникало давление отбора в пользу способности получать Д из другого сырья, т.е. из В. Затем недостаток В породил конкуренцию» и т.д. Так «медленно и постепенно эволюционировала, наконец, – в обратном порядке – вся метаболическая цепь». Уточню: во-первых, для нашей темы надо счесть, что все реакции от А до Д текли в неживой природе (геосфере) и первой «живой» реакцией стал синтез вещества Д; во-вторых, Горовиц полагал такую схему полезной для понимания начала жизни "по Опарину".

Жаль, что ни Горовиц, ни Дикерсон не пробовали поставить опыт, чтобы выяснить, как на самом деле действует «давление отбора».

Такой опыт, совсем не думая про биопоэз, многократно ставили все, кто исследовал генетический поиск, точнее, реальный (а не вымышленный) процесс накопления полезных мутаций (см. гл. 5). И результат оказался плачевным, хотя и естественным – пока ресурс был, выживал тот, кто умел им пользоваться, а не тот, кто учился использовать что-то иное; когда же ресурс исчерпывался, гибли все, кроме того умельца, который мог быстро найти (вот он, генетический поиск!) что-то новое. Но генетического поиска до появления генетической системы быть не могло, поэтому нет смысла обращаться тут к обычному отбору. Зато есть смысл вспомнить суть химического отбора: ресурс вовлекается в основном в тот процесс, который его быстрее использует, как бы много ресурса ни было. Если «органический» процесс оказывался таким, он занимал место «неорганического».

Не будем корить Горовица: он высказал интересную мысль, к которой мы еще вернемся, тогда как нужной для него теории – химического отбора – в то время еще не было. А вот за что он достоин упрека, так это за фразу в том же докладе: "Хотя вероятность появления полезного признака (character) посредством случайного объединения многих генов мала, она никогда не равна нулю". Это типично бездумный пересказ постулата из чужой отрасли, нелепость которого стала бы ясна автору при хоть каком-то обдумывании – ведь сам же он исходил из того, что ***в биохимии полезны не признаки, а цепи реакций***, а для них искомая вероятность не станет заметно отличной от нуля и за триллион лет. И даже если произойдет невероятное, искомый комплекс "признаков" тут же распадется.

Возможна лишь та реакция, которая идет в сторону химического равновесия (или его аналога, если система в принципе неравновесна). Отсутствие интереса к этому обстоятельству, характерное для школы Опарина, делает ее мало интересной. Любищев называл подход Опарина *принципом импробабилизма*, поскольку в нем делается ставка на регулярность событий, практически невероятных. В предыдущей моей работе этот принцип назван "принципом слонопотама" – в честь медвежонка Винни-Пуха, который, услыхав о существовании неведомого зверя слонопотама, вырыл у своего домика яму и стал ждать, пока слонопотам туда свалится [*Чайковский,* 2001, с. 230]. Тем не менее, подход Опарина до сих пор имет сторонников (*Злобин Ю.А., Беляева М.Ю.* Рец. на книгу Ф. Дайсона "Происхождение жизни" // УСБ, 2000, N 6). Недавно выяснено, что в "первичном бульоне" действительно могли идти реакции синтеза, но не полинуклеотидов и белков, а сахаров [*Пармон*]. При этом <<первопричина включения в процессы есте-

ственного отбора нуклеиновых кислот... могла быть естесвенным следствием "достройки" азот- и фосфатсодержащими фрагментами уже функционировавших в "протобульоне" простейших автокаталитических олигосахаридных систем>> [*Пармон*, с. 982]. К сожалению, "достройка" никак не обоснована кинетически и, вероятно, основана на "принципе слонопотама".

Надо не уповать на чудо, а строить теорию. В 1960-х годах шведские ученые – химик Л. Силлен и геолог М. Руттен – сделали к ней важный шаг: Они отвергли концепцию «первичного бульона» как химически невероятную. Дело в том, что желаемые для биопоэза реакции – это те, которые должны быть направлены против химического равновесия, а, следовательно, их продукты в «бульоне» не могут накапливаться ни за какое время. Поэтому Силлен и Руттен предложили сменить познавательную установку: не надеяться на последовательность исчезающе редких удач, а выяснить, ***при каких условиях нужные реакции могут протекать устойчиво и были ли такие условия на молодой Земле. Нужным условиям удовлетворил не «бульон», а поток.*** В нем может идти любой синтез, если его продукт уносится (или еще как-то предохраняется) от распада [*Руттен*, с. 297].

Но как это могло достигаться? Первый шаг к ответу на этот вопрос дан в книге упомянутого в п. 6-10 химика А.П. Руденко «Теория развития открытых каталитических систем» (М., 1969), в которой показано, что в потоке веществ и энергии возможно саморазвитие, причем сам собою развивается не продукт, а катализатор. Оказывается, активность катализаторов может повышаться в процессе их функционирования, и поток веществ преимущественно перерабатывается этими, улучшенными катализаторами. Более активные катализаторы образуются вполне понятным путем – за счет их «избирательного отравления», т.е. сужения спектра ускоряемых реакций. Теперь катализатор становится как бы узким, но ценным специалистом, и прежние катализаторы вытесняются им из соответствующих химических реакций в потоке веществ.

Это явление Руденко назвал естественным отбором, но мы будем использовать устоявшийся к нашему времени термин «**химический отбор**». Реакцию, в которой происходит эволюция катализатора, Руденко назвал *базисной*. Тем самым, в анализе биопоэза акцент был перенесен с привычного вопроса «что синтезировано?» на вопрос «как синтезировано?», и процесс рождения жизни предстал как эволюция катализаторов неорганических «базисных реакций».

К сожалению, сам Руденко не указал, какие из реакций биопоэза следует считать базисными, и, тем более, не обратил внимание ни на какие процессы, кроме катализа. Наоборот, он без обиняков заявил, что «никакая другая эволюирующая модель не может дать исчерпывающего описания добиологической химической эволюции и вскрыть ее причины». Но это неверно – в биопоэзе есть много иных проблем. Поэтому на фоне появившейся вскоре новой термодинамики, давшей более общую теорию открытых систем (в ней показано, что в открытых системах структуры могут возникать и усложняться сами собой), частное достижение Руденко осталось почти без внимания. Мало кто заметил, что без его теории дальше двигаться невозможно: именно он описал один из необходимых конкретных механизмов самоорганизации – механизм порождения *затравок*, нужных для формирования любой термодинамической структуры (п. 5-14).

Что касается теории химического отбора, то лавры достались немецкому химику Манфреду Эйгену, выступившему с похожей идеей в 1971 году (его книга упомянута в п.

1). Но Эйген ввел отбор как аксиому, взятую из дарвинизма, а у Руденко отбор – реальное явление в реакции с изменяющимся катализатором. Недавно теорию Руденко вновь использовал (к сожалению, без ссылки на него) новосибирский химик В.Н. Пармон. Он показал, что электрические разряды и прочие "сильные воздействия" на "бульон" могли играть роль "мутаций", скачком изменяющих катализатор базисной реакции [*Пармон*, с. 980] (а вовсе не сдвига точки равновесия, как думали прежде). Аналогия химического отбора с естественным стала еще полнее, и о первом можно теперь сказать то же, что в главе 5 говорилось о втором: отбор квантов селекции возможен, но вопросы эволюции этим не решаются, ибо важнее понять сам процесс возникновения данных квантов.

7-4. Сначала биоценоз, затем организмы

Подлинно интересную теорию биопоэза начали строить те, кто рассматривал проблему не в рамках "бульона", а в рамках «гипотезы Геи».

Двумя главными для современной жизни химическими процессами являются расщепление воды с выделением свободного кислорода и, наоборот, окисление различных субстратов свободным кислородом. Первую реакцию в неживой природе осуществляет солнечный ультрафиолет, а в живой – фотосинтез. Вторая реакция в неживой природе всем известна (например, железо ржавеет), а в живой природе это – дыхание.

Химические реакции, текущие в неживой природе, неудобны для жизни тем, что каждый их акт связан со слишком высоким перепадом энергий. Эволюция (появление фотосинтеза и дыхания) состояла в замене коротких слишком высокоэнергетических химических реакций на длинные многоступенчатые органические процессы (дающие в итоге те же продукты), что позволило природе пользоваться небольшими, годными для живых объектов, квантами энергии, каждый из которых порождает одну реакцию или порождается одной реакцией, и все они – компоненты длинного процесса.

В 1978 году биохимик и историк науки К.Б. Серебровская указала на то, что эти реакции суть базисные реакции по Руденко, и тем самым дала его теории новую жизнь в рамках того, что можно назвать **ценотической теорией биопоэза** (ЦТБ). Ранее (БПС, 1999, N 11) она была названа, менее удачно, биоценотической концепцией абиогенеза.

Состоит же теория в утверждении, что жизнь возникла сразу в форме примитивного биоценоза, лишь позднее разделившегося на отдельные особи и виды; сначала на планете существовали только геохимические круговороты веществ, затем возникали одна за другой метаболические реакции – сразу в форме звеньев, которые встраивались в прежние круговороты, – а уже потом возникли наследственность, отдельные особи и размножение. Каждый из первых шагов биопоэза (замена какого-то неорганического катализатора той или иной геохимической реакции на протеиноид) был связан с химическим отбором. Аппарата наследования на этой стадии еще не требовалось.

Наглядным примером включения органического звена в геохимический круговорот является круговорот серы, изображенный на рис. 43: он существует и вне жизни, но основной поток серы из морских вод в горные породы в наше время осуществляют организмы (бактерии Desulphovibrio и др.), которые восстанавливают сульфаты в сульфиды. Отличить биогенные сульфиды можно по тому, что в них на несколько процентов повышено содержание тяжелого изотопа серы с атомным весом 34 – за счет того, что биологическая реакция идет другим (многоступенчатым) путем.

Исток ЦТБ находят у В.И. Вернадского, в его «Биогеохимических очерках» (1940): «Первое появление жизни при создании биосферы должно было произойти не в виде

появления одного какого-нибудь вида, а виде их совокупности, отвечающей геохимическим функциям жизни. Должны были сразу появиться биоценозы». Но вопрос о том, как это могло реально получиться, Вернадского не заинтересовал. Первым шагом в сторону конкретизации ЦТБ можно считать упомянутую «ретроградную концепцию» Горовица: с ее помощью впервые показано, как в принципе органический процесс мог встраиваться в геохимический круговорот, а именно, в порядке, обратном обычному порядку протекания химических реакций.

Следующий, после Горовица, шаг к ЦТБ сделал в 1957 году английский физик, натурфилософ и историк науки Джон Бернал – в Москве, на Международном симпозиуме «Возникновение жизни». В докладе [*Бернал*] он обобщил разрозненные высказывания предшественников и сформулировал следующие тезисы:

1) Если «первичный бульон» и существовал, то возникает проблема – как в нем обеспечивались нужные концентрации нужных наборов веществ (то, что позже разработали Силлен и Руттен);

2) Вероятнее всего, «бульона» никогда не было, а образование мономеров осуществлялось параллельно с их полимеризацией;

3) Для этого были удобны мелкие водоемы на грани высыхания, причем в качестве катализаторов, заменявших ферменты, служили глины;

4) В эту эпоху «ничего похожего на обособленный организм возникнуть не могло, а могли существовать лишь беспорядочные образования довольно постоянного состава, в которых метаболизм поддерживался некоторое время и которые более напоминали холодное пламя, чем организмы»;

5) Такие «субвитальные единицы» могли иметь меняющиеся границы и сливаться друг с другом, причем несовместимые разрушались, а у подходящих друг другу «диапазон их биохимической активности расширялся»;

6) Сначала это были «зоны» (позже Бернал даже ввел термин «субвитальные территории»), занимавшие целые равнины, покрытые влажным субстратом (Бернал называл его илом и почвой, что неверно – ничего подобного до возникновения жизни не существовало);

7) Появление разнообразных полимеров привело к возникновению мембран, а это позволило субвитальным единицам локализоваться в коацерватных каплях и других микрообъектах. Поскольку они не имели аппарата наследственности, их лучше называть не протоклетками, а *эобионтами* (этот термин в 1953 г. предложил Н. Пири);

8) Появление наследственного аппарата непонятно, однако важны два экспериментальных факта: во-первых, «два дополнительных синтетических полирибонуклеотида (один с группой пурина, а другой с группой пиримидина), каждый в отдельности неправильно скрученные, соединились in vitro… в плотную двойную спираль, аналогичную спирали природной ДНК». Во-вторых, нуклеиновая кислота может служить матрицей только для точно ей соответствующей, тогда как один «фермент может может способствовать синтезу многих, если не всех, нуклеиновых кислот».

Последний пункт надо пояснить. Бернал указал на три обстоятельства: (1) РНК может самопроизвольно скручиваться в двойную спираль, (2) РНК может копировать только саму себя, (3) белок ничего сам не копирует, но может один катализировать копирование самых разных полимеров.

Не пытаясь решать проблему «взаимной связи между синтезом нуклеиновой кислоты и белка» (она не вполне решена и сегодня), Бернал фактически указал самое главное в проблеме появления наследственности: первым наследственным веществом удобно считать такую РНК (а, заметим, не ДНК), которая могла принимать естественную форму сама, без белков, тогда как первой функцией белка наследственной системы должна была служить РНК-полимеразная активность. Момент появления этой «взаимной связи» Бернал и полагал моментом рождения жизни.

Итак, по Берналу, ***рождению жизни предшествовало появление обширных субвитальных зон*** и, затем, обособление внутри каждой из них множества крохотных эобионтов; лишь после этого появилась *наследственность*. До ее возникновения процессы протекали сами собой, поскольку не были уникальны (как и в случае обычных химических процессов). Удивляться высокой скорости этой стадии биопоэза не приходится – медленно осуществляется лишь то, для чего требуется многократное ожидание маловероятных актов.

К сожалению, ни Бернал, ни кто-либо другой на Западе, не продолжил в дальнейшем развитие идеи ЦТБ. Дальше азов теории химического отбора там дело не пошло. Таким образом, центр мысли о ЦТБ остался в России, чему способствовал и колоссальный авторитет Вернадского.

В 1970 году к биоценотической концепции еще на шаг приблизился биолог М.М. Камшилов, работавший после сталинской ссылки в Институте водных проблем в поселке Борок Ярославской обл. Главная его мысль состояла в том, что если сначала возник метаболизм, а затем клетки и их размножение, то сразу должно было появляться большое число самых разных одноклеточных видов – когда какой-то первичный биоценоз расчленялся на отдельные организмы. В доказательство Камшилов приводил факт внезапного появления всех типов беспозвоночных в кембрийском периоде. Хотя аргумент и неверен (как мы теперь знаем, организмы появились на 2 млрд лет раньше), это не умаляет пионерской роли книги Камшилова «Биотический круговорот» (М., 1970). В то время для ЦТБ не было никаких конкретных

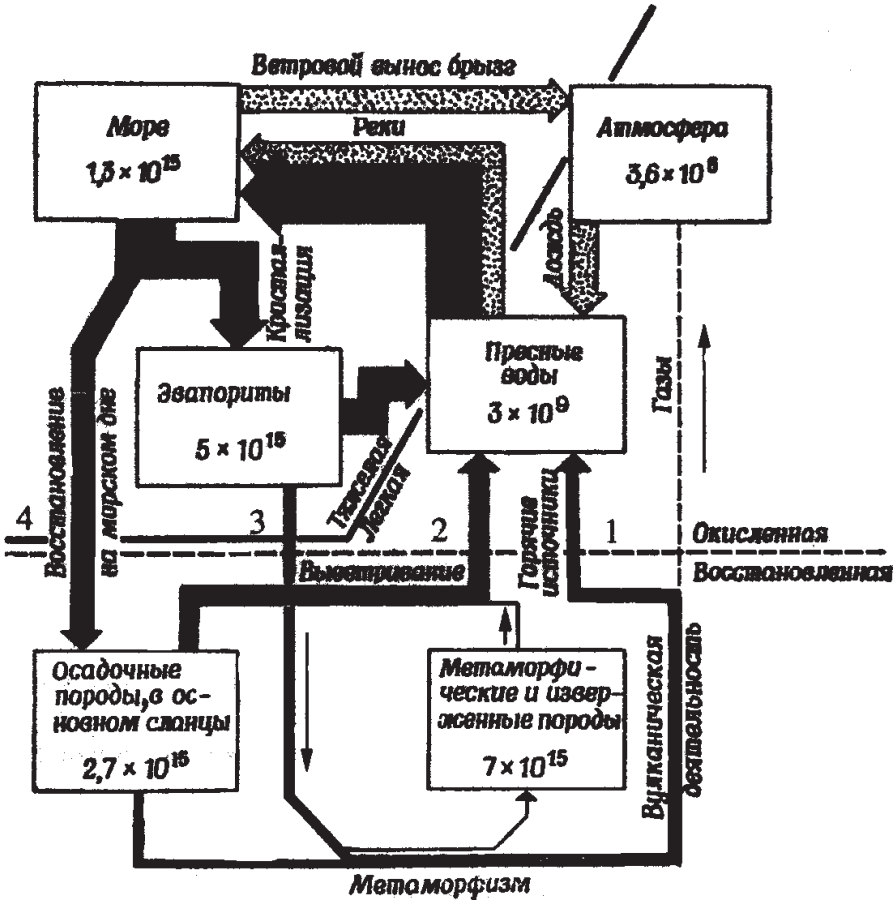


Рис. 43. Круговорот серы. Справа от ломаной линии сера представлена веществами, в которых тяжелого изотопа серы мало, слева - в которых много. Выше прерывистой линии преобладание сульфатов, ниже - сульфидов. Эвапориты - породы, образовавшиеся за счет высыхания растворов. 1 и 2 - потоки из недр, не связанные с жизнью. 3, 4 и 5 - потоки, в которых преобладает биогенная сера. Масса серы указана в тоннах (по: [*Руттен*])

данных, и немногих ее приверженцев объединяло лишь нежелание принимать царившую идеологию – «что ведет к нам, то и возникало» (по сути это вариант антропного принципа). К тому же Михаил Михайлович сочувствовал натурфилософскому мнению Вернадского о том, что жизнь всегда существовала в виде биосферы.

Но бактериолог Г.А. Заварзин, столь же ревностный почитатель Вернадского, тем не менее возражал против первичности биосферы. По его мнению, о биосфере как целом нет никаких сведений до тех пор, пока в геологической летописи не появились *цианеи* (синезеленые водоросли). Они же известны лишь 2 млрд лет, тогда как бактерии появились заведомо раньше (*Заварзин Г.А.* Литотрофные микроорганизмы. М., 1972, с. 318).

Поясню: следами жизнедеятельности бактерий считается изменение соотношения изотопов (в осадочных породах) и состава атмосферы; и то и другое выясняется изучением осадочных пород соответствующей эпохи. Так вот, появление цианей (они выделяют при фотосинтезе кислород) привело к накоплению кислорода в атмосфере, каковой стал влиять на развитие жизни около двух млрд лет назад. Наоборот, у молодой Земли была совсем иная атмосфера, почти или вовсе без кислорода.

Это ясно из того, что осадочные породы, погребенные в то время, содержат недоокисленное (двухвалентное) железо. В подземных водах его много и сейчас, но оно сразу же окисляется на воздухе: многие читатели могли сами видеть, как льющаяся из скважины прозрачная вода быстро мутнеет – это растворимые соли двухвалентного железа окисляются воздухом в плохорастворимые соли трехвалентного.

Но если кислорода в атмосфере не было, то почему древнейший след жизни оказался окисленной породой – бурым железняком? Ответ был Заварзиным предложен простой: первые организмы составляли биоценоз, который был тесно сомкнутым, похожим на нынешний лишайник, и окислитель (кислород) в атмосферу не выходил.

Заварзин также обратил внимание на важный факт: в горячих источниках близ нынешних вулканов обнаружено множество различных **литотрофных** (питающихся неорганикой) бактерий – и высказал предположение, что они-то и были первичными организмами. К этой мысли мы еще вернемся.

По Заварзину, всё, чего не мог синтезировать первый организм, он получал из геосферы (идея Горовица), но само появление первых бактерий – т.е. собственно рождение жизни – Заварзин связал (позже, в 1990-х годах) исключительно с космосом. Прав ли он? Думаю, что нет, и вот почему: никто не объяснил, как на Землю мог попасть *биоценоз*, а у сторонников ЦТБ вскоре появилось косвенное подтверждение их правоты.

Изотопный анализ показал, что самые древние осадочные породы (те самые, из юго-западе Гренландии) несут следы жизни – их изотопный состав таков, какой обычен у остатков жизнедеятельности. Однако в этих породах нет никаких свидетельств наличия отдельных организмов (клеток). По последним данным (LEG, 12), древнейший гренландский осадочный слой имеет возраст 3,85 млрд лет и уже содержит изотопный сдвиг, а древнейшие породы, содержащие нечто похожее на бактериальные клетки, – 3,4-3,5 млрд лет (Австралия, Южная Африка), т.е. бактерии на 400 млн лет моложе жизни. Этим косвенно подтверждается та идея, что в самом деле ***жизнь возникла до клеток***, в форме системы биохимических реакций.

Тут надо заметить, что численным данным особо доверять не стоит (на что верно указывают креационисты, например, ЮШ). Однако сама последовательность слоев гораздо более надежна, чем цифры, а нам это и важно. Если за время от рождения жизни до появления клеток океан достаточно остыл, то в игру смогли вступить поверхностные

явления, невозможные в прежней "скороварке" (см. ниже, п. 7). При низкой влажности воздуха тонкий поверхностный слой воды (0,1 - 0,3 мм) охлаждается примерно на 1 градус, а "градиент температуры в тонком слое может вызвать термодиффузные процессы, приводящие к разделению ионов и других компонентов" [*Яковенко, Твердислов*, с. 1138], характерному для внутриклеточной среды. Эту среду локализуют и фиксируют *микробрызги* (полости размером с клетку, окруженные гидрофобной оболочкой — [там же, с. 1143]), о которых речь пойдет далее (см. п. 9).

Особняком стоит "алданий" — комплекс пород Алданского щита в Сибири, превосходящих возрастом все иные известные слои. Там в слое возрастом 4,3 млрд лет микропалеонтолог В.В. Кошевой обнаружил объекты, сходные с бактериями; данные эти обсуждаются [*Резанов,* с. 59-60].

7-5. Биосфера как организм

Итак, жизнь, возможно, возникла в форме биоценоза. Но биоценоз – не биосфера: биоценозы зависят друг от друга, а биосфера одна. Быть может, и она родилась раньше, чем организмы? Такую биосферу, неподеленную на организмы, изобразил Станислав Лем в фантастическом романе «Солярис». У него биосфера планеты представлена одним гигантским разумом, внимательно исследующим прибывших землян. Не так ли выглядела и первичная биосфера Земли? Первоначально Лавлок рассматривал свою «Гею» как нечто похожее, однако принять его идею биосферы-организма в такой форме ученые отказались. И все же она, при всей ее экстравагантности, вовсе не абсурдна: пусть биосфера состоит из других организмов, но это не мешает рассматривать и ее саму как организм – ведь существование других «составных» организмов хорошо известно – таковыми можно считать и пчелиный улей, и начиненного зелеными водорослями моллюска, и, конечно, лишайники. Более того, наш собственный организм тоже в некотором смысле составной: он состоит из органов, они – из тканей, которые, в свою очередь, состоят из клеток. А сами клетки могут быть организмами – при подходящих условиях опыта они долго живут вне организма («культура тканей»). Иное дело, какими свойствами составной организм может обладать, а какими нет.

Сначала Лавлок наделял его даром предвидения; в ожидании будущих бед «Гея» устроила на своей поверхности подходящие слои (атмосферу, гидросферу и биосферу), подобно тому, как человек одевает себя одеждой: «Гипотеза Геи постулирует, что физические условия на поверхности Земли, в атмосфере и океане – как прежние, так и нынешние, активно созданы жизнью самой для себя... Это противоположно обычным представлениям, по которым жизнь приспособилась к условиям планеты и они произошли своими отдельным путями» (*Lovelock J.E.* Gaia: A new look of life on Earth. Oxford, 1979, с. 152). Но затем, под воздействием критики, Лавлок в книге «Возрасты Геи» ослабил ее предполагаемые возможности, сведя их к способности поддерживать ее собственный гомеостаз. Организмом считается уже не планета, а биосфера, и нервной системой ему служит царство животных. Головного мозга нет, поэтому, образно говоря, «Гея» из «человека» обратилась в животное вроде улитки.

Казалось бы, "головным мозгом» Геи можно считать человечество (в духе «ноосферы», как ее понимал Вернадский), но Лавлок счел иначе – по его мнению, человечество противостоит Гее, и она чуть ли не готова к ампутации этого больного органа; во всяком случае, Лавлок уверен, что она переживет «ядерную зиму», как больной –

ампутацию (*Lovelock J.E.* The ages of Gaja. Oxford, 1989, с. 171-177). Хотя Гея теперь лишилась у Лавлока дара предвидения, но в ней по-прежнему «эволюция организмов и эволюция окружающей их среды тесно связаны в единый процесс. Его естественное свойство – саморегуляция».

Многие биологи стали бурно возражать, поскольку <<большинству биологов все-таки трудно принять даже идею глобального гомеостаза. Дело в том, что почти невозможно представить себе переходное звено от локальных эффектов к изменениям в масштабе планеты. Организмы, изменяющие свою среду в интересах потомства, конечно, получают за счет этого преимущество: вот почему птицы, например, строят гнезда. Но трудно понять, каким образом эта чисто дарвинистская «семейственность» может действовать в масштабе многих поколений и на континентальных расстояниях>> – писал в редакционной статье журнал «Scientific American» (перевод см.: ВМН, 1990, N 2, с. 62).

Можно выразиться и сильнее – не просто трудно, а невозможно! В предыдущих частях мы не раз убеждались, что дарвинизм эффективен лишь тогда, когда вопросы целостности вообще не возникают. Однако биосфера, ни с чем не конкурируя, поддерживает свои основные параметры – состав атмосферы, вод и т.д. – это ли не свидетельство целостности?

Характерны слова голландского геохимика Петера Вестбрука, одного из основателей Общества геофизиологии в Оксфорде. На вопрос: "Говоря о сверхорганизме, вы подразумеваете, что она живая. Но ведь Земля не размножается?" – Вестбрук ответил: "Это большая проблема. Для биологов система, которая не размножается, не может подвергаться естественному отбору и потому не может улучшаться, не может приспосабливаться. Вот главный аргумент против Геи. Но на сегодня дарвинизм спорен. Есть и другие возможные принципы организации, кроме естественного отбора. Например, работа Стюарта Кауфмана (см. п. 5-18** – *Ю.Ч.*), показавшая, что порядок, структура, может самопроизвольно возникать из хаотической ситуации. Я нахожу это таинственным: на некотором уровне организации природа подчиняется простым правилам. Так, на грани между порядком и хаосом, поддерживает себя жизнь. Если слишком много порядка, то нет адаптации, если слишком много хаоса, то нет больше движения, нет самосохранения. Словом, я не хочу вступать в спор о дарвинизме, если мне ясен вклад" (*Westbroek P.* La Terre est-t-elle un superorganisme? // LR, 1997, N 295, p. 101). Он имел в виду вклад идеи самоорганизации в понимание сути явления устойчивости биосферы: по Вестбруку, факт непрерывности жизни в течение миллиардов лет неслучаен, не выводится из физики и химии Земли, а потому заставляет искать механизм целостности (там же).

Нам надо выяснить, когда целостность возникла, ибо первые ценозы, как уже сказано, биосферы не образовывали. Бернал простодушно помещал эобионты в ил и в почву, но это, как мы уже говорили, – образования органические, организмами сделанные. А как выглядела поверхность суши до появления организмов? За последние 30 лет ученые пришли к согласию в том, что она состояла из ровных, почти горизонтальных поверхностей примерно на уровне океана и почти вертикальных скал. Как писал Руттен, биопоэз, вероятно, протекал в период между актами горообразования, а в такое время «материки, как правило, стачиваются эрозией до уровня моря». Напомню: это понимали и древние (п. 1-5). Остается добавить, что выветривание и размыв (эрозия) происходили тогда несравненно быстрее, поскольку при отсутствии почв ничто не сдерживало буйства ветров и водных потоков. Ровная суша изобиловала мелкими водоемами, то и дело высыхавшими, а затем снова расте-

кавшимися. Это означает, что противоположные условия, нужные для синтеза мономеров и для их полимеризации ("биопоэз по Фоксу", п. 2), чередовались.

Такая принципиальная нестабильность в наше время многими полагается в основу самого феномена эволюции [*Еськов*, с. 133]. Данное понимание эволюции противоположно прежде общепринятому, которое полагало основным феноменом "стационарный характер процессов" [*Галимов*, с. 133]. Совпадение номеров страниц выглядит символичным, но уточню: в описании биопоэза речь идет о регулярной смене условий (например, ежесуточной) и о регулярном переносе реагентов из одних условий в другие, тогда как эволюционисты имеют в виду смену эпох. Общее же то, что всякая системная эволюция видимо в принципе нестационарна (стационарное толкование эволюции заимствовано биологами из статистики населения [*Чайковский*, 1990, с. 77] и из планетной астрономии, где "вековые" сдвиги параметров тоже именуются эволюцией).

Столь же важен был повсеместный контакт трех фаз – твердой, жидкой и газовой. Это соединение трех фаз, сохранявшееся многие миллионы лет, называют *эквилибросферой* (слоем равновесия). Название неудачно: ведь на самом деле биопоэз требовал регулярного чередования противоположных условий. Но сам контакт трех фаз был долгим, и введение понятия эквилибросферы проясняет многие вопросы биопоэза.

Вспомним, что первый ученый, рассуждавший о естественном возникновении жизни (Т. Бернет, п. 1-13) говорил именно о границе трех фаз. «Бульон» появился только в концепциях XX века, и, видимо, там и останется. (Впрочем, и в «бульоне» Опарин видел границу фаз – это оболочки коацерватов.) Аллен и Нельсон (п. 2), пишут: «Формирование сравнительно устойчивой эквилибросферы (твердые вещества – жидкости – газы) происходит в первые несколько сотен миллионов лет ее существования. До этого планета находится в состоянии постоянных изменений».

Жизнь и поныне основана на процессах, идущих на границах фаз, только теперь эти границы, в основном, пролегают внутри клетки.

7-6. Новая термодинамика: планета делает на себе жизнь

Наша главная задача – показать, что биопоэз был не скоплением счастливых случайностей, а термодинамически оправданным явлением. В п. 5-14 было сказано, что новая термодинамика, в отличие от прежней (т.е. от термостатики), показала неизбежность образования и усложнения структур в любой системе, в которой существует поток вещества и энергии, в достаточной мере неравновесный. Диссипативной структурой (ДС) является и пламя, и организм, и биоценоз, и вся биосфера.

Могут возразить, что такие ДС, как водоворот или пламя, не являются самостоятельными предметами – их, например, нельзя передвинуть, не двигая их субстрат, а потому вроде бы и нельзя сравнивать с живыми существами. Но живое тоже нельзя произвольно сдвинуть в том пространстве, в котором оно выступает как ДС – например, в пространстве концентраций внутриклеточных веществ. Хотя они могут «гулять» сами, как «гуляет» по ванне водяная воронка. Важно понять, что слова «живое как ДС» относятся не к веществу (оно может и не измениться, если организм убить), а к тому, что делает его живым, к процессам.

С точки зрения термодинамики, жизнь – гигантская ДС, состоящая из множества меньших ДС, а те состоят из еще меньших и т.д., т.е. в этом смысле жизнь организована фрактально (см. гл. 6). Земля как планета не перестанет существовать, когда за счет ее охлаждения потоки из недр остановятся; а вот биосфера без этих потоков умрет.

Неотъемлемой частью жизни является процесс обмена (вернее сказать – поток) веществ: и биосфера, и организм создают и поддерживают свою структуру, непрерывно разрушая нечто внешнее и выбрасывая свои отходы наружу. Земля пока еще достаточно горяча, в ней существуют потоки веществ, обеспечивающие ее магнитное поле, движения земной коры и выход веществ из недр (вулканы, источники вод и т.п.). Эти потоки обеспечивают иерархию различных ДС, наиболее заметны из которых две – подвижная кора и биосфера. Земля обеспечивает биосферу потоками веществ, тогда как потоки энергии обеспечивают Земля, Солнце и космос.

Концепция жизни как иерархии диссипативных структур взята мною из более общей теории «самоорганизующейся Вселенной». Ее автор Эрих Янч, системолог и натурфилософ, переехавший в США из Австрии (*Jantsch E.* The self-organizing universe. Oxford – N.Y., 1980), во многом определил взгляды известной школы Пригожина (п. 5-14), которая, к сожалению, редко его упоминает. Подробнее о взглядах Янча можно прочесть в книге [*Чайковский*, 1990]. Добавлю только, что Янч понимал термин ДС расширительно и что термин "солитон" (в смысле Петухова – п. 5-14) был бы не хуже.

С изложенной точки зрения, жизнь порождена Землей (точнее, ее потоками), и в этом смысле саму Землю можно признать живой. Более того, биосфера жива лишь постольку, поскольку жива Земля – в п. 3 мы подошли уже к тому же выводу с позиций геологии. Жизнь могла родиться только тогда, когда Земля находилась в соответствующем возрасте, и потому заглавие книги Лавлока «Возрасты Геи» вполне оправданно.

Никакая ДС не может образовываться постепенно, любая ДС (как и всякая целостность) возникает скачком. Этим обстоятельством воспользовался дальневосточный геолог В.Н. Компаниченко. Он отметил диссипативный характер всех процессов биопоэза и выдвинул на этом основании гипотезу, состоящую в утверждении геологически мгновенного («революционного») становления первых живых систем, противопоставленную эволюционной гипотезе Опарина. Каждая стадия биопоэза характеризовалась появлением новых типов ДС (*Компаниченко В.Н.* Возникновение жизни в глубинах гидротермальных систем. Хабаровск, 1996).

В заключение замечу, что с позиций термодинамики биопоэз выгоден для планеты: если термодинамически выгодно образование различных ДС, а не их разрушение, то особенно выгодно накрыть их все вместе единой оболочкой, замедляющей общее разрушение. Такую оболочку совместно и создают биосфера и созданная ею атмосфера. (Как сказано в п. 4, кислородную атмосферу создали цианеи.)

7-7. Жизнь родилась в скороварке?

Как мы уже видели, юная Земля не имела современной суши, и, если не считать вертикальных скал, то вместо суши тогда была, вероятно, чуть ли не сплошная эквилибросфера: во-первых, то и дело высыхающие и вновь заливаемые отмели (см. п. 4), а, во-вторых, бьющие повсюду из земли горячие источники, поставляющие материал на эти отмели. Первые, еще «не совсем живые» структуры (эобионты) следует искать в щадящих условиях. Но что ими считать? В эпоху биопоэза океан был кислым (а не соленым) кипятком, с неба лился поток ультрафиолета, дули метановые и аммиачные ветры при высоких давлениях. Понятно, что условия, комфортные для нас, для первых организмов были бы гибельными.

Если добавить, что для образования ДС необходимы устойчивые потоки

подходящих веществ, то окажется, что лучшей колыбели жизни, чем горячие источники вод и газов, нечего и искать. Об этих источниках как о поставщиках требуемых веществ думали давно, но лишь лет 30 назад стали искать жизнь прямо в них. И нашли нечто изумительное. Источники горячих вод на суше и на дне океанов наделены своей особой жизнью —сообществами бактерий, неспособными жить при обычных для нас температурах (*Дятлова К.Д.* Круговорот серы и фосфора в биосфере. Ч. 1 // БШ, 2000, N 6). Сначала они были описаны как особое приспособление к жару, но затем стало ясно, что именно эти бактерии являются самыми древними. Большинство из них относят к обширной группе *архебактерий*, т.е. древних бактерий. Следовательно, это не они приспособились к жаре, а вся остальная современная жизнь приспособились к обитанию в условиях «холода».

Гидротерма (или гидротермаль) – это выброс горячих газов, растворов и взвесей из разломов океанического дна, чаще всего – в срединноокеанических хребтах, т.е. в зонах спрединга (п. 2). Их температура часто намного превышает 100°С, но вода в них не кипит, поскольку при огромных глубинных давлениях ее точка кипения может превышать 300°С. Среди гидротерм наиболее эффектны и поэтому более известны «черные курильщики» – выбросы, в которых преобладает *пирит* (дисульфид железа), образующий огромные клубы черной взвеси. Вокруг выброса формируется труба твердых осадков высотою до 20 м, а рядом часто располагается «белый курильщик» из светлых взвесей, не образующих труб, и в результате всего этого гидротерма в свете прожектора выглядит как сказочный подводный завод (рис. 44). Каждый курильщик существует всего 50-100 лет – до тех пор, пока активен выброс, и все это время окружен биоценозом совершенно необычных организмов.

Известны литотрофные бактерии (п. 4), живущие в устьях гидротерм и имеющие оптимум роста при 110° С, как в скороварке. Они восстанавливают углекислый газ и серу, окисляя водород и выделяя метан и сероводород, чем обеспечивается включение основных химических элементов в биологические круговороты. При этом «у нас нет никаких оснований предполагать, что бактериальные обитатели реликтовых сообществ сколько-нибудь серьезно изменились со времени своего возникновения» (*Сергеев В.Н., Холл Э.Х., Заварзин Г.А.* Первые три миллиарда лет жизни: от прокариот к эвкариотам // Природа, 1996, N 6, с. 55, 57).

Последнее утверждение следует уточнить: имеется в виду сохранение древних экологических и физиологических функций микробов, о конкретных же биохимических реакциях ископаемых микроорганизмов мы почти ничего не знаем. Представляется невероятным, что первые живые организмы были столь же биохимически сложны и совершенны, как современные.

Гидротермальную жизнь подробно и увлекательно описал французский зоолог Люсьен Лобье [*Лобье*], один из первых ее исследователей. Среди гидротермальных сообществ существуют такие, которые только из недр получают необходимые им вещества; по-видимому, они представляют собой биоценозы, способные жить без остальной биосферы. Поясню сказанное.

Основная часть биосферы держится на противоположных реакциях:

фотосинтез: $CO_2 + H_2O$ + свет = углевод + O_2

дыхание: углевод + O_2 = $CO_2 + H_2O$ + энергия.

Но это возможно лишь потому, что уже есть биосфера, обеспечившая кислородную атмосферу, а также системы фотосинтеза и дыхания. Чтобы создать биосферу, надо

было включить в органический круговорот первую порцию органических веществ, а для этого нужны литотрофы (по-гречески это значит – камнееды, хотя на самом деле основной пищей этим бактериям служат газы: H_2, CO_2 и т.п.); они являются **первичными продуцентами**, поскольку именно они делают органику из неорганики. Вот несколько литотрофных реакций (я выбрал те, которые идут в бактериях гидротерм, причем не любые, а те, что обеспечивают свой биоценоз энергией):

образование метана: $4H_2 + CO_2 = CH_4 + 2H_2O$,

образование сероводорода: $H_2 + S = H_2S$, (1)

образование дисульфида натрия: $5H_2 + Na_2SO_3 = 2Na_2S + 3H_2O$.

Получив запас энергии в форме восстановителя, бактерия приступает к хемосинтезу (аналогу фотосинтеза), например делает глюкозу:

$3H_2S + 6CO_2 + 6H_2O = 3H_2SO_4 + C6H_{12}O_6$. (2)

(Окислителем тут служит не кислород, а, как ни странно, углекислый газ.) Этой глюкозой пользуется и сама бактерия, и тот, кто ее съест. Но не путем дыхания (ибо свободного кислорода вокруг нет), а путем гликолиза. И только когда сделанное таким путем органическое вещество будет выброшено из гидротермы током кипятка в обычную воду, содержащую растворенный кислород, тогда оно может быть использовано окончательно (съевший аэроб превратит его в CO_2 и H_2O).

Так и хочется сказать, что каждый такой ценоз – маленькая биосфера, но это не так: он не замкнут, не утилизирует своих отходов, а выбрасывает их наружу. Таким образом, и понять его возникновение проще, и роль его в дальнейшей эволюции очевидна – создание базы для остальной, более сложной и разнообразной жизни, для будущей биосферы.

Как это происходило, можно понять, изучая окрестности гидротерм. Глубины океана представляют собой пустыню, в которой гидротермы служат оазисами. Литотрофные бактерии служат пищей огромной массе организмов (иногда до 50 кг сырого веса на кв. метр дна), среди которых бывают и крупные беспозвоночные, например, моллюски, включая головоногих.

Интересно, что в такой экосистеме почти отсутствует привычное нам поедание крупными организмами мелких: вместо этого большинство крупных животных разводят внутри себя бактерий, поставляющих им пищу. Таковы *рифтии* (тип погонофор) – огромные, до полутора метров, внешне похожие на кольчатых червей, но с султаном щупалец. Щупальца яркокрасны, но любоваться ими некому – вокруг полная тьма.

Как и все погонофоры, рифтии не имеют никакой пищеварительной системы, но если остальные погонофоры, вероятно, *сорбенты* (всасывают пищу всем телом), то для рифтий установлено иное: они обладают полостью, наполненной автотрофными (усваивающими CO_2) бактериями, которые в данном случае играют роль растений. Разница состоит лишь в том, что вместо света источником энергии им служит H_2S, вероятно произведенный литотрофом в гидротерме согласно указанной выше реакции (1) и использованный внутри рифтии согласно реакции (2).

Однако самое интересное в том, что теперь видно – растения, обычно именуемые продуцентами, в действительности являются лишь **вторичными продуцентами**: они только возвращают в биологический круговорот тот углерод, который выпал из него, когда организмы-деструкторы, т.е. редуценты, а также животные, разрушая органику, испустили его в форме углекислого газа. Включить в органический круговорот неорганику (азот, серу и т.п.) они неспособны, да и CO_2 из недр включают в органику не они, а литотрофы. Однако термин «продуценты» настолько прижился к растениям, что менять его поздно и отмеченное

только что обстоятельство проще записать так: ***в природе есть четыре главные трофические функции – литотрофы, продуценты, консументы и редуценты***. Последние два термина будут раэъяснены на своем месте (п. 8-2).

По всей видимости, жизнь родилась не в форме биосферы (как полагает школа Вернадского), а в форме биоценоза. В нем не было круговоротов (которые были необходимы и возможны на стадии порождения компонент живого, как описано выше), поэтому жизнь поначалу накапливала органическое вещество. Лишь по его накоплении жизнь смогла позволить себе такую роскошь, как животных, самостоятельно ищущих свою пищу, и круговороты снова стали замыкаться.

Зато каждый организм был гораздо теснее, чем ныне, связан со своим источником питания, и каждое животное, как космонавт на чужой планете, носило с собой свою «среду обитания». И так же недалеко могло уползти от «источника жизнеобеспечения» (гидротермы).

Читатель может удивиться: сначала утверждалось, что биопоэз протекал в высыхающих лужах, а теперь – что на дне океана. Но противоречия в этом нет – «условия скороварки» тогда вполне уживались с границей фаз (эквилибросферой): тогдашняя атмосфера из углекислого газа обеспечивала давление во много раз выше современного (как сейчас на Венере), а гребни "срединноокеанических" хребтов торчали из еще неглубокого тогда горячего океана, полного отмелей, плавно переходивших в сушу. Органические вещества легко засасывались с боков в наземные термальные источники или, смытые в океан, – в гидротермы (рис. 45). Тем самым, термальные источники тоже включались в глобальные круговороты, что понемногу создало условия для превращения незамкнутых ценозов в замкнутые, т.е. в маленькие копии биосферы. Вот пример.

Множество следов древнейшей жизни сохранилось в форме *строматолитов* – холмов, выраставших на дне прежних мелких водоемов с переменной соленостью. Строматолит (греч.: «ковровый камень») – это окаменевший *циано-бактериальный мат*, т.е. слоистая структура, образованная биоценозом прокариот. Живой мат – это многослойный (до 2 см) «ковер» из живых прокариотических клеток. Он покрывает слои, созданные клетками уже отмерших поколений прокариот и неорганическими осадками. Роль растений в таком мате играют цианеи: они занимают верхние миллиметры «ковра» (куда попадает свет и где производится кислород), а остальные бактерии живут за их счет. Такие маты образуются сами и образуют строматолиты до сих пор: их можно наблюдать в жарком климате в очень соленых лагунах морей и озер, например, в казахском озере Балхаш. Для них характерна смена увлажнения и высыхания, как в эквилибросфере.

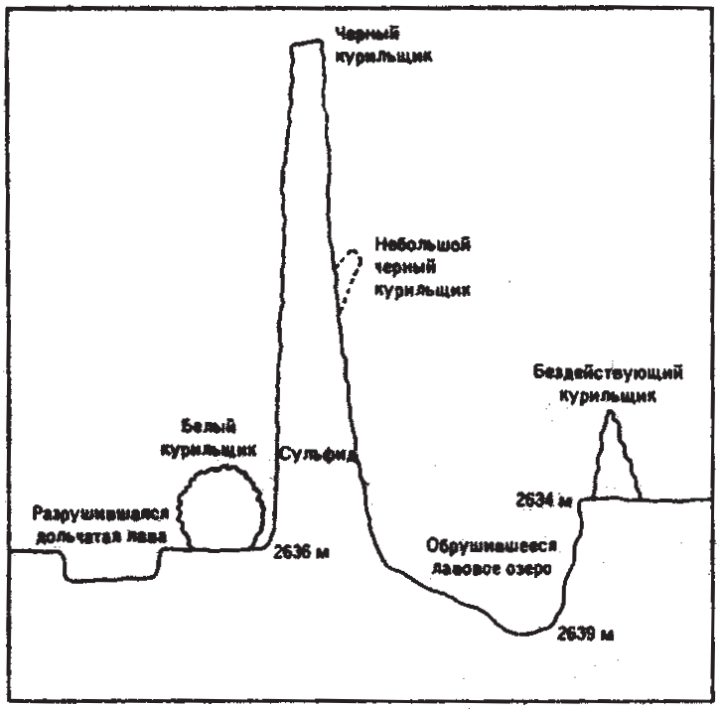


Рис. 44. Схема гидротермы на дне океана (по [*Лобье*])

В отличие от гидротермы мат – как бы маленькая биосфера со своими замкнутыми круговоротами кислорода и органических веществ; такой «оазис», в

принципе, мог существовать и в безжизненной среде (*Заварзин Г.А.* Бактерии и состав атмосферы. М., 1984). Добавлю, что так мог внешне выглядеть и первый организм-биоценоз, еще не разделенный на особи. Хочется понять, как он мог, в принципе, возникнуть.

Гидротерма могла, в силу сказанного выше, оказаться и на поверхности вод. Как пишет Заварзин, по мере затухания активности гидротермы в ее выбросах начинает преобладать С O_2, а среди ее обитателей – фототрофы. Другими словами, жизнь за счет недр переходит в жизнь за счет света и атмосферы, и условия гидротермы переходят в условия мата. Роль фотосинтетиков в первых матах должны были играть не цианеи (появившиеся много позже), а фотобактерии с более простым (бескислородным) фотосинтезом. Из ныне живущих таковы, например, пурпурные серные бактерии, в которых на свету образуются, вместо сахара и кислорода, формальдегид и серная кислота (ср. с реакцией (2)):

$2\ CO_2 + H_2S + 2H_2O = 2CH_2O + H_2SO_4$.

Как такой фотосинтез превратился в обычный кислородный фотосинтез (свойственный как цианеям, так и растениям), неизвестно, но для понимания биопоэза это знать и не нужно. Достаточно того, что путь от эобионта до подобия биосферы вчерне удалось наметить.

7-8. Рибозим, или появление наследственности

До сих пор мы рассматривали метаболические аспекты происхождения жизни – как именно могли функционировать первые биохимические системы. Однако все достигнутые ими успехи надо было еще научиться наследовать.

В упомянутом в п. 1 учебнике сказано: «главными направлениями эволюции, приведшей к возникновению биологических систем, следует считать... возникновение каталитической активности белков, появление генетического кода и способов преобразования энергии». Но о первом и третьем направлениях в нем есть разделы, а о появлении наследственности не сказано ничего. На самом же деле именно в этом направлении за последние 30 лет были достигнуты самые впечатляющие результаты.

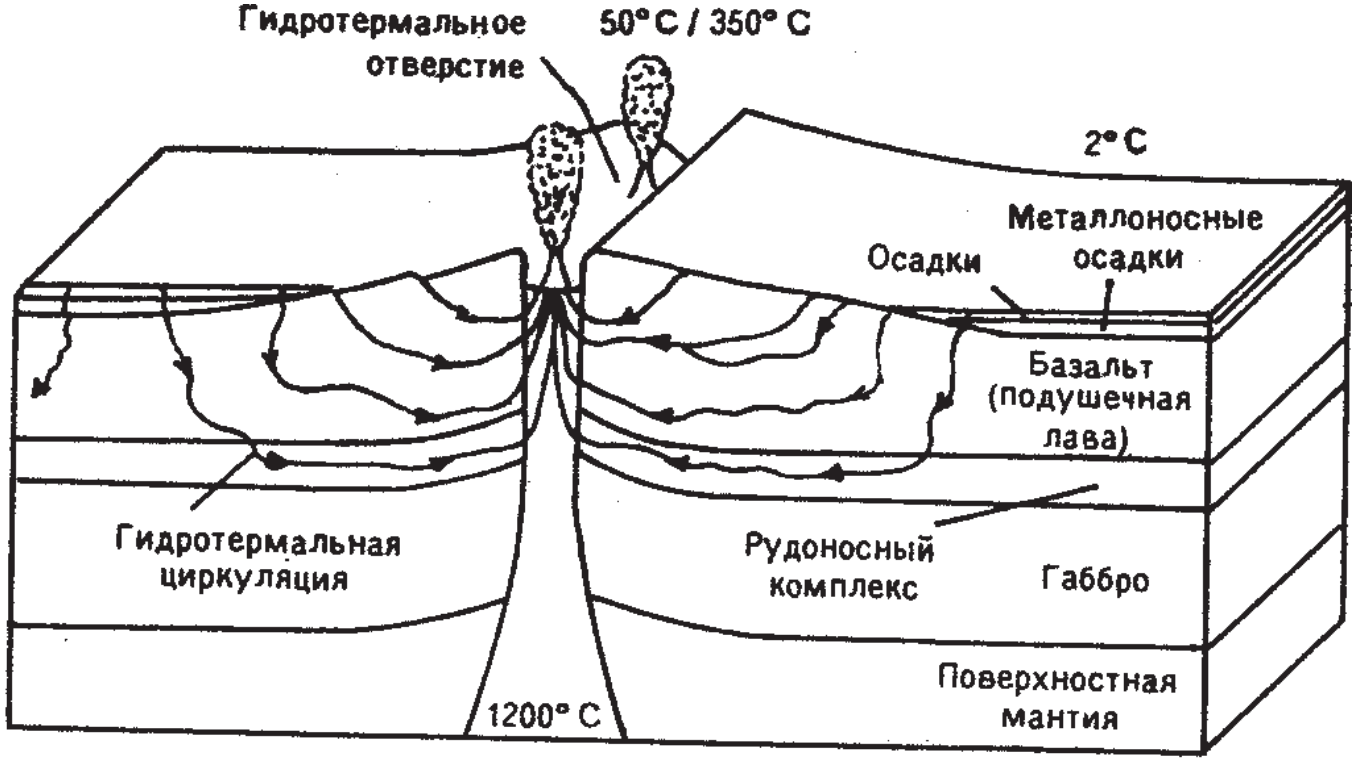


Рис. 45. Циркуляция веществ в гидротерме (по [*Лобье*])

Вспомним, что для копирования ДНК необходимо сначала расплести двойную спираль, затем с каждой половинки сделать копию, учитывая то, что направления считывания у двух цепей ДНК противоположны, и снова заплести уже две двуспиральные системы. Что касается синтеза белка, то поскольку на самой ДНК белок синтезироваться не может, с ее молекулы следует снять копию в виде матричной РНК (мРНК), на основе которой и будет синтезироваться белок – с помощью совокупности транспортных РНК (тРНК). И в каждой стадии участвуют свои ферменты.

А вот для копирования мРНК необходим лишь один фермент – РНК-полимераза. Так не с РНК ли и началась наследственность?

Вопрос ставился не раз, например, Берналом (п. 4), но был праздным до тех пор, пока считалось, что биохимическую реакцию катализировать могут только белки. Но в 1981 году установлено, что РНК может выступать как фермент (его назвали «*рибозим*»). Была высказана догадка, что в биопоэзе РНК осуществляла как наследственную, так и каталитическую функции, и в 1985 году даже появился термин «РНК-овый мир».

Однако рибозимы оказались несравненно менее разнообразны, чем белки, поскольку белки формируются из 20 разных аминокислот, тогда как РНК – всего из 4 нуклеотидов двух типов: основаниями двух нуклеотидов являются пурины, т.е. аденин и гуанин, а двух других – пиримидины, т.е. цитозин и урацил. (Напомню: нуклеотидом называется азотистое основание плюс звено сахаро-фосфатной цепи.) Казалось, что преодолеть малое разнообразие нуклеотидов невозможно, и с идеей РНК-вого мира следует расстаться. Но из тупика уже найдено, как минимум, два выхода.

Биохимики Майкл Робертсон и Стенли Миллер (США) напомнили, что в условиях преджизни могут синтезироваться не только 4 обычных, но и ряд *минорных* (редких) оснований. Среди них интересен 5-оксиметилурацил, который нетрудно получить, соединяя урацил с формальдегидом. При 100°С (вот она, гидротерма!) 5-оксиметилурацил является поставщиком целого спектра минорных оснований (рис. 46). Замечательны они тем, что каждое из них служит стереохимическим аналогом одной из аминокислот, т.е. имеет сходные размер и форму и может участвовать в тех же реакциях (*Robertson M.P., Miller S.L.* Prebiotic synthesis of 5-substituted uracils: a bridge between the RNA world and the DNA-protein world // Science, vol. 268, 5 May 1995).

С позиции диатропики это открытие понятно и закономерно: биохимики начали заполнение рефренной таблицы «Химические свойства органических катализаторов», в которой между строками «аминокислоты» и «нуклеотиды» они обнаружили параллелизм. В частности, как у класса нуклеотидных оснований (сколько видов их, включая минорные, существует – неизвестно, но, вероятно, более 30), так и у класса аминокислот (их известно около 180) есть небольшое число типичных форм (4 типичных нуклеотида и 20 кодируемых аминокислот), нашедших соответствие в генетическом коде.

Итак, согласно концепции «РНК-вого мира» механизм синтеза белка возник при биопоэзе следующим образом: сначала рибозимы (тогда гораздо более разнообразные, чем теперь) эволюировали сами по себе, встраиваясь в геохимические круговороты наравне с протеиноидами, тоже состоявшими из большего, чем теперь, числа типов аминокислот. Те рибозимы, которые катализировали собственный синтез, стали предками генетического аппарата, а те, что катализировали синтез протеиноидов – предками аппарата синтеза белка. Каким образом эти два класса начали взаимодействовать, до сих пор неизвестно, и потому надо сказать о втором выходе из тупика.

Международный журнал «Origins of life and evolution of the biosphere» (Нидерлан-

ды) дал в номере 3-5 за 1996 год подборку статей, в которой авторы из разных стран на все лады заявляли о негодности концепции РНК-ового мира, а завершила подборку статья москвича Анатолия Альтштейна «Происхождение протоклеток», где сказано, что есть выход лучше: РНК-ового мира никогда не было, а с самого начала существовали *прогены* – гипотетические структурные единицы, на которых шел одновременный синтез полинуклеотидов и соответствующих им полипептидов; проген располагался на мембране, а работа его состояла в подборе аминокислот, стереохимически соответствующих определенным нуклеотидным триплетам. Клетка, полагает Альтштейн, возникла тогда, когда мембрана научилась расти и замыкать собою полость, содержащую проген. Идея, как видим, близка прежней требованием стереохимического соответствия, но не требует от рибозимов разнообразия ферментативных свойств.

Конечно, все это очень сыро и не раз еще будет пересмотрено, но важно тем, что показывает разрешимость проблемы. Недавно молекулярный биолог А.С. Спирин завершил ее обзор оценкой гипотезы Альтштейна как "привлекательной и детально продуманной", но все-таки – "следующей сказки" [*Спирин*]. Основной же "сказкой" Спирин считает гипотезу РНК-ового мира, к которой добавляет свою схему – преобразования этого мира в мир биосинтеза белков. Достоинством данной схемы является ее обоснованность фактами разнообразия функций РНК в нынешнем мире (например: "В настоящее время рибосому тоже принято рассматривать как рибозим"), а недостатком – полное отсутствие биоценотической и термодинамической тем. В этом автор остался на опаринской позиции надежд на "крайне редкое появление единичных молекул", чем-то полезных для будущего. Рассмотрим указанную "основную сказку" чуть подробнее.

Вероятно, что аппарат наследственности впервые образовался в форме одноцепочечной РНК (как у некоторых современных вирусов). Вирус – не организм, он не имеет своего метаболизма и не может самостоятельно размножаться, а первый организм должен был уметь и то, и другое. Жизнь началась явно не с вирусов (такую возможность прежде рассматривали), но их изучение полезно диатропически: показывает, сколь различно может быть устроен механизм наследственности. Вирус отличается от примитивнейшего организма так же, как дискета с несколькими маловажными программами – от простейшего компьютера (более вольно говоря, как компьютерный вирус от компьютера), но именно на вирусах видно разнообразие «программных языков» жизни, т.е. способов записи наследственной информации. У вирусов она может храниться в четырех формах – в РНК или ДНК, в одноцепочечной или двуспиральной (хотя каждый вирус использует только одну форму).

В случае одноцепочечной РНК информация может быть использована прямо, без расплетения нитей и процессов трансляции. Поэтому естественно считать, что такой способ был исторически первым. Но он же и самый ненадежный: такую молекулу легко разрушить любым ферментом, и всякое повреждение необратимо (поскольку пары для сравнения нет).

Двуспиральная форма РНК удобнее тем, что «несъедобна» для ферментов, зато она труднее для считывания. В такой форме (одиночные РНК для метаболизма, двуспиральные для наследственности) жизнь, вроде бы, вполне возможна, и возникает вопрос: почему мы ее не наблюдаем? Ведь все организмы (вирусы – не организмы) имеют наследственный аппарат, основанный на двуспиральной ДНК и одноцепочечной РНК.

У двуспиральной ДНК замечательных свойств много (например, она хорошо

вписывается в кристаллическую структуру воды), но сейчас нам важно понять ее место в процессе биопоэза. Напомним, что согласно ЦТБ (п. 4), эобионты – первичные самостоятельные формы жизни – выделились из субвитальных зон. Этому должно было предшествовать появление хотя бы самой примитивной наследственности, иначе эобионты были бы бесполезны. Следовательно, наследственность была нужна еще в субвитальной зоне, где многочисленные РНК были вовлечены в круговороты, а потому неминуемо подвергались уничтожению; наряду с массовой, подлежала уничтожению уникальная РНК, кодировавшая едва найденные «изобретения». Отличить нужное было некому. Тут и помог иной тип нуклеиновой кислоты.

Изъятие одного атома кислорода из каждого звена сахаро-фосфатной цепочки, превращающее рибозу в дезоксирибозу и, соответственно, РНК в ДНК, позволяет двойной спирали скручиваться более компактно – спираль ДНК может обладать как обычной формой (А-форма), аналогичной спирали РНК, так и «сверхскрученной» В-формой, недоступной ферментам. Возможно, что именно это различие послужило к разделению функций: РНК – для работы с информацией, для ее неограниченного копирования и редактирования, ДНК – для ее хранения. Считывать ДНК могла более сложная, а, следовательно, более поздняя и более медленная система. Из нее, вероятно, позже появилась система наследственной передачи, позволившая возникнуть эобионту. Конкретнее сказать пока нечего.

7-9. Самосборка, хиральность и сродство

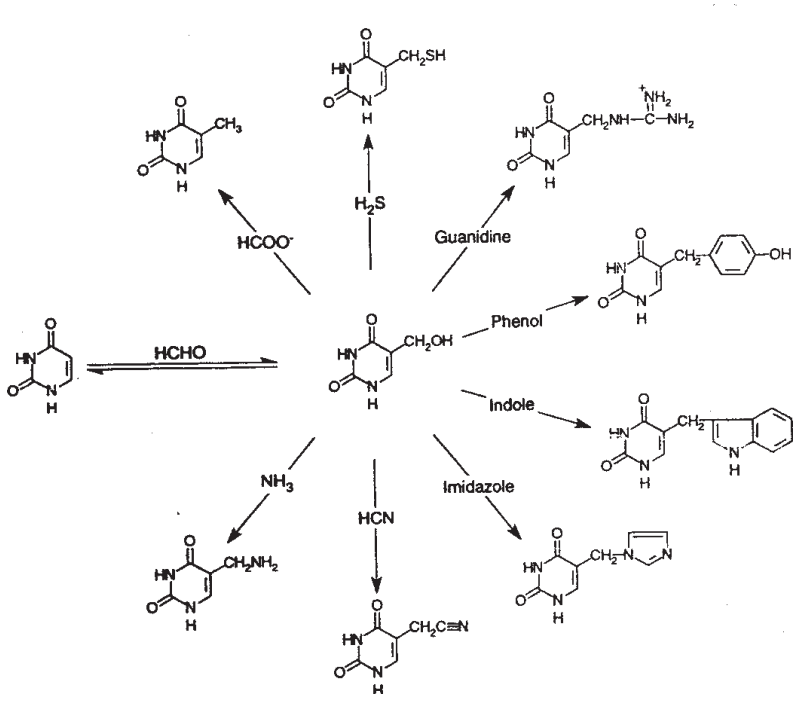


Рис. 46. Минорные основания, возможно служившие для абиогенеза. Слева урацил (без одного водорода); он обратимо образует 5-гидроксиметилурацил - основу множества минорных оснований, являющихся аналогами обычных аминокислот. Далее по часовой стрелке: тимин (аналог аланина), затем изображены аналоги цистеина, аргинина, тирозина, триптофана, гистидина; в самом низу рисунка - основание нуклеотида, служашее аналогом сразу трех аминокислот (глютамина, аспарагина, глицина); последним изображен аналог лизина (по: Robertson, Miller, 1995)

Из сказанного создается впечатление, что достаточно мономерам составить цепочку, и они смогут функционировать. Так ли это? Да, многие полимеры сами принимают форму, пригодную для функционирования. Это один из простых вариантов важнейшего жизненного принципа – уже не раз упомянутого принципа *самосборки*. Углубляться в данную проблему мы тут не можем, и я ограничусь упоминанием трех отечественных работ.

В одной сказано, что «понимание сворачивания белков – важный ключ к проблеме предбиологической эволюции», и заявлено, что «в процессе биологической и/или предбиологической эволюции первичные структуры белков прошли стадию конструирования». Эта стадия являла собой жесткий химический отбор (т.е. отбор молекул, а не клеток). Ее моделировали на компьютере, последовательно сравнивая белки, разли-

чающиеся одним аминокислотным остатком. В результате получали полипептиды «с хорошо оптимизированной (т.е. низкой) энергией основного состояния» (*Гросберг А.Ю.* Неупорядоченные полимеры // Успехи физических наук, 1997, N 2). Необходимо добавить, что цепочка полимера сама переходит в состояние с самой низкой (для данной последовательности мономеров) энергией.

Во второй демонстрируется, как белок сам находит соответствующее состояние: поиск белком этого состояния происходит быстро, и уже свернувшаяся часть его цепи никогда в ходе дальнейшего поиска не развернется (*Финкельштейн А.В., Бадретдинов А.Я.* // Молекулярная биология, 1997, N 3). Но как таким путем работоспособное состояние вообще может быть найдено? Это так же удивительно, как и соответствие белков нуклеиновым кислотам, и напрашивается мысль, что в основе обоих закономерностей лежит какой-то общий закон.

Один из подходов к нему намечен в третьей работе, вернее, в круге работ. Их провел кристаллохимик Н.А. Бульенков, показавший, что феномен молекулярной самоорганизации базируется на глубинных свойствах вещества – хиральности молекул и фрактальном росте макромолекул.

Молекулы живого вещества составлены только из левых (вращающих в растворе плоскость поляризации света против часовой стрелки) аминокислот и правых сахаров. Это – *хиральность* живого. Поскольку молекула белка является спиралью, она должна быть целиком закручена в одну сторону. По Бульенкову, хиральная молекула белка может "ввинчиваться" в жидкокристаллическую структуру воды. Причина хиральности сахаров пока неясна, зато Бульенков показал, что взаимодействие ДНК с водой носит характер фрактального роста (*Бульенков Н.А.* // Кристаллография, 1988, N 2).

Для появления системы белок-полинуклеотидного соответствия требовалось накопление мономеров определенной хиральности и создание ионного градиента, дающего энергию клеточной "электростанции". Эти условия были возможны в микробрызгах (см. выше, п. 4). Как полагает биофизик В.А. Твердислов (беседа со мной, ноябрь 2003 г.), на поверхности океана вполне могла идти завершающая стадия биопоэза — появление клеток. Однако замечу, что совсем непонятно, каким образом внутри "клетки" мог оказаться геном, управляющий ее делением. Здесь нужны новые сведения. Пока их нет, могу привести лишь некоторые соображения, касающиеся возникновения систем.

Несходные объекты склонны соединяться друг с другом, образуя нечто новое (эмердженты по Луэсу). Эту тягу разнородных объектов друг к другу для образования качественно нового отмечали многие. Напомним лишь то, о чем упоминалось ранее: принцип любви Гесиода и Эмпедокла и принцип сродства Мопертюи (гл. 1), принцип взаимопомощи Кропоткина (гл. 3). В XX веке использовали и другие названия (например, социабильность), но давайте возьмем самое нейтральное – **сродство** (англ. *affinity*), понимая под ним все возможные формы стремления частей к целому. Например – сближение того, что было разрознено.

Мопертюи заимствовал свое понятие сродства из тогдашней химии, куда его ввел в XVII веке Роберт Бойль, характеризуя способность веществ к реакции друг с другом. «Лишь с того времени, как ввели сродство в качестве причин всех соединений, стало возможным рассматривать химию как науку, имеющую общие принципы» – писал Клод-Луи Бертоле 200 лет назад. Затем понятие сродства конкретизировалось, детализировалось и, наконец, оказалось почти ненужно: теперь у химиков в ходу валентности, межатомные силы, химические потенциалы и понятия квантовой теории. Биологи лишь всту-

пают на путь, намеченный Мопертюи, и пройти его, по-видимому, необходимо. Заметим, что «сродством» в его нынешнем понимании воспользовались в своих теориях Руденко и Эйген. А затем пусть «сродство» растворится в будущем научном языке биологии.

Феномен сродства буквально пронизывает природу на всех уровнях. Элементарные частицы соединяются как в другие элементарные частицы, так и в атомы; атомы – как в кристаллы, так и в молекулы; молекулы – как в кристаллы, так и в более сложные комплексы и так далее, до организмов и их сообществ. Чем сложнее системы, тем богаче в них и между ними разнообразие форм сродства, причем формы проявляют параллелизм: на многих, если не на всех, уровнях можно наблюдать один и тот же эффект – ***пара объектов в одной ситуации стремится избавиться друг от друга, а в другой – соединяется*** в рамках устойчивой системы.

Так, свободные протоны друг от друга отталкиваются, но в ядре они сосуществуют устойчиво. Два самца могут как затеять драку, так и войти в устойчивую стаю. И обратно: самец и самка, влекомые друг к другу, словно протон и электрон, нередко неспособны образовать устойчивую пару (примеры «жестокой любви» были приведены в п. 6-13).

Притяжение и отталкивание (любовь и вражда, взаимопомощь и конкуренция) столь причудливо переплетены в природе, что, в зависимости от вкуса, можно строить самые разные теории одних и тех же явлений. Так, дарвинизм строится на идее вражды (конкуренции), а все явления любви (взаимопомощи) трактует как результат прежней вражды. Приверженцы же Кропоткина склонны, наоборот, сводить роль конкуренции к нулю. Однако суть теории определяется не тем, как ее сторонники понимают то или иное слово, а ее логикой (или, другими словами, *сродством понятий*).

Биопоэз предстает как процедура встраивания органических систем в неорганические потоки, где первые явно проявляли сродство ко вторым; сам акт рождения организмов из первичного ценоза был усилением сродства – теснее сопряженные части ценоза становились одним организмом. Симбиоз – тоже тип сродства, он выступает как первичное явление, ослабевающее в ходе эволюции настолько, что при изучении высших организмов воспринимается как особое приспособление.

Откуда сродство возникает? Одним из главных путей его реализации служит формирование ДС, и для наблюдателя оно часто выступает как самосборка. Так, ДС, образующаяся в водовороте (воронка), способна затягивать в себя плавающие вокруг нее предметы, и тем самым предметы оказываются рядом, т.е. проявляют сродство, которым не обладали до образования ДС. Если из меньших ДС образуется большая, то необходимо рассматривать новые формы сродства и новый тип самосборки – как мы это делали при рассмотрении возможного хода разных стадий биопоэза.

7-10. Энергия жизни и ее лучи

И всё же переход к живому из неживого ни в природе, ни в лаборатории не наблюдается. Что-то явно не учтено. Дело в той трудноуловимой сущности жизни, которую Бергсон, как уже говорилось в п. 6-2, называл «жизненным порывом». К ней же в 1957 году (на симпозиуме в Москве) подошел Горовиц: живое, сказал он, обладает «импульсом к развитию». Никто пока не знает, что это такое и как описать «порыв» или «импульс» в терминах естествознания. Поэтому эволюционисты долгое время старались об этом не думать, а немногих задумавшихся упрекали в ненаучности. Но теперь, когда контуры проблемы обозначились довольно четко (в основном, в связи с работами по биопоэзу, в которых биологию пытаются вывести из физики и химии), не замечать ее

уже просто невозможно.

Сторонников «жизненного порыва» принято называть *виталистами* (от лат. *vitalis* – жизненный). Для виталистов феномен жизни – нечто данное, что необходимо исследовать, но что не следует пытаться определить, поскольку всякое определение – это попытка объяснить феномен через какие-то иные, более понятные термины, а для жизни таких терминов быть не может. Однако Воейков, симпатизируя виталистам, все-таки пробует дать пусть не определение жизни, но основное свойство, отличающее ее от всего неживого – способность к развитию (*Воейков В.Л.* Витализм и биология: на пороге третьего тысячелетия // Знание – сила, 1996, N 4).

Перечни таких свойств давались и прежде, но в науке не прижились из-за своей бесполезности – всегда можно указать неживое, обладающее какими-то свойствами из перечня; если же потребовать выполнение перечня целиком, то в него не попадут какие-то живые объекты. Так, кристалл может расти, капля может расти и размножаться (п. 3), компьютер демонстрирует память, наследственность и целесообразное поведение. Рабочая же пчела, наоборот, явно живая, не размножается. Самым характерным для живого выглядит обмен веществ, однако простая воронка воды над сливом из ванны тоже существует за счет обмена вещества со средой и сохраняет себя, несмотря на непрерывную полную смену в ней всей воды.

Организм часто сравнивают с машиной. Однако машина не обновляет вещество, из которого состоит, а организм делает это непрерывно. Вот на столе прибор – я выключу его и забуду о нем, а когда понадобится, включу снова. Но вот цветок в горшке или птичка в клетке – о них надо помнить всё время. Если это и машины, то очень странные – всё время требуют горючего, даже когда не работают. На что? На «борьбу с энтропией»? Но почему этого не требует прибор?

Данный пункт труден, и многие не видят самого вопроса. Ведь организм может долго лежать замороженным и затем ожить. Таков сибиский углозуб (хвостатая амфибия): “Образно говоря, углозубу в морозильнике бытового холодильника комфортно, а в отделении для овощей он обречен” (*Берман Д.И.* Идеальный приспособленец, или Адаптивная стратегия сибирского углозуба // Природа, 2002, N 10, с. 62). С другой стороны, и прибор может от долгого хранения заржаветь. Но давайте сравнивать не крайности, а сущности. В морозильнике углозуб подобен выключенному прибору, это верно; в данное время он неживой. Однако включенный прибор продолжает ржаветь (если не прогревается) и тратит энергию не на поддержание себя, а на работу. При этом никакое вещество втекать в него не обязано, как не обязано вытекать и другое. У меня есть старинные фамильные часы, недавно я завел их, и они пошли. Ни одна молекула в них не была при этом заменена. Углозуба же надо, отогрев, накормить и убрать его испражнения. (Известный тезис экологии: ни один организм не может жить в собственных отходах.)

Воейков отвечает, продолжая мысли Бауэра (см. п. 4-16), который первый заявил (1935 г.), что живое, кроме обычной для любых машин энергии, обладает еще и своей особой структурной энергией, которую он уже тогда (!) связывал с возбужденным состоянием молекул. Что это за энергия, объясняет Воейков: «Молекулярный субстрат живых организмов находится в состоянии, весьма далеком от термодинамического равновесия, вследствие высокой заселенности верхних электронных уровней (т.е. вследствие возбужденного состояния молекул – Ю.Ч.)... В этом случае энергия не диссипируется через тепловой канал, а затрачивается на осуществление биологических функций» (*Воейков В.Л.* О структурно-энергетической специфичности живого состояния // Сознание и физическая реальность,

1996, т. 1, N 4). Структурная энергия – это энергия возбуждения биомолекул.

Поясню сказанное. Только возбужденные молекулы могут вступать в те реакции, которые делают живое живым, т.е. способным к развитию и к поведению. Именно благодаря запасу структурной энергии молекулы (и организмы) могут совершать то, что удивляет физиков и химиков – реагировать на сигналы, т.е. совершать крупные перемены под действием малых воздействий. Такова, например, реакция на запах: две-три молекулы могут заставить зверя взять след, т.е. радикально изменить поведение.

Материальная основа сигнала может быть вообще неочевидна – например, жест или воспоминание. Это отнюдь не только у высших животных: так же загадочно, с физической точки зрения, поведение многих ферментов, например – репликаз, которые *обратимо* меняют направление своего движения по матрице в ответ на сигналы, энергетически ничтожные. Неживая система тоже может радикально измениться за счет ничтожного воздействия, но всегда *необратимо*. Говорят, что снежная лавина может сойти от громкого крика; да, но вернуть ее невозможно, а на новую потребуются годы накопления снега.

Возбужденные молекулы бывают и в неживых системах, но там каждая быстро и самопроизвольно переходит в исходное, невозбужденное состояние (на нижний электронный уровень), излучая квант энергии. На этом основаны все способы получения света. Живое вещество ведет себя иначе: излучает очень небольшую часть структурной энергии и тем самым может довольно долго сохранять энергию для полезной работы (движения, развития, мышления). Но поскольку излучение все-таки имеет место, запас возбужденных молекул надо возобновлять. Это можно делать двумя путями – либо возбуждать прежние молекулы, либо менять их на поступающие извне уже возбужденные молекулы (так сказать, либо заряжать “аккумуляторы”, либо менять «севшие батарейки” на свежие).

Природа использует оба способа. Так, зрение состоит в непрерывных переходах светочувствительных молекул в возбужденное состояние под действием света, столь же непрерывном переводе этого возбуждения в нервный импульс и возвращении молекул в светочувствительное состояние. Однако такой цикл возможен лишь потому, что светочувствительные молекулы погружены в систему, снабжающую их энергией и работающую по второму способу. «Питаться от розетки» живое как целое не умеет. Для поддержания вещества в живом состоянии нужно непрерывно синтезировать новые (возбужденные) молекулы, а прежние расщеплять и удалять.

Это невыгодно потому, что, кроме энергии, непрерывно расходуется вещество. Но такова жизнь, иной мы не знаем, и вряд ли она возможна.

По всей видимости это связано с тем утверждением термодинамики, что всякая ДС требует для своего существования потока вещества, а не только энергии. Зачем так, мы как раз и видим на примере метаболизма: фермент чаще всего изготовляет молекулу в возбужденном состоянии. В том и состоит механизм действия фермента как катализатора: всякий катализатор служит для преодоления энергетического барьера химической реакции, и фермент достигает этого радикальным методом – молекула находится на высоком энергетическом уровне уже в момент ее синтеза.

Излучение живого вещества крайне слабо, и это достигается «лазерной» конструкцией – множество молекул совместно излучает общий квант. В такой кооперации (являющей собою одну из форм сродства) Воейков и видит специфику живого. Иногда требуется квант высокоэнергетичный (ультрафиолетовый), например, для запуска митоза (митогенетические лучи Гурвича, см. п. 4-16), и он всегда бывает редким – обстоятельство, объясняемое в квантовой химии (в отличие от квантовой механики, где рассматривается только излучение

отдельных атомов): множество квантов малой энергии, полученных молекулярным комплексом в ходе метаболизма, порождают один квант высокой энергии. Вот оно, «холодное пламя» Бернала.

Недавно Воейков радикально уточнил мысль Бернала, разделив окисление на *горение* и *тление* и тем самым указав место "холодного пламени" в системе живого: <<Окисление – источник энергии для осуществления всех жизненных функций – можно условно подразделить на горение и тление. При горении "топливо" отдает электроны кислороду, и возникающие при этом реакции сопровождаются освобождением порций энергии, эквивалентных квантам видимого или даже УФ-света. Тление может протекать даже при почти полном отсутствии кислорода, и при этих... процессах освобождаются тепловые кванты. В классической биохимии... значимость реакций первого типа не рассматривается. Более того, все процессы непосредственного одноэлектронного восстановления кислорода, при которых образуются энергичные радикалы, обычно считаются побочными и вредными. Биоэнергетика исследует процессы тления – гликолиз и окислительное фосфорилирование>>. Однако "Запуск любого окислительного процесса в системе, уже содержащей все компоненты, необходимые для его протекания, требует импульса высокой энергии – детонатора". Первым изученным примером были лучи Гурвича, без которых не идет митоз (*Воейков В.Л.* Мерцающее пламя в воде порождает и поддерживает жизнь // V Междунар. конгресс по биоэлектрографии. СПб., 2001, с. 71).

Можно утверждать, что «жизненный порыв» на молекулярном уровне получил, наконец, первое описание в форме структурной энергии, создающей самые малые ДС организма (внутриклеточные потоки постоянно заменяемых «батареек»). Можно и сказать иначе: структурная энергия обеспечила появление в природе новой – биологической – формы сродства. Видимо, именно им объясняется способность молекул к «симбиозу» (п. 9).

Из этого следует, что, кроме всего, на что указывал Бернал (п. 4), акт перехода неживого в живое (т.е. химии в биохимию) состоит в появлении нового пути синтеза необходимых молекул – того пути, на котором они закономерно становятся возбужденными и организованными в молекулярные ансамбли. Эти ансамбли характерны тем, что излучают синхронно, как лазер.

Очень важно, что их удалось наблюдать в *неживой* системе, в растворе аминокислот. Воейков показал, что эти растворы проявляют черты ансамбля: синхронно вступают в реакции полимеризации (а не добавляются к полимеру с одного конца), синхронно излучают. Детально разобраться в этом можно, прочитав об экспериментах Воейкова (Биофизика, 1995, N 6; Биоорганич. химия, 1996, N 1). Описанный Воейковым раствор выглядит живым, но с важным ограничениями: образующийся полимер неустойчив и вне активного раствора быстро распадается, а реакция полимеризации затухает через несколько часов. Живая система, наоборот, умеет сама себя сохранять. Следовательно, в растворе аминокислот возникает не сама жизнь, а лишь некое «поле жизни» полимера, в пределах которого идет полимеризация.

Так или иначе, еще на шаг сузился круг неведомого. Замечательно, что Воейков, начав с представлений витализма о том, что жизнь – первичное понятие, ни из чего не выводимое, пришел к модели, позволяющей вывести разбираемое им свойство жизни из неживого вещества.

7-11. Рождение поля жизни

Можно ли на этом пути закрыть целиком брешь в схеме биопоэза? Можно ли увязать глобальные круговороты, самосборку, наследственность, структурную энергию живого и способность к развитию (от субвитальной зоны до биосферы и от эобионта до многоклеточного)? Если не увязывать все эти процессы друг с другом, а подавать их порознь (как традиционно и делается, например, в школьных учебниках), то создается впечатление о наличии цепи удивительных совпадений, что прямо ведет к антропному принципу, т.е. в познавательный тупик. Если же пытаться увязать их между собой, то необходима связующая идея, и в качестве нее не раз предлагалась идея жизненного поля, называемая по-разному.

Ранее с позиций поля мы рассматривали, как одни части организма или зародыша могут влиять на другие части, и упоминали Гурвича (п. 5-15). Однако применение этого понятия может оказаться эффективным и в более сложных явлениях. Например, если обычные поля вызывают взаимодействие тел в пространстве, то не существует ли поле, создающее взаимодействие тел во времени, меняя связь причины со следствием?

Многие натурфилософы утверждали, что вписать биопоэз в общую картину мира можно только путем смены самой картины мира, и, по всей видимости, они правы. Другое дело – какую картину мира принять. Можно делать это, оставаясь в рамках привычной рациональной науки и лишь меняя исходные пункты рассуждений; таковы, например, позиции Янча и Воейкова. Но поскольку так удается описать далеко не всё, то у некоторых ученых возникает желание усомниться в справедливости самих наших приемов мышления, даже в умении увязывать причину и следствие.

Этому вопросу посвящена книга английского биохимика и натурфилософа Руперта Шелдрейка «Новая наука о жизни. Гипотеза формирующей причинности» (*Sheldrake R.* A new science of life. The hypothesis of formative causation. London, 1981), несколько раз переизданная. Его точка зрения может показаться сумасшедшей (а может быть, таковою и является), но она имеет давнюю философскую традицию и ставит вопросы, которые иначе никто пока поставить не умеет.

Формирующая (по смыслу можно перевести и “созидательная”) причинность – это новый для науки принцип связи причин со следствиями, но он не вполне нов для философии. Вспомним, что Аристотель различал четыре типа причин – материальную, формальную, действующую и целевую, причем для живых объектов он по сути объединял три последних в едином понятии энтелехии (п. 1-6). Такое объединение лишь поначалу кажется упрощением, на деле же очень затрудняет анализ причин, и одной из заслуг Шелдрейка является вычленение такого аналога формальной причины, какой можно приложить к живому. Это и есть его понятие “formative causation” (*formative* можно перевести многими способами, в том числе и как *относящийся к формированию*).

Кроме примера со строительством дома (п. 1-6), приведу более новый. При игре в биллиард материальную причину каждого шага игры составляют стол с лузами, шары и кий; формальную – правила игры и законы механики; действующую – удар кием по шару, а целевую – замысел игрока. Тут формальная причина не является сущностью (образом, планом – скажите, как хотите), она только задает необходимые рамки процесса (не всем заметные). Тем не менее она вполне аристотелева по-существу: он включал необходимость в число причин, приводя в качестве примера такой причины *доказательство*, т.е. причину формальную; и “про то, что не может быть иначе, мы говорим, что ему необходимо быть так” (*Аристотель*.

Метафизика, кн. 5, гл. 5).

Шелдрейк вспомнил энтелехию: "В системе Дриша, которая явным образом основана на системе Аристотеля, особенные формы живых организмов были обусловлены неэнергетическим фактором, энтелехией. Морфогенетические поля ... играют сходную роль в проведении морфогенетических процессов к их особенным конечным формам. Но их природа остается столь же неясной". Далее он энтелехией не пользуется, предлагая вместо нее аналогию с химией, поскольку ничего похожего в физике не нашел (*Sheldrake R.,* с. 63). Это может показаться странным – разве химия не есть физика межатомных связей? Нет, физику в основном интересуют процессы, а не разнообразие получаемых веществ, интересующее химию. Забегая вперед, замечу, что в терминах диатропики (п. 10-7) это можно выразить так: ядро химии является периферией физики и обратно. В этом разнообразии путей, ведущих к энергетически сходным веществам, Шелдрейк и ищет (как мне видится) ключ к проблеме.

Как физика построена на идее взаимодействия частиц посредством физических полей, так и в химии и биологии необходимо выяснить, с какими полями они фактически имеют дело. Шелдрейк, напомнив о поле Гурвича, считает, что нечто подобное необходимо ввести для биологии в целом: "Эта причинная обусловленность формы морфогенетическими полями именуется формирующей причинностью, чтобы отличить ее от энергетического типа причинности, который так тщательно исследует физика". И далее: "Это различение между формирующей и энергетической причинностями напоминает аристотелево различение между формальной и действующей причинами. Однако гипотеза формирующей причинности... радикально отличается от теории Аристотеля, предполагающей навечно заданные формы" (*Sheldrake R.,* с. 75, 78).

Поясню: да, Аристотель, вслед за Платоном, понимал форму как неизменную сущность объекта; однако, в отличие от Платона, он не считал форму вечной идеей, существующей до и вне объекта. Наоборот, для него форма – то общее, что есть у всех объектов данной группы. В трактате "Физика" (кн. 1, гл., 6 и 8) Аристотель понимал "самое бытие как нечто по внутреннему существу своему находящееся в развитии; причем понятие становления (*генезис*) надо формулировать как переходное состояние из уже несуществующего к еще несуществующему" – резюмировал Аристотеля сто лет назад знаменитый историк философии Вильгельм Виндельбанд. Если так, то Шелдрейк не столько ввел движение в аристотелеву схему, сколько наполнил ее данными нынешней науки.

Как и Лавлок, он полагает, что земная природа как целое обладает памятью (к сожалению, у Шелдрейка ссылок на Лавлока нет), поэтому любое новшество становится как бы общим достоянием. Примеры, которые Шелдрейк приводит в подтверждение своей правоты, таковы.

Первый (химический): если вещество с данной формулой может образовывать несколько форм кристаллов, то при первых попытках его получения образуется смесь разных форм, но вскоре – во всех лабораториях, где его получают, независимо от расстояния между ними, устанавливается единая форма – даже в лабораториях, осуществляющих кристаллизацию впервые. (Обычное объяснение – распространение зародышей кристаллизации через пыль на бородах и одежде заезжих химиков – не кажется Шелдрейку серьезным.)

Второй (морфологический): развитие зародыша объясняют через последовательную смену морфогенетических полей, но ведь они еще сами не объяснены. Конечно, эти поля можно описать в терминах физики (излучений, концентраций веществ), но это – не объяснение. (Поясню мысль Шелдрейка: о том, что кто-то выпрыгнул из окна и разбился, можно рассказать в

терминах механики, но это неинтересно; объяснить – значит поведать о другом: о причине, побудившей человека расстаться с жизнью.) Шелдрейк объясняет морфогенез иначе – как реализацию памяти вида.

Третий (этологический): если животные чему-то научились, то это научение быстро передается необученным даже при полном отсутствии контактов. Так, известно, что в 1920-30 годах синицы-лазоревки в Англии (а затем и в других странах Западной Европы) научились открывать молочные бутылки. Синица живет три года и перемещается за свою жизнь на участке с радиусом всего на три мили, однако семилетний перерыв производства (во время войны) бутылочного молока не помешал всей голландской популяции этих птиц вновь овладеть этим умением всего за год.

Четвертый (социально-психологический): феномен «коллективного бессознательного» (так швейцарский психолог Карл Юнг назвал полвека назад господствующие в обществе неосознанные «архетипы», т.е. образцы мышления) является памятью общества не в переносном, а в прямом смысле. Ярким образцом социального архетипа служит для Шелдрейка дарвинизм. Действительно, он распространился в европейском сознании почти мгновенно и стал восприниматься почти всеми на уровне бессознательного. Это современный миф, живущий по законам мифа (ср. п. 6-11); в частности, ДНК в дарвинизме выступает, по Шелдрейку, примерно в той же роли, что и «нить жизни» богинь Парок из греческой мифологии.

Сам Шелдрейк рассматривает ДНК не в качестве текста[28] , а в качестве резонатора внешних сигналов, генерируемых неким «морфическим» (т.е. формообразующим) полем, которое автор считает неэнергетическим и сопоставляет с миром идей Платона, улучшенным аристотелевой схемой становления. Последнюю он склонен понимать как энтелехию, т.е. как реализацию возможности (п. 1-6) и идею целостности по Дришу (п. 3-14).

В советские времена такие слова звучали страшно, но не следует их пугаться – с идеями, существующими независимо от их материальных носителей, мы встречаемся постоянно. Так, никого не смущает, что теорема Пифагора была справедлива до того, как кто-то стал чертить и измерять треугольники. И разнообразие конечностей позвоночных материально, однако рефрен «конечности позвоночных» (гл. 6), описывающий это разнообразие, является *понятием* и, как всякое понятие, нематериален. Нет оснований считать, что он появился вместе с последней из включенных в него групп животных, а значит, его клетки существовали до того, как были заполнены.

Противопоставление идеализма материализму, идущее еще из Античности, многие, в том числе Шелдрейк, считают устаревшим. Добавлю, что морфическое поле не выдумано Шелдрейком, а в каком-то смысле взято из нынешней физики: среди физиков складывается убеждение в том, что мир – не столько набор тел, сколько взаимодействие полей. Шелдрейк не одинок, когда пишет: «Поля более фундаментальны, чем материя», они – «области влияния в пространстве и времени. Их природа более напоминает модификации в пространстве, чем что-либо, истекающее из материи или творимое ею» (*Sheldrake R.* Habits of Nature // One Earth. 1988, N 3, с. 30).

Понять эти слова сначала трудно, но они проясняются после ознакомления с его понятием «морфического резонанса»: как телевизор может принять любую из станций за счет резонанса (совпадения несущей частоты станции с собственной частотой входного контура телевизора, задаваемой пользователем), так и в природе Шелдрейк видит своеобразную настройку. Например, вещество кристаллизируется так, а не иначе, совсем не потому, что какое-то «морфическое поле» управляет процессом кристаллизации (этот

процесс задается физическими законами), а потому, что это поле указывает данному образцу вещества один из физически возможных путей, т.е. «настраивает» образец на данный путь. Для Шелдрейка хромосомная ДНК – лишь набор резонаторов, способных выбирать из возможных путей онтогенеза тот, который соответствует данному виду. В роли же морфического поля в данном случае будет обычное морфогенетическое поле Гурвича. Шелдрейк уподобил молекулярного биолога дикарю, заглянувшему внутрь телевизора. Действуя на детали, дикарь вызывает на экране искажения и полагает, что нашел источник изображения в самом телевизоре, в то время как на самом деле сигнал исходит из телецентра, о наличии поля которого дикарь не подозревает.

Замечательно, то что Воейков и его коллеги независимо пришли к тому же пониманию наследственности: для них «клеточные ядра действительно выступают в роли центров клеточных полей. И благодаря исключительными свойствам хроматина (ДНК хромосом – *Ю.Ч.*), они могут устойчиво сохранять колоссальный объем информации, а также обмениваться ею с другими... полями. Если это так, то открывается абсолютно новый подход к объяснению природы наследственности и изменчивости» (*Воейков В.Л.* Знание – сила, 1996, N 4, с. 54-55).

Химический пример морфического резонанса стоит в биологической концепции Шелдрейка как бы особняком, но в действительности автор (как до него и Янч) ищет то общее, что объединяет формирование атомов, молекул, кристаллов, клеток, тканей, органов, организмов и сообществ. Поиск аналогий живого с неживым очень характерен для Янча и Шелдрейка и сближает их концепции с диатропикой. Похоже, что Шелдрейк имеет в виду примерно то же, что Мейен называл рефренной структурой разнообразия (гл. 6), и морфическое поле является тем инструментом, которым природа выбирает конкретный вариант развития (рефренной строки). При этом настоящая новизна появляется в эволюции крайне редко – с появлением новой рефренной таблицы (по Мейену) или нового поля (по Шелдрейку). В биопоэзе так выглядит появление субвитальных областей (по Берналу), которые могут быть сопоставлены с «областями влияния» Шелдрейка.

Едва упомянув Янча и совсем не ссылаясь на Лавлока, близких ему по духу, Шелдрейк, однако, часто цитирует Девиса (п. 1), оспаривая антропный принцип. Он уверен в том, что нет смысла говорить о законах физики, существовавших до тех пор, пока не было самих физических объектов, и вместо антропного принципа принимает как аксиому, что законы физики (как и биологии) – итог эволюции природы. Он допускает, что его «морфическое поле» столь же старо и универсально, как физические поля. Из этого следует, что «созидательная причинность» могла быть ответственной и за единообразие космической эволюции: «Возможна вселенская сеть морфического резонанса среди галактик, звезд и атомов. И если так, то естественно предположить, что есть вселенская сеть резонанса между молекулами, кристаллами и формами жизни» (*Sheldrake R.* The presence of the past. Morphic resonance and the habits of nature. London, 1994, с. 302).

Добавим, что в этом случае перестают удивлять быстрые темпы биопоэза на Земле – если этот процесс осуществлялся параллельно в разных местах Вселенной. Но не будем забывать и того, что существование вселенской, да и земных резонансных сетей пока всего лишь допущение, а отказ видеть физические законы до физических объектов противоречит платонизму, в иных отношениях признаваемому самим Шелдрейком. Словом, перед нами не теория, а лишь общая философская заявка на нее. Главное в ней не результаты, а постановка вопросов, прежде в науке не бытовавших.

7-12. Итог. Проблема четырех *R*

Итак, новое понимание механизма зарождения жизни на Земле основано на трех фундаментальных биологических понятиях: биоценоз, биосродство и биополе. Согласно этому пониманию, первые биоценозы возникли до первых организмов и затем сформировали первую биосферу, поля которой с тех пор и управляют эволюцией организмов; жизнь возникла путем поэтапного, но геологически быстрого замещения неорганических звеньев геохимических цепей на органические (химических форм сродства на биологические). Первые биоценозы использовали потоки веществ и энергии из земных недр, что привело к созданию сообществ, которые в настоящее время известны как гидротермальные. Эти ценозы сначала не составляли единой системы (биосферы), но создавали для будущей биосферы материал – органические вещества и атмосферу. Первые крупные организмы существавли в тесном симбиозе с мелкими, т.е. также представляли собой ценозы (п. 7).

Появление биологических полей связано (если следовать идеям Шелдрейка и Воейкова) с совершенно новой физикой. Теперь приходится смотреть по-новому даже на такие, казалось бы, незыблемые категории, как причинность. Биополе, вероятно, родилось в ходе биопоэза, сформировало свои «резонаторы», ставшие носителями наследственности (пп. 8, 11), и определило дальнейший ход не только самого биопоэза, но и всей дальнейшей эволюции. О ней будет рассказано в следующих главах.

Разумеется, эти положения не окончательны и, наверное, еще не раз будут пересмотрены. Но загадка рождения жизни видимо навсегда прояснилась в одном: ее решение не упирается в проблему появления всего сразу – мы теперь уверенно делим биопоэз на последовательные стадии, что впервые наметил Бернал 45 лет назад (п. 4). В наши дни можно изложить ЦТБ гораздо убедительнее, чем это сделано в его блестящем докладе.

На этом при первой публикации (БПС, 1999, N 11) тема биопоэза была закончена, но спустя 4 года могу добавить, что оптимизм мой был поспешен. В сущности, XX век ушел на решение предварительных проблем, тогда как главные стоят недвижно. Мы не понимаем, что такое биополе, но хотя бы вопрос поставлен. А есть проблемы, по сути и не поставленные. Их по меньшей мере две: как возникла клеточная оболочка и как возник аппарат наследственной изменчивости? (Изменчивость мы сразу видим вместе с механизмом ее рационального изменения.) Никаких серьезных работ на сей счет мне не попадалось. И если можно надеяться, что вскоре кем-то будет предложена модель появления замкнутой клеточной оболочки, синтез и распад которой управляются находящимися внутри нее генами, то вторая проблема представляется мне на сегодня неприступной.

Ее можно обозначить как **проблему четырех *R*** – рекомбинации, репарации и репликации ДНК и редактирования РНК[29] . Все рассуждения о "мире РНК" приближают лишь к пониманию возникновения транскрипции РНК, которая при этом выступает как исторически первая процедура чтения генетического текста. Репарация (починка) ДНК видится на сегодня неотъемлемой частью генетической системы и, возможно, возникла еще до системы репликации. Репликация ДНК несравненно сложнее, даже в ее простейшей форме "катящегося кольца", чем транскрипция РНК, и понять ее становление пока никто, насколько знаю, не пытался.

---

[28] Разумеется, Шелдрейк не отрицает того факта, что ДНК может служить текстом для РНК и, тем самым, для белков. Речь о другом: нет никаких данных о том, что в ДНК записано хоть что-то о форме, т.е. о пространственных отношениях внутри клетки, между клетками, между тканями и т.д. Гены гомеобокса (п. 5-15) регулируют поле, но не образуют его. Добавлю, что основная часть ДНК эвкариот (интроны и повторы, см. п. 5-5) вообще не служит текстом для РНК.

Но гораздо хуже то, что таковое понимание вряд ли само по себе что-то даст для проблемы биопоэза, поскольку первые три *R* выглядят единым функциональным целым, а четвертое *R* тоже грозит оказаться его частью. В этой ее части проблема биопоэза остается проблемой "как же всё сразу?"

Выходит, что неприступность проблемы просто отодвинулась. Мы как бы взяли крепость, но, поднявшись на крепостную стену, увидали внутри нее поражающий своей неприступностью акрополь.

Глава 8. Главные черты эволюционного процесса

На эту тему есть множество хороших книг, например [*Ивахненко, Корабельников*; *Еськов*]. Поэтому здесь мы лишь посмотрим, как новое знание о механизмах помогает понять некоторые ключевые события и процессы эволюции. При этом приходится вновь обозревать механизмы, и некоторые выглядят иначе, чем прежде. Обнаруживаются и совсем новые механизмы эволюции, особенно в отношении начала жизни.

8-1. Различные понимания процесса эволюции

Сперва напомню вкратце, к чему мы пришли. Для самых ранних эволюционистов (их принято называть *трансформистами*) понять эволюцию – значило всего лишь одно: убедиться, что организмы в ходе истории Земли изменялись. Для первых *геологов* задача состояла уже в большем – понять, кто за кем жил. Вероятно Эразм Дарвин был первым, кто поставил вопрос о причинах эволюции: по его мнению, главные из них – огромное время и собственная активность живого. Этим он дал начало как учению о *факторах* (элементарных движущих силах) эволюции, так и тому конкретному пониманию этих факторов, которое известно нам под именем *ламаркизма*. Теперь понять эволюцию значило – узнать ее механизмы. Тех, кто ищет их в работе самого организма, будем называть *физиологами*.

Ламарк увязал идею Эразма с данными геологии и объявил активность живого основным фактором эволюции высших животных; растения же и низшие животные у Ламарка изменяются прямо под влиянием среды. Чарлз Дарвин уточнил таковое влияние (среда отсекает негодные случайные уклонения) и отбросил активность особи как нечто лишнее. Изменил он и роль времени: хотя время эволюции мыслится в дарвинизме (как и в ламаркизме) неограниченным, но само по себе оно тут ничего не значит, и если условия жизни не меняются, организмы должны оставаться неизменными, ибо дарвинизм целиком (ламаркизм лишь частично) видит эволюцию как цепь приспособлений организма к среде.

Парадокс в том, что задачу трансформистов решило лишь появление дарвинизма: факт изменения организмов был признан наукой и обществом.

Геккель объединил Ламарка с Дарвином и дал новый способ понимания эволюции: понять ее – значит указать генеалогию (кто от кого произошел). Так появились *филогенетики*, понимающие эволюционную науку как построение родословных древ. Их большинство, к ним относятся все дарвинисты, но в науке бытуют и другие подходы. Кратко говоря, они сводятся ***к поиску не родственных связей, а механизмов эволюции***.

Кроме *приспособления*, в эволюции важны такие явления, как *прогресс* и *разнообразие*. Эти три феномена друг к другу не сводятся, хотя дарвинизм считает иначе. Понятие прогресса ввел Ламарк, а в основу учения его положил Берг, основатель номогенеза.

Дарвин прогрессом почти не интересовался, тогда как Ламарка почти не занимало разнообразие, а Берга – приспособление. Легко догадаться, что реального понимания эволюции организмов можно ожидать только в рамках теории, которая рассмотрит все три феномена вместе (а также рассмотрит, кроме эволюции таксонов, эволюцию сообществ, но о ней речь пойдет особо).

Пренебрегая физиологией, номогенез оказался односторонним, однако блестящий вклад номогенетиков видится мне в том, что они ясно показали – эволюция состоит в постепенном заполнении рефренных таблиц. Порядок заполнения клеток таблицы (ход эволюции) может быть различным, Для случая рефрена «Типы расчленения листа», рассмотренного в п. 6-3***, Мейен предлагал рисунок, показывавший невозможность выяснения конкретного пути, каким был достигнут данный тип сложного листа (рис. 47).

В таких случаях филогению построить нельзя, и справедлив вопрос Б.И. Кудрина: "не ставят ли палеонтологи нереальную задачу: восстановить родство по ископаемым остаткам, которые утратили идеальную сторону информации, неизбежную при информационных процессах?" [*Кудрин*, с. 39]. Подробнее см. п. 10-6.

Другой подход объединяет физиологов. К ним, кроме ламаркистов в указанном смысле (сторонников собственной активности особи как ведущего фактора эволюции) и жоффруистов (видящих основной фактор в изменении зародышей под влиянием среды), надо отнести и тех иммунологов, которые видят в иммуногенезе теплокровных модель эволюции. Главных заслуг физиологов я вижу две: на уровне организмов они указали схему приспособления, объяснившую, как приспособление возникает («кванты селекции отбираются поочередно»), а на уровне молекулярном – схему, объяснившую, как приспособление наследуется: при стрессе возникает генетический поиск; он лучше всего изучен в иммуногенезе.

Третий подход, *холисты* (от греч. *холос* – целый) – те, для кого понять эволюцию – значит осознать целостность эволюционного процесса, его системность. Конечно, о целостности (системности) говорят все, но приверженцы этого подхода кладут ее в основу всех своих рассуждений, тогда как остальные до сих пор рассуждают о приспособлении вида к изменениям среды (что с холистической точки зрения бессмысленно).

Идею целостности настойчиво разъяснял Любищев (*Марасов А.Н.* Единство целого при свободе частей – метаидея А.А. Любищева // ЛЧ, 1992), но в то время еще не настал ее час. Целостность и ныне понимается медленно и трудно. Хотя еще Геер, Соболев, Тейяр, Мейен и некоторые другие оперировали с эволюцией как с преобразованием флор и фаун, хотя экологи давно говорят об эволюции как о преобразовании экосистем, однако многим удобнее видеть два разных процесса: главный – эволюцию таксонов, и вытекающий из нее – перестройку экосистем. Почему вытекающий? Да потому, говорят эти ученые, что эволюция таксонов – цепь приспособлений к среде, а к чему может приспосабливаться экосистема?

В прежних главах изложена та точка зрения, что как биосфера, так и каждая ее экосистема непрерывно приспосабливается сама к себе (подобно тому как приспосабливается сам к себе ребенок и как приспосабливается каждый из нас к своим болезням). Кроме процесса приспособления к себе, экосистемная эволюция включает поиск и заселение организмами новых экологических ниш. Такая эволюция носит характер фрактального роста (п. 6-14), что ведет, в частности, к подобию медленных процессов быстрым.

Чаще всего холисты выступают в наши дни в эволюционной литературе как *эколо-*

ги, но бывают холисты, далекие от экологии, например Воейков и Шелдрейк (гл. 7). Последний видит целостность шире всех: не на уровне материи, а на уровне идей Платона и энтелехии Аристотеля, но он и дальше всех от подхода к механизмам эволюции (известный закон логики – чем шире идея, тем меньше она уходит в глубь явления).

Четвертый подход – *финалисты*, т.е. те, кого занимают не столько родословные и механизмы эволюции, сколько тот финал, к которому она, по их убеждению, должна прийти. Первым финалистом можно назвать Августина (п. 1-8), считавшего, что мир вступил в свою последнюю историческую эпоху, за которой последует Страшный суд. У него было много последователей; из них в данной книге мы говорили о Тейяре. Он видел эволюцию как процесс, направленный к заранее намеченной Богом конечной цели.

По сути, описание процесса эволюции зиждется на двух блоках данных – *палеонтологических* и *диатропических*. Палеонтология указывает, в какой последовательности и в каких условиях жили организмы прошлого, ее данные наиболее объективны и надежны, но касаются лишь некоторых свойств некоторых вымерших организмов. Диатропика, наоборот, сравнивает любые организмы по любым свойствам, и потому сравнительный метод служит основным источником сведений о функциях древних организмов, но она ничего не может сказать о времени, когда они жили. Нужно сочетать оба блока, а они, увы, часто друг другу противоречат.

Итак, есть много способов понимать *процесс* эволюции. Что касается *механизма* эволюции, то он сформулирован (так, как он мне представляется) в п. 6-16, и здесь остается добавить только описанный в главе 7 весьма абстрактный *морфический резонанс* (по Шелдрейку), т.е. сообщение, передаваемое через биополе (п. 7-11).

8-2. Эволюция и систематика царств

Как известно, нынешняя систематика эволюционна: таксоном мы считаем группу родственных организмов. Так, собаки больше похожи друг на друга, нежели другие псовые (например, песцы), псовые – нежели другие хищные и т.д.; общность эту традиционно трактуют как происхождение от общего предка: предок вида «собака» жил позже, чем общий предок семейства псовых, тот – позже, чем общий предок отряда хищных и т.д.

Казалось бы, проще всего проследить фактический ход эволюции, глядя на систему организмов – сперва появились *царства* (точнее, первые виды, от которых мы ведем историю царств), затем *типы* (точнее, виды одного царства, принадлежащие к разным типам), за ними *классы* и т.д. Долгое время ученые так и описывали эволюцию, но это оказался тупик. Ведь всякая эволюционная система построена на каком-то конкретном понимании эволюции, так что ничего нового об эволюции, глядя на нее, не узнаешь. Систему надо строить одновременно с познанием эволюции – вот мысль (ее защищал, в частности, Мейен), которой мы будем следовать.

Эволюцию таксонов не выше типа (отдела) можно понимать как преобразование планов строения (скачком или постепенно), а эволюцию царств так представить нельзя. О связи эволюции и систематики царств речь пойдет в главе 10, здесь же замечу только, что нам предстоит понять, как царство бактерий смогло породить остальные царства. Это и будет реально эволюционная систематика царств. Самих царств мы положим, как почти всеми принято, четыре: **бактерии, растения, грибы и животные**.

Такое деление исходит из *эколого-морфологического* понимания царства. А имен-

---

[29] Три *R*, касающиеся ДНК, звучат в известных мне языках сходно (латинская основа), и "редактирование" тоже звучит сходно в разных языках, однако в английском слово *the redaction* почти вытеснено словом *the edit,* откуда и термин *the RNA-editing*.

но, следуя американскому экологу Роберту Уиттекеру, мы будем делить живой мир на два надцарства по принципу строения клетки (про- и эвкариоты), а эвкариот – на три царства по способу питания: растения – это продуценты (автотрофы; создают органику), грибы – сорбенты (всасывают пищу, подобно бактериям; разлагают органику), а животные – консументы (поедают пищу; преобразуют органику без качественного повышения или понижения ее сложности). Такое членение естественно продолжает идею Линнея, отмечавшего, что растения производят, а животные потребляют. Иногда добавляют пятое царство, объединяя в него всех одноклеточных эвкариот [*Дьяков*, с. 6-7], но его не удается построить фактически. Подробнее см. главу 10.

Впрочем, надо упомянуть и противоположную точку зрения – что все таксоны надо вводить чисто филогенетически. Тогда царство – просто один из таксонов, и царств вводится много, более двадцати. Наиболее подробно эту точку зрения защищает книга: *Кусакин О.Г., Дроздов А.Л.* Филема органического мира. СПб., 1994 (т. 1), 1998 (т. 2). **Филемой** там названа филогенетическая система. Авторы ввели новые царства на удивленье легко, не задумываясь о том, что же это такое – царство. Они были уверены, что филему можно построить для любых групп организмов, в том числе и для бактерий, однако это им не удалось. Точнее, мне не известно ни одной "филемы" одноклеточных, принятой кем-либо, кроме ее авторов и которую даже сами авторы защищали хотя бы пять лет. Говорить же о схемах-однодневках в книге, претендующей быть учебной, смысла нет.

8-3. Первые бактерии

В главе 7 сказано, что происхождение жизни ныне представляется как появление в первых биоценозах первых отдельных организмов – микробов. Они появились не позже раннего **архея**[30] и поначалу обитали в редких оазисах жизни, которыми вероятно были гидротермы. Когда они завладели океаном, неизвестно, зато есть свидетельство того, что уже 2,4 млрд лет назад (то был **карелий**) они формировали первые почвы суши [*Еськов*, с. 159].

Сам же океан в то время составлял, как полагают, около трети нынешнего по объему, имел среднюю глубину меньше километра (ныне она равна 3170 м), и неясно, когда он приобрел нынешний объем и солевой состав (*Клиге Р.К. и др.* История гидросферы. М., 1998, с. 59, 114).

Первые бактерии были гораздо проще нынешних. Это ясно хотя бы из того, что все нынешние бактерии имеют одинаково сложную систему репликации ДНК. В частности, никак не являются близкими к первым организмам нынешние *архебактерии*, в которых некоторые ученые видят древнейших представителей жизни. Это большая группа (Кусакин и Дроздов делили ее на 4 царства), выделяемая по строению некоторых макромолекул; но эти бактерии являются *обычными бактериями* по признакам, видным в световой микроскоп, а также по физиологическим свойствам. Поэтому надо еще понять, насколько осмысленна сама группа архебактерий.

Выделить архебактерии в особую группу заставило то, что некоторые их молекулярные механизмы являются как бы промежуточными между прокариотными и эвкариотными. Например, ДНК-зависимая РНК-полимераза (фермент, ведущий транскрипцию РНК на ДНК-овой матрице) устроена у них много сложнее, чем у обычных бактерий. Общее впечатление таково: ***строение клетки у архебактерий проще, а система синтеза РНК и ДНК сложнее***, чем у других бактерий (см. обзор: *Edgell D.R., Doolittle W.F.* Archaea and the origin of DNA replication proteins // Cell, 1997, N 7). Это обычное свойство

нынешнего разнообразия, выражаемое принципом компенсации (п. 2-7) и не имеющее отношения к эволюции. Словом, архебактерии вовсе не так просты, чтобы видеть в них нечто близкое к первым организмам. Как же тогда выглядели первые микробы?

Тут разнообразие нынешних микроорганизмов оказывается нам полезно, но вовсе не для поиска среди них предка, а в другом плане: оно дает понять, ***каково то наиболее простое строение, какое вообще может обеспечить существование***.

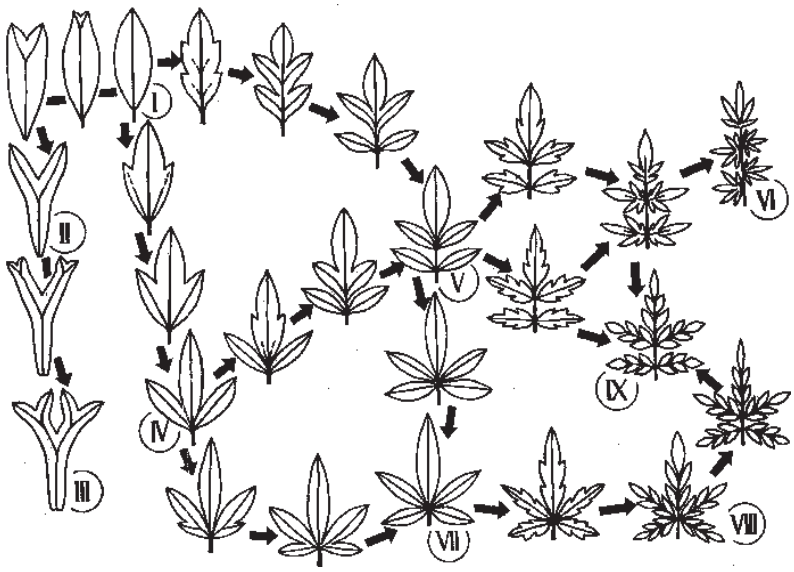


Рис. 47. Возможные пути эволюции типов расчленения листа (по: Мейен, 1974). Одного итога можно достичь разными путями

Самыми мелкими и самыми просто устроенными из ныне живущих бактерий являются *молликуты* (микоплазмы). Слово "молликуты" означает "мягкокожие" – они не имеют клеточной стенки, так что от внешней среды их отделяет только цитоплазматическая мембрана.) Они также не имеют ни жгутиков, ни внутриклеточных органелл, а метаболизм их предельно прост (в частности, вся энергетика сводится к гликолизу). Молликуты обладают самым коротким геномом (едва обеспечивающим самый простой метаболизм, да и то – в достаточно богатых средах), лишь втрое превышающим геном самого крупного вируса и втрое-пятеро короче чем у бактерии Escherichia coli (кишечная палочка). Молликут известно всего 7 родов, из которых 6 – паразиты (они выделены Кусакиным и Дроздовым в отдельное царство), а один род *термоплазма* живет самостоятельно в умеренно горячих источниках. Термоплазма, будучи по строению микоплазмой, биохимически близка к архебактериям.

Как это понять? Считать, что молликуты произошли от архебактерий, или наоборот? А может быть, счесть их общим предком термоплазму? Или назвать организацию термоплазмы «независимым приспособлением» и не думать о ней? Кусакин и Дроздов предпочли простейший путь – назвали термоплазму отдельным царством. Но идя таким путем, легко придумать сотню крохотных «царств» – ведь у бактерий могут свободно сочетаться самые различные свойства. Недавно, например, описана бактерия, у которой всего лишь 16% генома – архебактериальные, но живущая в гидротерме среди одних лишь архебактерий [*Прозоров,* 2000, с. 525]. Не завести ли и для нее свое царство? Никто так не поступит, поскольку вероятно, что она является гибридом. Но идея межцарственного гибрида сделала бы саму идею филогенетического царства бесполезной и, пожалуй, бессмысленной.

Поступим иначе. Вместе с большинством микробиологов *будем считать все прокариоты единым царством*. Вспомним, что свободная комбинация свойств прокариот просто и естественно объясняется горизонтальным переносом (хотя ее можно объяснить и иначе, диатропически: все прокариоты заполняют одну общую рефренную таблицу), так что все всем *могут быть* родственниками. Поэтому не станем строить их эволюцию на идее родства, а опишем ее просто как расширение их свойств и возможностей. Иными словами, не будем спрашивать «кто от кого?», а зададимся вопросом «что и как?».

Сочетание трех качеств термоплазмы – предельно простая для непаразита конструкция, умение жить самостоятельно вблизи гидротерм (в гл. 7 они описаны как воз-

можная колыбель жизни) и сходство молекулярного строения с остальными архебактериями (в их строении много архаичных черт) – все это делает ее похожей на первичный организм. Иные говорят даже, что она в самом деле дожила до наших дней со времен начала жизни, но это невозможно: во-первых, она – аэроб, т.е. приспособлена жить в кислородной атмосфере, каковой в начале жизни, как полагают, не было, а во-вторых, с тех пор она должна была прожить более триллиона поколений, и ей потребовался бы фантастически точный механизм копирования, чтобы за это время не измениться до неузнаваемости; от первичного организма такого ждать не приходится. Предки термоплазмы наверняка эволюировали и, в частности, оставили ей в наследство вполне современную систему синтеза РНК, ДНК и белков. Предками ее могли быть (и, полагаю, были) очень различные прокариоты, а точнее – любая часть царства прокариот.

Согласно идеологии нынешнего номогенеза, эволюция состоит в заполнении объективно существующей рефренной таблицы, которая задает принципиальные возможности строения (план строения для каждого таксона) и возможную изменчивость в их рамках. Если в таблице есть клетка, задающая облик и функции термоплазмы, то она должна была вновь и вновь заполняться (за счет изменений других, близких, бактерий), причем одно и тоже приобретение могло достигаться разными путями. При таком понимании эволюции вполне естественно, что очень физиологически и экологически различные организмы имеют сходное строение. Например, архебактерии обладают теми же основными формами, что и остальные бактерии: среди них есть молликуты, кокки, бациллы, спирали, звезды и т.д.

8-4. Эволюция клетки: принцип компенсации

Как сказано в п. 3, для архебактерий характерно усложнение макромолекулярных структур в ущерб усложнению строения клетки. По всей видимости, так было всегда – одни преуспевали в чем-то одном, другие в другом. В этом состоит упомянутый выше принцип компенсации.

Некоторые молекулярные новшества архебактерий нашли затем место в организации эвкариот, которым, в свою очередь, пришлось дорого платить за свою сложность: они отстают от прокариот биохимически.

Временем рождения эвкариот был средний **рифей**, а в позднем рифее (почти миллиард лет назад) морские мелководья были уже полны многоклеточных – бесскелетных животных, известных нам по следам их жизнедеятельности (норки, следы перемещения по сырому грунту), а также водорослей. Вероятно, появление многоклеточных связано с ростом концентрации кислорода в атмосфере и в воде, поскольку переход от брожения к дыханию позволил организмам расходовать пищу экономно, а потому иметь клетки, не соседствующие с внешней средой. Однако пока O_2 было еще мало (в воздухе – менее 1%), организмы вынужденно оставались тонкими пластинками. Вероятно, некоторые напоминали плоских червей, но имели ли они основные их качества (двустороннюю симметрию, кишечник и т.д.), сказать невозможно. Довольно определенно говорят лишь, что в позднем рифее были губки. Растительные же остатки представлены, в основном, строматолитами (п. 7-7) мелководья.

Много лучше известен следующий период, **венд**. Появились морские организмы, способные попасть в ископаемую летопись: с накоплением O_2 менялась биохимия организмов: водоросли стали выделять известь, а животные стали достаточно плотными, чтобы оставлять отпечатки. Быстрая эволюция была, как считают, связана с резким ухудшением условий жизни. На границе рифея и венда материки вероятно сместились так, что Южный

полюс оказался в середине Африки, а Северный – в Скандинавии; если так, то это вызвало оледенение суши, а значит – понижение уровня океана и рост его солености. На уцелевших для жизни мелководьях стало неуютно и тесно, что означает стрессовые условия жизни. Как сказано в главе 5, такие условия способствуют быстрой эволюции немногих выживающих.

Термин «прогресс» биологи прилагают в основном к формам строения, полагая, что эвкариот прогрессивнее прокариота, многоклеточный организм – одноклеточного и т.д. Но биохимически бактерии прогрессивнее нас.

Принято считать, что они давным-давно не усложняются. Даже рассудительный Шалин смог написать, что бактерии, "живущие в нашем кишечнике, сохраняют способы жизни, в точности идентичные приобретенным три миллиарда лет назад. Эти вполне адаптированные бактерии не подверглись существенным изменениям" (АЕ, 165). Неверно: они выживают в кислородной атмосфере, которой всего 2 млрд лет. Более того, они могут жить в кишечнике, какого не было еще даже в мезозое, так что нет оснований считать их самих старше. И вообще, ***большинство родов ныне живущих бактерий несет следы приспособления к эвкариотам***.

Главное изобретение прокариот, использованное не столько ими самими, сколько эвкариотами, – экзон-интронная структура генома (п. 5-5). Возможно, что она стара, как сама жизнь – на эту мысль наводит тот факт, что вычленение интронов из цепи ДНК не требует участия белков и потому могло быть атрибутом РНК-ового мира [*Галимов*, с. 149].

Правда, у нынешних молликут интронов не найдено, но сами они – итог эволюции и несут следы упрощения: так, геном Mycoplasma genitalium, самый короткий среди всех организмов (580 тыс. пар нуклеотидов), целиком содержится в геноме M. pneumoninae (*Момыналиев К.Т., Говорун В.М.* Механизмы генетической нестабильности молликут (микоплазм) // Генетика, 2001, N 9) – ясно, что первый произошел из второго путем утрат. Остальные прокариотные генетические механизмы у молликут имеются.

В последние годы взгляды на генетику бактерий сильно поменялись, и это прямо влияет на эволюционизм: бактерии по-видимому непрерывно совершенствуют свой геном. "В 90-х годах концепция постоянства структуры, организации и экспрессии бактериальной хромосомы претерпела существенные изменения... Многие адаптационные процессы у бактерий связаны с непрерывной реорганизацией генетических систем", причем всё это относится и к микоплазмам (там же, с. 1176). Представление о бактериях, которые пассивно ждут подходящих мутаций, оказалось ложным.

По-моему, вполне естественно допустить, что прокариоты потратили на свое биохимическое усовершенствование как раз те 2 млрд лет, которые у эвкариот ушли на эволюцию форм. Некоторое представление о том, как могла идти эта эволюция, дает исследование нынешней эволюции лекарственной устойчивости болезнетворных бактерий: она идет быстро, направленно и комплексно (сразу по нескольким направлениям). При этом, как выяснилось, горизонтальный перенос регулярен, но не част, а обычные мутации выполняют лишь роль тонкой подстройки [*Прозоров,* 2000, с. 522, 523, 526], как и в иммуногенезе. Ведущим механизмом, как и в остальной эволюции, мне здесь представляется редактирование РНК.

Рефренная организация разнообразия приводит к тому, что сходные формы появ-

---

[30] См. геохронологич. таблицу (рис. 48). Далее **прямым полужирным** шрифтом выделено первое упоминание геологич. эпох и периодов.

ляются вновь и вновь, и у нас нет гарантии, что постоянство ископаемых форм не таит усложнения процессов. А процессы внутри клетки столь сложны, что на их отработку явно нужно было огромное время.

Что касается одноклеточных эвкариот, то их эволюция состояла в усложнении не столько биохимии, сколько клеточного строения. Стоит глянуть в микроскоп на инфузорию, чтобы понять, что ее единственная клетка устроена много сложнее, чем любая из клеток высших. Иногда ее строение именуют даже не одноклеточным, а *сверхклеточным*.

Почти то же видим у низших многоклеточных. Всякий, кто рассматривал в микроскоп губок, должен был удивиться тому, насколько их клетки и скелеты неожиданно сложны. И это не исключение. Еще в 1925 году гистолог А.А. Заварзин (о его племяннике, бактериологе Г.А. Заварзине, мы говорили не раз), работавший тогда в Перми, отмечал, что «не обнаруживается никакой взаимосвязи между высотой организации животного и его гистологической структурой, а гораздо чаще совсем наоборот». Он привел несколько примеров: «удивительные мышцы червей и более простые элементы моллюсков, насекомых и позвоночных», а также «в высшей степени сложные структуры Protozoa и относительно просто организованные клетки Metazoa» (*Заварзин А.А.* Труды по теории параллелизма и эволюционной динамике тканей. Л., 1986, с. 17).

Геохронологическая таблица

Эра	Период	Время, млн лет назад
КАЙНОЗОЙ	ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ	1,7
	ТРЕТИЧНЫЙ	67
МЕЗОЗОЙ	МЕЛОВОЙ	137
	ЮРСКИЙ	195
	ТРИАСОВЫЙ	230
ПАЛЕОЗОЙ	ПЕРМСКИЙ	285
	КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ	350
	ДЕВОНСКИЙ	405
	СИЛУРИЙСКИЙ	440
	ОРДОВИКСКИЙ	500
	КЕМБРИЙСКИЙ	570
ПРОТЕРОЗОЙ	ВЕНДСКИЙ	680
	РИФЕЙ	1700
	КАРЕЛИЙ	2700
АРХЕЙ		

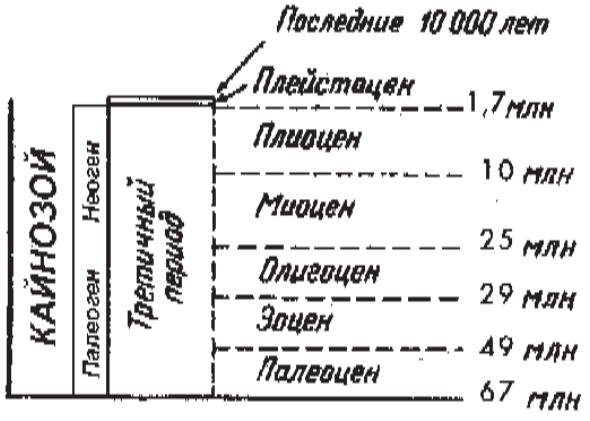


Рис. 48. Геохронологическая таблица. Внизу более крупным планом изображено членение кайнозоя

Для примера неожиданно сложной ткани прошу взглянуть, как выглядит *тегумент* (покровная ткань) плоских червей: наружная сторона являет собой сплошной слой цитоплазмы без ядер, ядра же находятся в выростах, соединенных с ним каналами, проходящими через слой, содержащий мускулатуру (рис. 49). Те 2 млрд лет, которые наши предки потратили на создание костей, кровообращения, иммунитета, нервной системы и прочего, низшие животные извели на усложнение клеток, тканей и т.п. Всё это – частные случаи принципа компенсации Аристотеля (п. 2-7).

Приходится отказаться от привычного со времен Ламарка изложения хода эволюции «от низших к высшим»: Ламарк имел полное право рассматривать эволюционный прогресс как приближение к человеку, но мы, зная микробиологию и гистологию, такого права не имеем.

Что касается структурной сложности прокариот, то она тоже повысилась по сравнению с первичным организмом коллосально, и стало это понятно в последние лет двадцать. Если полвека назад микробиологи говорили про бактерию как про «мешок с ферментами», а 30 лет назад видели ее как «мешок с генами», то сейчас она предстала сложным структурным единством. Единственная «хромосома» бактерии прежде казалась просто кольцевой двуспиральной нитью, хоть и было странно – как она умещается в клетке, превосходя ее длиной в тысячу раз. Теперь известно, что бактериальная ДНК очень сложно и неравномерно скручена, что ее упаковка контролируется особыми белками и что отдельные ее петли удерживаются от перепутывания с помощью нитей РНК (*Прозоров А.А.* Геном бактерий // Микробиология, 1998, N 4).

Вспомним еще, что синтез белка ведут рибосомы, что подвижность бактерии обеспечивают жгутики или клеточная стенка, что энергетика (точнее, окислительное фосфорилирование) сосредоточена в мембранах, а половой процесс (неотличимый у прокариот от горизонтального переноса) осуществляют плазмиды. Словом, прокариоты сложны очень. И все-таки возможности такой организации ограничены. У кишечной палочки кольцевая ДНК закручена уже на полторы тысячи оборотов. Более длинная двойная нить по всей вероятности начнет запутываться. Поэтому прокариотная клетка не бывает слишком сложно устроена, и, что еще важнее, из таких клеток нельзя построить сложный организм. Большинство прокариот одноклеточны, а многоклеточные прокариоты не бывают сложными, это не более чем простые кустики или грибочки. Многоклеточная сложность – удел эвкариот.

8-5. Эволюция клетки: у клетки появляется ядро

Как только эволюция перешла от поиска новых генов к поиску новых структур (комбинаций прежних генов), природе пришлось менять и принцип записи генетической информации, и принцип устройства клетки. Прежде всего, исчерпал себя принцип записи информации на единственной кольцевой двуспиральной ДНК, характерной для прокариот.

Во-первых, в рамках прокариота можно было только увеличить число колец двуспиральных ДНК, что и было, вероятно, прежде всего найдено природой (нынешние бактерии с двумя и тремя кольцами ДНК известны, и можно допустить, что такие бактерии появились раньше, чем эвкариотная клетка). Вероятно, в клетке появились цепочки различных двуспиральных ДНК – прообраз будущих негомологичных хромосом.

Во-вторых, с появлением данного новшества стали преобладать более короткие, чем прежде, цепочки ДНК, как у молликут или плазмид. Это значит, что, вернее всего, такой процесс начался с очень простых прокариот, т.е. эвкариоты не многим младше, чем большинство прокариот.

В-третьих, понадобился новый способ крепления ДНК к мембране – такой, чтобы разводить в разные стороны не только целые геномы, но и отдельные кольца. Такой способ найден опять-таки у некоторых молликут: единственное кольцо ДНК крепится к бляшке, именуемой «полярным диском», причем диск может делиться на два, и новые диски могут расползаться по мембране без деления самой клетки.

В-четвертых, для дальнейшей эволюции надо было мембрану, несущую кольца ДНК, отделить от той мембраны, что несет энергетическую и защитную функции. Оче-

видно, что в основе обеих оболочек лежала конструкция бактериальной мембраны. Сочетание этих четырех достижений и могло стать основой для появления первой эвкариотной клетки (рис. 50).

Когда, сколько раз и в каком порядке это происходило, мы не знаем и есть мнение, что растительная, грибная и животная клетки произошли независимо (см. п. 6-2). Здесь нам важно лишь то, что эвкариотная клетка могла быть собрана из прокариотных структур.

Всякий нынешний эвкариот имеет **синдром эвкариотности –** набор свойств, который по частям не встречается: либо он целиком есть, либо его вообще нет. Это, кроме ядерной оболочки и хромосом внутри нее, набор органелл, из которых мы ранее упоминали митохондрии (они есть у всех эвкариот, кроме некоторых одноклеточных паразитов, которые по всей видимости их утратили) и хлоропласты (есть у всех растений, кроме паразитических, которые тоже их явно утратили). А главное, у всех эвкариот есть особый механизм деления – **митоз**, и обеспечивающие его структуры.

В ходе обычного митоза сперва становятся видимыми (спирализуются) хромосомы, которые дуплицируются, затем возникает веретено, состоящее из нитей (микротрубочек), соединяющих хромосомы с противоположными полюсами ядра, потом ядерная оболочка исчезает, а хромосомы выстраиваются в два ряда и вскоре расходятся, влекомые нитями, к противоположным вершинам веретена. Наконец, вокруг каждого нового набора хромосом вырастает новая ядерная оболочка, и хромосомы деспирализуются. При этом, как правило, делится и сама клетка.

Если бы данная картина была у всех одинакова, о ее происхождении сказать было бы нечего. Но *кариология* (наука о клеточных ядрах) выяснила, что у одноклеточных любая из указанных стадий может поодиночке отсутствовать, а митоз как целое все же работает. Основная часть этих знаний сведена в великолепной книге: *Райков И.Б.* Кариология простейших. Л., 1967. (Ее нет в моем списке рекомендованных, так как читая, надо сравнивать ее данные с более новыми работами; о них сказано ниже.)

Ныне мы твердо знаем, что у многих одноклеточных ядерная оболочка не исчезает, а делится, так что митоз протекает внутри ядра; при этом веретено может помещаться как внутри ядра, так и снаружи (тогда нити проходят сквозь поры в оболочке). У многих веретено возникает с одного бока ядра, и лишь в ходе митоза вершины веретена расходятся к полюсам ядра (рис. 51). У некоторых веретено почти незаметно (нитей немного) и, по-видимому, расхождением хромосом управляет не оно, а ядерная оболочка. У одноклеточной жгутиковой водоросли эвглены внутриядерным митозом, вероятно, управляет ядрышко (точнее см. [*Райков*, 1986, с. 42]).

Естественно, возникло желание использовать эти различия для уяснения происхождения митоза, причем желание возникло в самой простой форме – многим захотелось найти среди ныне живущих одноклеточных предка, чей митоз первичен. Такую группу нашли и торжественно назвали (1965 г.) «мезокариотами», т.е. промежуточноядерными – ими были объявлены жгутиковые водоросли пиррофиты (у зоологов они же именуются динофлагеллатами, т.е. панцырными жгутиконосцами). У них хромосомы видны всегда, ядерная оболочка не исчезает, а делится, словно бактерия.

Однако вскоре от идеи "мезокариот" пришлось отказаться, поскольку митоз пиррофит оказался не проще, а сложнее типичного (его описание см.: *Дьяков Ю.Т.* Введение в альгологию и микологию. М., МГУ, 2000, с.33-34). Веретено некоторых пиррофит тоже оказалось сложное: вне ядра, натянуто между его полюсов. И наоборот – есть жгутиковые водоросли криптомонады с очень простым («примитивным») митозом, но протекающим

при растворении оболочки ядра, и красные водоросли (багрянки) со вполне развитым («почти типичным») митозом, но внутри ядра. То же видно и с другими «примитивными» чертами. Кого же счесть предком?

*** Диатропика митозов и эволюция**

В 1986 году, после 20 лет безуспешных попыток построить филему (см. п. 2) митозов, ленинградский кариолог И.Б. Райков (сын историка науки Б.Е. Райкова) предложил схему эволюции митозов, отрицающую филогению (рис. 52). Самое в ней интересное – сходство со схемой, приведенной на рис. 47. Оно говорит, что тут имело место заполнение рефренной таблицы, т.е. что *номогенез заявил свои права и в кариологии* (хотя сам Игорь Борисович рассуждал в терминах дарвинизма [*Райков,* 1986]).

В самом деле, предка искать нет смысла: первый эвкариот жил 2 млрд лет назад и следов не оставил, поскольку не имел ничего, что сохраняется в ископаемом виде. Наоборот, клеточные оболочки пиррофит хорошо сохраняются и известны с **кембрия**, т.е. пиррофиты слишком молоды для предка эвкариот. Имеет смысл лишь попробовать ***мысленно собрать минимальный работающий механизм митоза*** (что и сделал Райков), а затем искать сведения о дальнейшем усложнении митотических механизмов, по возможности увязывая их с геохронологией. Но нет смысла указывать на какой-либо митоз как на предковый. Нынешние митозы все обладают тем свойством, что их обладатели могут жить в нынешних средах, тогда как от первичного митоза этого свойства ждать не приходится.

Эффективность митотических механизмов очень различна. Так, при нормальной температуре митоз разных форм может занимать от пяти минут (обычный митоз в бурно растущей ткани) до двух часов (митоз эвглены), что не мешает широкому распространению самых разных форм. Поэтому ***нет оснований считать, что типичный митоз победил в какой-то прежней конкуренции***, а лучше вспомнить принцип компенсации (никому не дано всё сразу – п. 4). Одним из его проявлений как раз и является то,

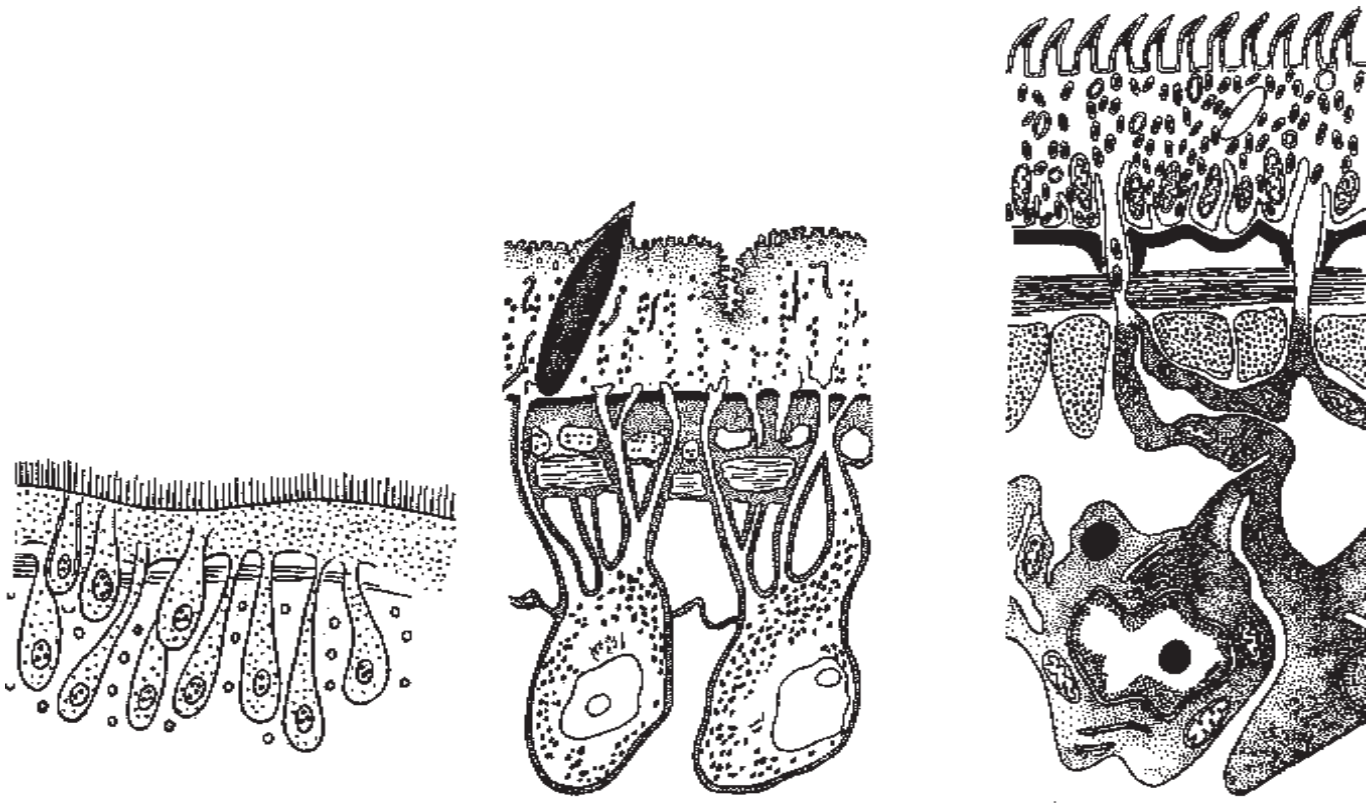


Рис. 49. Покровная ткань плоских червей: а) турбеллярий, б) трематод, в) цестод. Ее усложнение сопровождается упрощением всей остальной структуры червя

что клетки низших зачастую устроены сложнее, чем у высших.

Конечно, вариации не могут быть любыми: они заполняют клетки своей рефренной таблицы и этим указывают нам спектр былых возможностей. Каждая из них могла в прежней эволюции встретиться, если организм, которому она принадлежала, мог существовать. Учтя это, ***попробуем очертить становление эвкариотности*** и, прежде всего, митоза.

При внутриядерном митозе ядро делится подобно бактерии; значит, тут мог работать прежний бактериальный механизм; он же мог обеспечить расхождение хромосом до возникновения веретена; хромосома пиррофит сходна с пучком бактериальных ДНК, следовательно, она демонстрирует принципиальную возможность сборки из различных бактериальных «хромосом». Далее, обычная плотная упаковка ДНК могла быть позаимствована у вирусов – они есть у бактерий, поэтому могли возникнуть ранее эвкариотности. Что же касается веретена, то вопрос его происхождения упирается в появление микротрубочек, и есть данные, что они существуют уже у прокариот. Таким путем можно мысленно собрать ядерную организацию из элементов доядерной, не предполагая таинственного одновременного появления всего сразу. Всё сказанное получено после отказа от филогенетической идеи, как ее альтернатива. Подробности и литературу см. [*Чайковский*, 1990, с. 145-146, 192-193].

Немногие более новые обзоры указаны в статьях: *Микрюков К.А.* Необычный тип митоза у ризоподы … // ЗЖ, 1998, N 11; *он же*. Система и филогения солнечников… // ЗЖ, 2000, N 8. К сожалению, в 1990-х годах поток исследований разнообразия митозов почти иссяк, хотя внятного их итога высказано не было. Причина видится мне в том же, что и в эволюционизме вообще: филему построить не удалось, а иной идеи не искали. В главе 10 будет рассмотрен другой принцип систематики, а здесь замечу: внятный итог состоит в том, что описаны почти все клетки рефренной таблицы “митотические фигуры”.

Вообще, на вопрос «как?» можно, в отношении одноклеточных, ответить нечто вразумительное, лишь отказавшись отвечать на вопрос «от кого?» (отказавшись от идеи филогении). ***В этом и состоит первый шаг диатропического подхода к эволюции***. Возможен он повсюду, но для одноклеточных особенно эффектен, поскольку традиционные методы не дают тут просто ничего. Разумеется, в будущем наш нынешний ответ на вопрос «как?» покажется примитивным: ведь мы не очень-то понимаем, каким образом старые части оказались пригодны для нового целого – вместо этого мы произносим слова «сродство» и «самосборка» (п. 7-9). Но ведь и в химии сродство обрело четкий смысл далеко не сразу.

8-6. Часы эволюции: время течет вперед и назад

Принято считать, что феномен *смерти* появился вместе с многоклеточностью и что одноклеточные в идеале бессмертны, поскольку могут неограниченно размножаться делением. Но это не вполне так: делящийся клон рано или поздно вырождается, и для его сохранения нужно хотя бы изредка перемежать деление половым процессом. Почему клон стареет? Почему время не начинает свой отсчет для каждой клетки с нуля?

Тут не обойти вопрос – что такое время? Дать ему хорошее определение не удается, поскольку нет понятий, ему предшествующих (Кант называл время *первой интуицией сознания*). Единственное, чему тут люди научились – время измерять, т.е. сравнивать с эталонами. Для эталона годится любой процесс, который неограниченно сам собою повторяется и всякий раз течет одинаково. Определить, что значит «одинаково», тоже

не удается, но интуитивно мы такие процессы находить умеем (прежде всего, смена суток, месяцев и лет), и первое их свойство – течь всегда в одну сторону: солнце ни при каких обстоятельствах не пойдет с запада на восток. Время как таковое – та основная величина, от которой зависит и ход эволюции, и облик планеты.

Мы привыкли, что время всегда течет в одну сторону. Разумеется, «первая интуиция сознания» такова, но стоит придумать времени формулировку, как дело усложняется: у придуманного времени можно поменять знак. Например, физики (точнее, школа Пригожина) любят говорить, что направление времени задается необратимостью самопроизвольных процессов (о которых говорят: «энтропия растет»): Земля остывает, камень падает вниз, железо из ископаемых рассеивается, и время при этом возрастает. Противоположные процессы (печка нагревается, снаряд летит вверх, железо скапливается на свалках металлолома) можно *назвать* текущими в обратном направлении, в сторону уменьшения общефизического времени. А как на самом деле, в природе?

В биологии естественным является то направление течения жизни всех организмов, которое знаменуется делением клеток: клетки делятся, растут и снова делятся, чем и задается направление жизненного времени. Но один процесс течет наоборот – *половой процесс*, когда клетки соединяются. Именно при нем происходит, говоря языком техники, «обнуление всех счетчиков», так что новый организм начинает жизнь «с нуля». Тем самым, жизненное время становится циклическим. Механизмами «обнуления» мы зани-

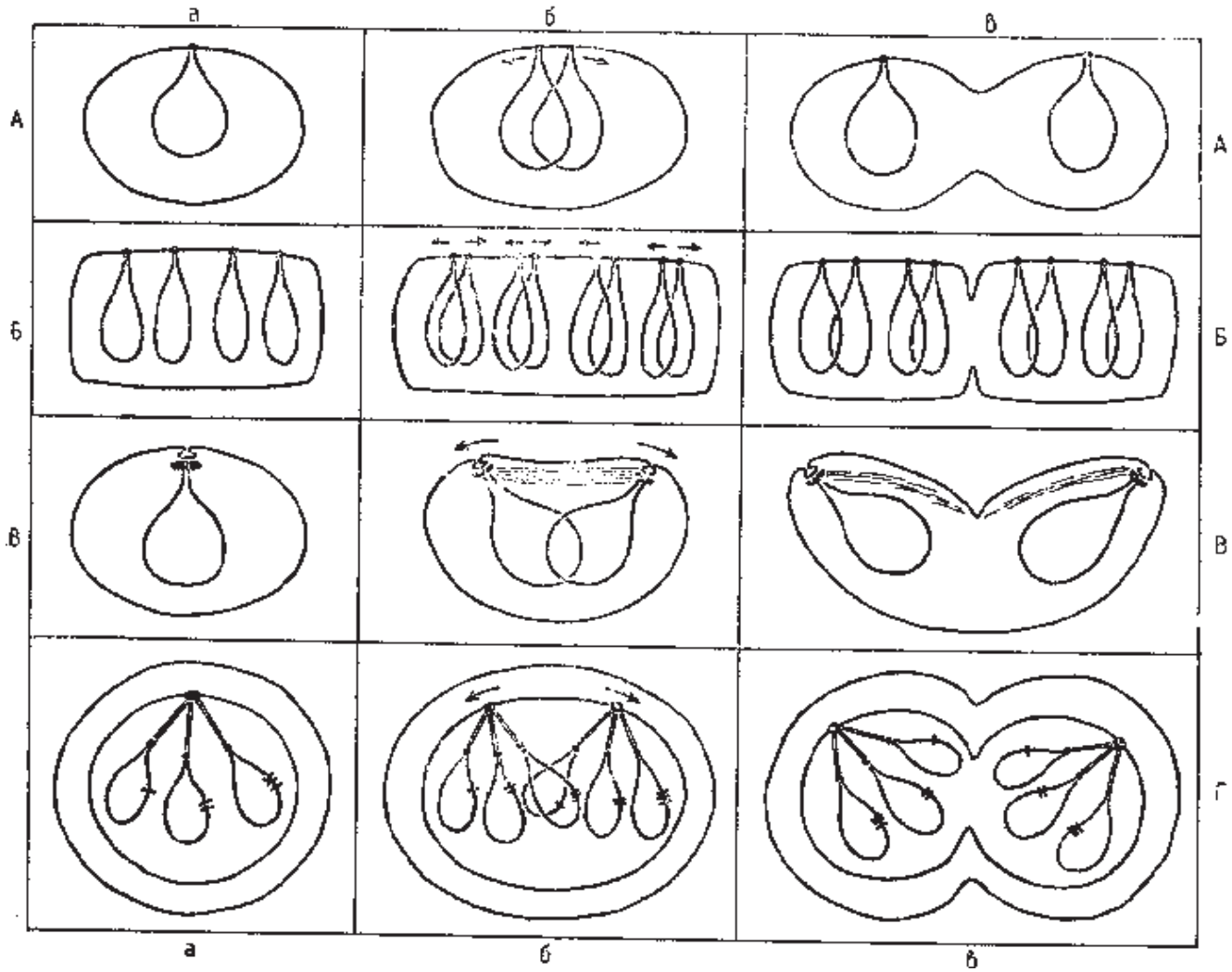


Рис. 50. Эволюция процедуры клеточного деления от прокариот к эвкариотам по И.Б. Райкову (а, б, в - стадии деления клетки; А, Б, В, Г - стадии эволюции). Прошу обратить внимание, что таблица имеет ту же форму, что и приведенные ранее (гл. 6) рефренные таблицы

маться не будем, скажу только, что их много и они еще малопонятны[31] . Нам важно одно: не с делением клеток, а именно ***с изобретением полового процесса жизнь получила потенциальное бессмертие***.

Как и когда возник половой процесс, неизвестно. В п. 1-3 мы видели, что этот мировоззренческий вопрос в некоторых цивилизациях не встает, поскольку они уверены – мужское и женское начала во Вселенной изначальны. Однако ничто не указывает на наличие этих двух начал среди самых ранних организмов.

Самое простое «движение назад во времени» проявляют те же самые организмы, которые обнаруживают самую простую *многоклеточность* (в отличие от колониальных, многоклеточными называют организмы, образующие особые многоклеточные органы размножения), это – *миксоформы*, т.е. миксобактерии в царстве прокариот, а также миксомицеты (слизевики, слизевые грибы) и акразиевые в царстве грибов. Принадлежа разным царствам, виды этих типов ведут себя очень сходно в том смысле, что индивиды часть жизни проводят как одноклеточные, а затем сползаются в колонию, на которой вырастают плодовые тела – яркие "грибочки". У миксобактерий они малы (меньше 1 мм) и вырастают на псевдоплазмодии, т.е. на особом теле, в котором отдельные клетки сохраняются. Наоборот, миксомицеты образуют истинный *плазмодий* – единое бесклеточное многоядерное тело с ладонь размером и "грибочками" до 1 см (рис. 53). Тем самым, миксомицет производит (когда сползаются его одноклеточные части) *возврат в биологическом времени* целиком – до слияния клеток включительно. К сожалению, миксоформы в ископаемом виде не сохраняются, и мы не знаем момента их появления.

Миксомицеты – простейший пример особого плана строения организмов, который состоит из последовательного описания планов строения всех стадий. Этот план не умещается в пространстве, но может быть описан в пространстве-времени. Такой план строения именуют морфопроцессом [*Беклемишев*, с. 11], или *хронотопом* (от греч.

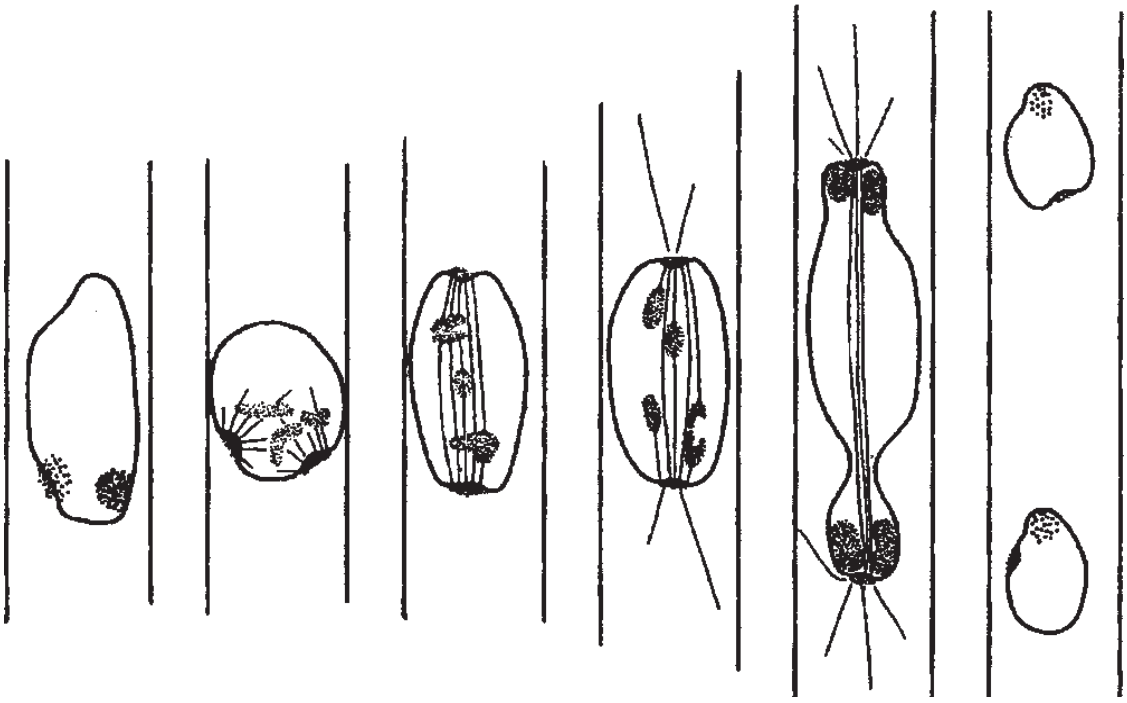


Рис. 51. Пример митоза, радикально отличного от митозов, приводимых в учебниках цитологии: деление ядра в ходе митоза в гифах гриба Fusarium oxysporum. В частности, здесь митоз протекает без растворения ядерной оболочки. В немецком учебнике: *Мюллер Э., Лёффлер В.* Микология. М., Мир, 1995, с. 40 — пример приведен как типичный для грибов. В действительности митозы грибов весьма разнообразны. Например, у многих базидиомицетов ядерная оболочка растворяется частично (т.н. "полярные окна" — там же, с. 41)

хронос - время и *топос* - место). С таким планом строения мы еще встретимся.

Столь необычный план строения миксоформ вынуждает присваивать им очень высокие таксономические ранги. Обычно это типы (отделы), но у некоторых авторов даже царства (п. 10-4). Замечу, что сходство хронотопов прокариотных и эвкариотных миксоформ – яркий пример номогенеза. Точнее, здесь налицо такой же межцарственный параллелизм, какой проявляют, например, актиномицеты и грибы (ср. п. 6-3***).

Возврат во времени выступает у миксоформ как самостоятельное явление, которое видно тут лучше, чем в половом процессе. Возможно, что оно возникло сперва у миксоформ, а затем было использовано для полового процесса, но возможно и наоборот. Так или иначе, но кроме привычного нам времени, всегда текущего в одну сторону, есть и другое, циклическое. Запомним это (к циклам мы вернемся в п. 8), а пока замечу, что каждый цикл есть функциональный блок. С блоками мы уже имели дело в п. 6-3*.

*** Блочность эволюции против симбиогенеза**

Идея эволюции живого в форме комбинирования функциональных блоков впервые, не считая фантазий Эмпедокла, была разработана в учении о симбиогенезе (см. пп. 3-13*, 6-9). То была слишком грубая идея – попытка видеть в качестве блоков целые организмы: как гриб и водоросль соединились в рамках лишайника, так и другие органы и органеллы прежде были организмами. Тогда научное сообщество эту идею отвергло.

Однако через 60 лет Маргелис возродила эти взгляды на основе новых данных. Строение как митохондрии, так и хлоропласта оказалось в самом деле похоже на бактериальное. В частности, эти органеллы имеют свою ДНК (она похожа на бактериальную) и размножаются делением. Стали уверять, что предком митохондрии была неведомая бактерия *промитохондрия*.

Когда симбиогенез входил в моду, многие указывали на то, что он ничем, кроме поверхностной аналогии с наследственным симбиозом гриба и водоросли, не обоснован. (Напомню, что Еленкин не считал даже и этот симбиоз эволюционным явлением.) Содержавшееся в идее симбиогенеза верное соображение о многократном использовании в ходе эволюции одних и тех же блоков уже тогда предлагалось использовать прямо, без натяжек, в форме идеи *генетической интеграции* (см.: *Чайковский Ю.В.* Генетическая интеграция клеточных структур как фактор эволюции // ЖОБ, 1977, N 6).

Позже симбиогенез не раз подвергался убийственной критике (см. обзор в книге Кусакина и Дроздова, упомянутой в п. 2), и ныне многие западные ученые считают его “поэтической фантазией” (УСБ, 2000, N 6, с. 620). Всё же он получил широкое признание, хотя противоречий с данными стало еще больше. Ну хотя бы: ни один белок митохондрии и хлоропласта не может быть синтезирован без содействия ДНК клеточного ядра, и вся наследственность органелл закодирована вперемешку – в них и в ядре: каждый фермент собирается из ядерных и цитоплазматических субъединиц.

Для митохондрий это было объявлено еще в 1973-74 годах (см.: *Royton R.O., Groot G.S.P.* // PNAS, 1974, vol. 72, N 1), в годы триумфального успеха взглядов Маргелис, и не повлияло на их успех никак. Затем таких данных накоплено много. Выяснилось, что даже белки, из которых состоят мембраны митохондрий, в основном кодируются ядерным геномом (см. *Побежимова Т.П., Войников В.К.* Импорт белков в митохондрии // ФР, 2000, N 1).

Зная это, лучше сказать, что не митохондрия делится, а что клетка делит ее, как она

делит набор хромосом или ядерную оболочку. Дыхание клетки выступает как *технология, вынесенная в отдельный структурный блок*, обладающий своим "подсобным хозяйством". Это отнюдь не организм.

Ситуация целиком повторила историю с естественным отбором: адепты симбиогенеза не спорят с тем, что в их учении много противоречий и мало фактов; они в нее попросту верят, о противоречиях не упоминая и недостающих фактов не ища. Если прежде сторонников симбиогенеза упрекали в голословности, то теперь презумпции поменялись, и уже от противников симбиогенеза требуют доказать, что органеллы не могли быть симбионтами, а доказательств не читают.

Характерна статья: *Дымшиц Г.М.* Сюрпризы митохондриального генома // Природа, 2002, N 6. Приведя 7 доводов в пользу симбиогенеза (в основном диатропических, т.е. указующих на параллелизмы, а не на родство) и ни одного против, автор нежданно продолжил: "Существует представление, что разные царства эвкариот имели разных предков и эндосимбиоз бактерий возникал на разных этапах эволюции живых организмов. Об этом же говорят отличия в строении митохондриальных геномов простейших, грибов, растений и высших животных. Во всех случаях основная часть генов из промитохондрий попала в ядро, возможно, с помощью мобильных элементов" (с. 60). Это значит, что несообразности симбиогенеза автору известны и он, как водится, отклоняет их с помощью особой вычурной гипотезы (перенос фрагментов в обе стороны с никак не объясняемой потерей их в исходном геноме), чтобы не думать о пригодности самой "теории".

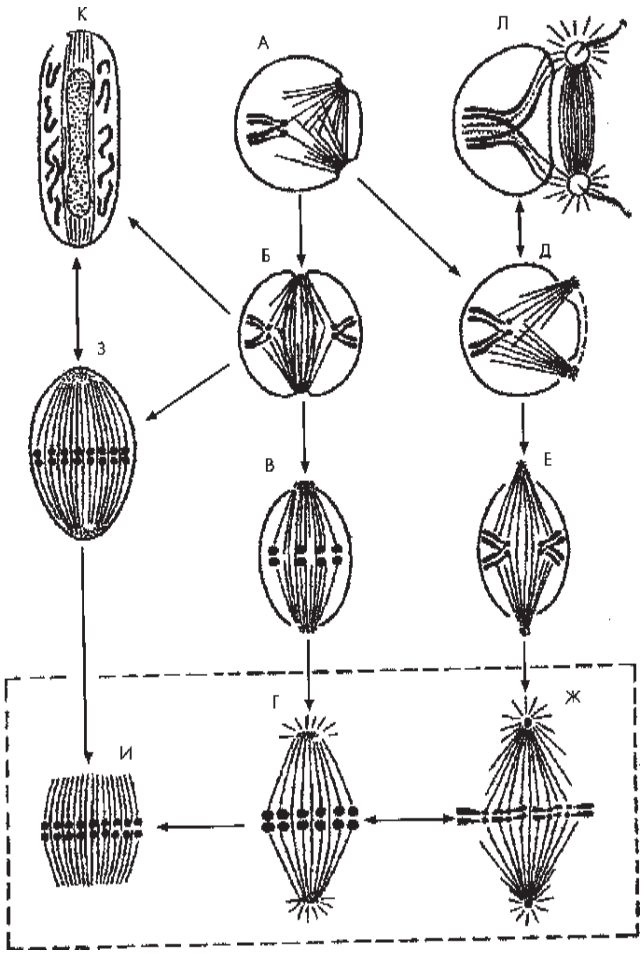


Рис. 52. Эволюция митоза по И.Б. Райкову, 1986. Тип А, при котором хромосомы разъединяются с помощью ядерной мембраны, можно считать самым ранним. Наоборот, типы митоза, обведенные рамкой, возникли явно позже других; тип Г характерен для растений, а тип Ж - для животных. Остальные типы могли появляться в различной последовательности. Очевидно принципиальное сходство с рис. 47

Остается разъяснить "отличия в строении". Действительно, митохондрии различны по своему геному удивительно. У растений митохондриальный геном много длиннее, чем у грибов, и стократ длиннее, чем у животных; у многих одноклеточных митохондриальная ДНК не замкнута (в отличие от бактериальной) в кольцо; у животных, грибов и жгутиковых геномы митохондрий содержат отличие в генетическом коде: триптофан кодируется иначе, чем в ядерных и прокариотных генах (*Одинцова М.С., Юрина Н.П.* Геном митохондрий протистов // ЭГ, 773). Эти и многие другие различия говорят о различном происхождении митохондрий и плохо согласуются с гипотезой об их бактериальном происхождении.

Теперь о симбиогенезе пишут даже в учебниках, но основа его осталась столь же грубой: внутри клетки якобы живут органеллы, потомки древних мелких прокариот – митохондрии и хлоропласты; и остальные

органеллы якобы произошли так же. В действительности митохондрии не могут без посредства ядра синтезировать ни одно вещество; хлоропласты бывают более автономны[32], но весьма отличны от тех бактерий, которых прочили им в предки[33], а остальные органеллы не проявляют никаких или почти никаких симбиотических свойств. Главное же – идея симбиогенеза ничего не может сказать о появлении ядра, кроме смутной и никогда не развиваемой идеи, что оно могло быть бактерией (например: LR, 1998, N 310, с. 44-45).

Нет, бактерией ядро быть не могло: всё, что мы знаем о клетке, ясно говорит о том, что ***прокариот в прокариоте жить не умеет***, что эндосимбиоз возможен только в эвкариотных клетках. В прокариотах находят только вирусы и плазмиды, а они организмами не являются. При реконструкции происхождения эвкариотной клетки нельзя даже сослаться на однократное совпадение исчезающе редких случайностей, поскольку ядерная организация, судя по всему, возникала многократно.

Уточню: бактериальные черты у ядра есть — оно окружено, словно эндосимбионт, двойной оболочкой и у многих одноклеточных делится, словно клетка. Но есть и черты вируса: компактная укладка хромосом сходна с вирусной ДНК, а не с бактериальной; как и вирус, ядерная ДНК легко проходит через оболочки (*Bell P.J.* // Journ. Molec. Evol., 2002, vol. 53, p. 251). Налицо не симбиогенез, а интеграция блоков.

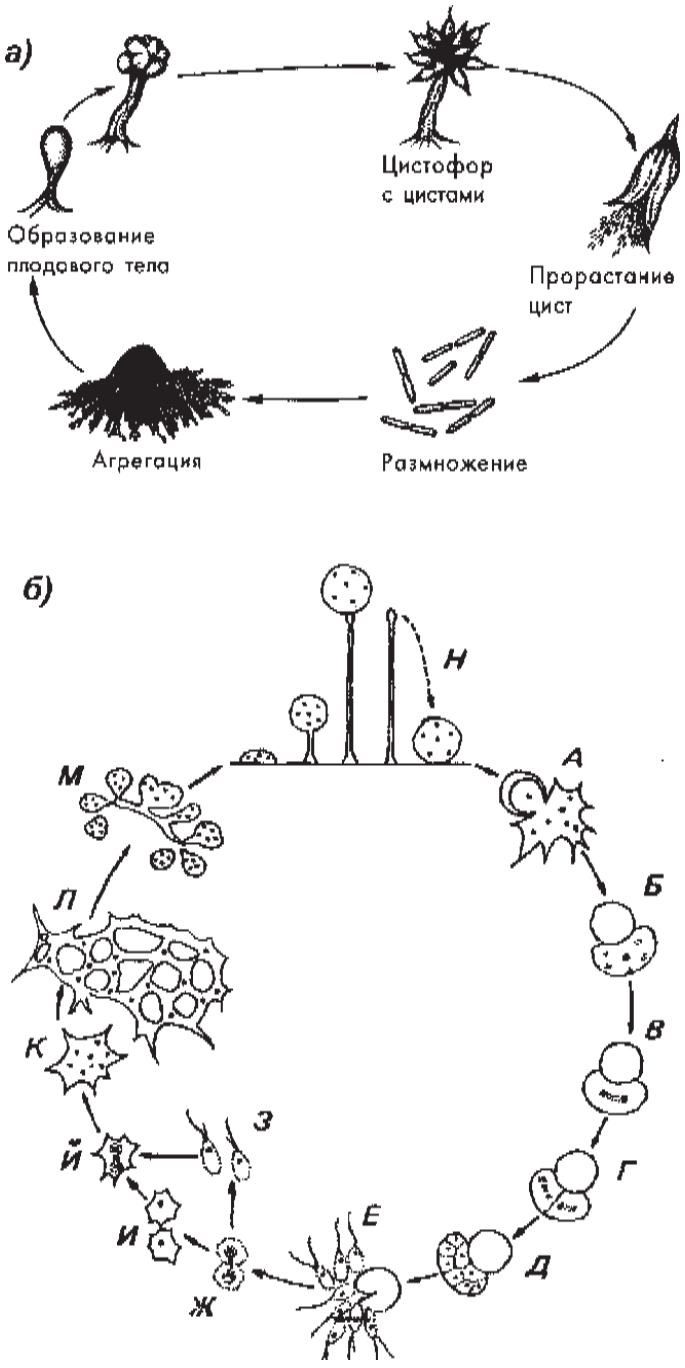


Рис. 53. Цикл развития миксоформ: а) у миксобактерий, б) у миксомицетов, где он протекает от стадии А (выход амебоидной клетки из споровой клетки) до стадии Н (формирование "грибочка"). Движение "назад во времени" происходит от стадии *К* к стадии *Л*

И все-таки идея симбиогенеза продолжает жить в литературе – продолжает просто потому, что надо же как-то объяснять ученикам поразительное сходство многих черт органелл с бактериями. Однако можно вс только избранные) факты эволюции эвкариотной клетки уложить в теорию блочной эволюции, если блоками считать не клетки, а отдельные клеточные структуры. Выше я постарался показать это на примере становления митоза, а за другими примерами отошлю читателя к прекрасной серии статей в журнале «Цитология» (1986, NN 6-9), написанной ленинградским протозоологом Л.Н. Серавиным.

Возможно встраивание в эвкариотный геном не только вирусов, но и значительных фрагментов бактериальной ДНК (для бактерии Agrobacterium см.: *Ли А., Тинланд Б.*

Интеграция Т-ДНК в в геном растений... // ФР, 2000, N 3). Более того, есть мнение, что можно говорить как о реальности и о горизонтальном переносе между высшими животными – в данном случае между рептилией и млекопитающим (*Kordis D., Gubensek F.* // PNAS, 1998, vol. 95, p. 10704-10709).

Несомненно, что митохондрии и хлоропласты произошли путем блочной эволюции с участием горизонтального переноса. Вероятно, их внешнее сходство с бактериями имеет чисто диатропическую (рефренную) природу. Если даже и предположить, что предком митохондрии был прокариот, то придется допустить, что жил он внутри эвкариота, а как тот возник, надо объяснить без симбиогенеза.

Это и сделали недавно французские биологи, взяв за основу не гипотезу, а реальный факт: *синтрофизм* (соединение бактерий разных классов в колонию для питания общим субстратом). Центральная клетка колонии (видимо, архебактерия) обрела функцию ядра, а окружающие — функции митохондрий и цитоплазмы. Общую генетическую систему постепенно сформировал горизонтальный перенос (*Selosse M.-A.* Quels ancetres pour nos cellules? // LR, 2003, N 362, pp. 48-520). Это похоже на колониальную теорию происхождения многоклеточных (см. ниже, п. 8) и вполне укладывается в рамки блочного понимания эволюции. Впрочем, вопрос о появлении цитоскелета (системы микротрубочек) остается открытым.

8-7. Принцип блочности в ранней эволюции

Нам же пора узнать, что блочность является одним из главных принципов эволюции вообще. Начать с того, что феномен наследственности демонстрирует блочность сразу на нескольких уровнях. Во-первых, ген состоит из доменов, каждый из которых состоит из нуклеотидов. Во-вторых, прокариотные гены объединены в функциональные блоки – опероны. В-третьих, процесс изменения генов – блочный (замены нуклеотидов и их цепочек, вставки, выпадения, инверсии, транспозиции, изменение числа копий и т.п.). В-четвертых, кроме этих (обязательных), есть тип блоков, без которого жизнь, по-видимому, возможна – интроны. Вероятно, утрата экзон-интронной структуры влечет утрату возможности к эволюции.

Появление эвкариотной организации отмечено новыми типами блоков – хромосомами, различными комплексами генов, сменившими опероны, и различными органеллами. Затем блоками стали эвкариотные клетки.

В 1925 году гистолог А.А. Заварзин, обнаружив, что ткани самых разных организмов устроены сходно, не пошел по стопам симбиогенетиков (не стал искать предков и утверждать, что ткани раньше были организмами), а заявил про «параллелизм структур как основной принцип морфологии» и что параллелизм – одно из центральных понятий номогенеза. Такой номогенез (он идет от Соболева и развит Мейеном) понимает эволюцию как перебор различных комбинаций блоков, причем набор возможных блоков (рефренная таблица) каждого таксона задается законами разнообразия, а не случайной изменчивостью.

Роль последней состоит в переключении развития с одного возможного варианта

---

[31] Самый простой и понятный связан с актом репликации хромосомы: каждый акт сопровождается недорепликацией небольшого концевого участка, так что дочерняя хромосома становится чуть короче материнской. Однако никакой значащий ген от этого не страдает, поскольку в конце каждой хромосомы находится концевой участок (теломера), постепенно иссякающий. Он-то и считает биологическое время. «Обнуление» состоит в присоединении новой теломеры. Идею высказал в 1971 г. биохимик А.М. Оловников, и юбилею этого журнал «Биохимия» посвятил номер (ноябрь 1996).

на другой. Свое понимание блочности эволюции (этого термина еще не существовало) Мейен иллюстрировал схемой эволюции формы листьев (рис. 47). Райков фактически воспроизвел (на рис. 50 и 52) ту же логику.

В общем виде идею эволюции как комбинации блоков сформулировал ленинградский физиолог А.М. Уголев. Сам он занимался пищеварением и сумел показать, что вся эволюция пищеварения представима в виде смены комбинаций функциональных блоков, появившихся очень рано – в эпоху господства одноклеточных и самых простых многоклеточных.

Блоки (он их называл технологиями) Уголев видел всюду – «на уровне биосферы, отдельных биогеоценозов, популяций, организма, органа, клетки, а также на субклеточном уровне. Точно так же эволюцию следует рассматривать как эволюцию естественных технологий, а происхождение жизни – как происхождение естественных технологий» [*Уголев*, с. 465-466]. Тему технологий затрагивал еще Ламарк [*Чайковский*, 2002, с. 442].

Основные блоки появились очень рано и после этого новые блоки появляются очень редко. Самый первый и самый общий функциональный блок появился, по Уголеву, еще в ходе биопоэза – то была «**пристеночная органелла**». Этим термином он обозначил структуру, обеспечивающую клетке отрицательный электрический потенциал относительно внешней среды. «Сущность нашей гипотезы заключается в том, что в ограниченных водоемах могла образоваться пристеночная органелла, источником энергии для которой служил поток ионов». Этот поток мог возникать в регулярно пересыхающих водоемах, на дне которых неизбежно формировались многослойные макромолекулярные пленки, похожие на мембраны клеток. «Можно ожидать, что таким путем могут возникать макроэрги типа полифосфатов и АТФ» [*Уголев,* с. 431-432].

Поясню: одна из главных задач мембраны – обеспечение энергетики клетки. Эта энергетика носит электрохимический характер – клетка заряжена отрицательно по отношению к среде, т.е. получается гальванический элемент, питающий клетку. Простейший электрогенный процесс – выход наружу ионов водорода (рис. 54): «В результате перемещения протонов создается градиент электрохимического потенциала. Внутреннее пространство интактных митохондрий или бактерий электроотрицательно», причем «протонный потенциал – это и есть та сила, которая в конечном счете осуществляет фосфорилирование, т.е. обеспечивает синтез АТФ» (*Шлегель Г.* Общая микробиология. М., 1987, с. 243, 245). Это значит, что ***в клетке работает механизм, возможый в неживой природе***, только в организмах поток протонов идет в силу окислительных биохимических процессов в мембране, а у предшественника жизни он шел, по Уголеву, за счет намокания и высыхания неорганических пленок, менявших при этом проницаемость (вновь обращу внимание на роль границы фаз).

В принципе это реально: известно, что проницаемость мембран для ионов меняется вследствие изменения концентрации ионов кальция внутри мембраны при скручивании и распрямлении волокон «щелевых соединений» (*Страйер Л.* Биохимия. М., 1985, т. 3). Первично такие волокна могли быть неорганическими. А вот как первый организм оказался одет замкнутой мембранной полостью, как сопряг деление ее и генома и как сменил ненаследственные структуры (в том числе электрогенные мембраны) на наследственные, пока непонятно, о чем уже говорилось в конце главы 7. Это та же проблема, которую обозначили, но не решили Болдуин и Шмальгаузен, введя свои понятия органического и стабилизирующего отбора.

Зато очевидно, что митохондрия – тоже блок, и не надо удивляться, что она по форме напоминает бактерию – ведь она реализовала ту же возможность (клетку референной таблицы), что и бактерия.

Подходы Мейена и Уголева проясняют уже известный нам принцип блочности эволюции. Для описания фактического хода эволюции удобно фиксировать появление новых морфологических (Мейен) и функциональных (Уголев) блоков и показывать, какие новые возможности для комбинирования открывались с появлением каждого из них. Это ***содержательнее, нагляднее и проще для обучения, чем принятые до сих пор принципы*** (согласно которым объяснить эволюцию – значит найти каждому виду предка, а каждому свойству – пользу для выживания).

Уголев ввел еще один принцип эволюции, **принцип цикличности**: «На всех уровнях организации (субклеточном, клеточном, органном, организменном, популяционном, экосистемном и планетарном) биологические системы частично или полностью циклизированы. Так, очевидна циклизация окислительных процессов на уровне трикарбоновых кислот (цикл Кребса – *Ю.Ч.*)... Возможно, наиболее сложным и совершенным выражением циркуляции молекул, надмолекулярных комплексов и клеток в организме служит кровообращение... По всей вероятности, циклизация входит в число важнейших принципов, обеспечивающих высокую экономичность и эффективность биологических систем благодаря многократному использованию одних и тех же структур» [*Уголев*, с. 458-459].

Мне остается добавить, что именно в форме циклов (круговоротов) жизнь возникла и что системой циклов является обмен веществ (см. гл. 7). Соединение принципов блочности и цикличности («новый функционализм» по Уголеву) и есть нынешнее понимание эволюции как единого целостного процесса. Вот еще один прием рассказа о ходе эволюции: фиксация появления новых циклов – как внутри особи, так и между особями.

Первым циклическим процессом на уровне организма явилась смена поколений одноклеточных, т.е. их размножение, вторым – половой процесс, третьим – многоступенчатая репликация (при переходе к эвкариотности), четвертым – многоклеточность (смена клеточных поколений в тканях), пятым – смена поколений многоклеточных, шестым – появление циклов в жизни многоклеточных организмов (суточных, месячных, сезонных).

8-8. Появление мейоза и многоклеточности

Каким механизмом реализуется комбинирование блоков? У прокариот и одноклеточных эвкариот он достаточно очевиден: горизонтальный перенос. Тут комбинироваться может все что угодно – в этом и плюс, и минус. Плюс в том, что огромен выбор возможностей; а минус в том самом, что не дает мутациям стать заметным фактором эволюции: вреда от беспорядочных комбинаций больше, чем пользы. Комбинирование надо как-то ограничить, и тем жестче, чем крупнее организм – по той простой причине, что численность организмов падает с ростом их размеров. Как происходит ограничение горизонтального переноса у прокариот, мы не знаем, зато знаем, что у эвкариот его почти нацело вытеснил другой механизм – *рекомбинация*, т.е. обмен генами и их частями внутри одного генома. Она есть у всех организмов, но лишь у «высших» берет на себя роль организатора, поскольку их эволюция состоит почти целиком в перегруппировке прежних генов.

Рекомбинация разных фрагментов происходит с разными скоростями, и «Имеются серьезные основания считать, что рекомбинация обычно подавлена именно в тех участках хромосом, где расположены... блоки коадаптированных генов» (*Жученко А.А., Король А.Б.* Рекомбинация в эволюции и селекции. М., 1985, с. 225). Другими словами, ***рекомбинация устроена так, что сохраняет блочность конструкций***.

Как это получается, до сих пор неясно. Зато известно, как в ходе эволюции улучшался механизм рекомбинации. У прокариота фрагмент единственной «хромосомы» может рекомбинировать с любым фрагментом его плазмиды, а у эвкариота хромосом несколько, и рекомбинируют, в основном, гомологичные участки гомологичных хромосом. Рекомбинация происходит исключительно в тот момент деления клетки, когда гомологичные хромосомы спарены. Рекомбинацию осуществляет специальный механизм – *кроссинговер*. Он изредка работает в ходе митоза и в таком случае служит важным поставщиком изменчивости (у многих низших грибов и водорослей).

У большинства же эвкариот в плане обеспечения рекомбинаций важнее другой тип деления клетки – *мейоз* (при нем образуются половые клетки, *гаметы*), при котором кроссинговер происходит в тысячи раз чаще и поставляет почти всю изменчивость. Многоклеточных организмов, не имеющих настоящего мейоза, видимо, не бывает.

Кроме изменчивости, кроссинговер выполняет еще одну роль. Как недавно показал биоматематик С.В. Чудов (не опубликовано), кроссинговер обеспечивает надежный контроль точности копирования тех генов, котрые в данный момент не подвергаются рекомбинации. Тем самым, тенденция замены горизонтального переноса как источника блочной изменчивости на рекомбинацию привела к сужению спектра изменчивости (блоки берутся почти всегда в рамках одного вида), зато к большей стабильности.

Видимо, именно мейоз, сделав процедуру кроссинговера регулярной, сделал вид устойчивой единицей эволюционного процесса. Вероятно, что сама возможность образования нового вида путем скрещивания связана с нарушением запрета на спаривание несходных хромосом [*Бородин и др.*].

О том, как из одноклеточных произошли многоклеточные, высказано много гипотез (*Иванов А.В.* Происхождение многоклеточных животных. Л., 1968), и споры идут до сих пор, но ныне очевидно, что это происходило 1,5-2 млрд лет назад во многих группах одноклеточных параллельно и что в основе многоклеточности лежит *адгезия* (прилипание) клеточных оболочек друг к другу. Это вроде бы нехитрое «изобретение» липкой поверхности было совершено еще прокариотами и постепенно породило все то разнообразие организмов, которое мы обычно видим вокруг себя.

Возможно, первое многоклеточное выросло из колонии одноклеточных. К такой мысли приводит изучение колоний, обладающих основными свойствами многоклеточных организмов: отдельные одноклеточные берут здесь на себя функции органов, и можно даже говорить о зародыше (*Иванов А.В.,* с. 31-34). Наследственное разделение их

---

[32] Наблюдается спектр промежуточных объектов: от самостоятельного симбионта-фотосинтетика (цианеи) через полу-самостоятельного симбионта (цианеллу) до хлоропласта, столь же зависимого от ядерного аппарата клетки, как митохондрия (*Масюк Н.П.* Цианеллы... // Альгология, 1997, N 3).

[33] Такими бактериями долго считались *прохлорофиты*: они сочетают прокариотное строение с эвкариотным типом хлорофиллов. Их называли “прокариотными зелеными водорослями” (*Wither N.W. e.a.* // PNAS, 1978, vol. 75, N 5, p. 2301). Но теперь признано, что “антенны Oxiphotobacteria и пластид имеют независимое эволюционное происхождение” (*Пиневич А.В. и др.* Прохлорофиты двадцать лет спустя // ФР, 2000, N 5, с. 730).

функций предстает как рутинизация (п. 5-11*), но не вполне ясно, как первые клетки сразу же научились узнавать себе подобных, т.е. как возник примитивный иммунитет.

Проще представить себе, что сперва появились многоядерные плазмодии, которые постепенно разгораживались стенками; тем более, что такой процесс у одноклеточных известен. Тогда становление конъюгации (слияния гамет) и миксоформ тоже становится понятнее – как поворачивание вспять процесса становления многоклеточности.

Мое мнение: многоклеточность не только могла, но и на самом деле развивалась разными путями. На такой вывод наводит сравнение низших многоклеточных, например, водорослей: один и тот же тип строения (кустик) можно видеть и в форме ассоциации одноклеточных (диатомей), и в форме многоядерного эеленого плазмодия , и в форме многоклеточной багрянки (*Сапожников Ф.В.* Деревья диатомового мира // Природа, 2002, N 12). Группы, оставшиеся одноклеточными, вовсе не все остановились в развитии. Не раз высказывалась даже та мысль, что инфузорий нельзя относить к одноклеточным, что они реализовали другой, *сверхклеточный* вариант развития живого, вариант, когда клетка столь усложняется, что ее не стоит называть клеткой. Достаточно сказать, что любая инфузория имеет как минимум два ядра с совершенно различными функциями: одно ответственно за наследственность, а другое – за метаболизм. Есть и крупные «сверхклеточные» организмы (например, плазмодии миксомицетов).

8-9. Черновики Господа Бога

В венде надежно известны красные водоросли (багрянки) и зеленые водоросли. Их разнообразие начало заполнять собой ту же самую рефренную таблицу, которую мы наблюдаем до сих пор (рис. 55).

С животными оказалось сложнее: здесь типы не только появлялись, но и исчезали. От конца венда хорошо сохранилась *эдиакарская фауна.* Она была найдена в 1947 году на плато Эдиакар в южной Австралии, а затем – на всех материках. В ней мы видим жизнь не только в форме известных нам типов, но и нигде позже не виданную. Новые типы (т.е. совсем особые планы строения) появлялись и исчезали, а поскольку в дальнейшей истории (позже среднего кембрия) типы уже не вымирали, то эдиакарскую фауну иногда называют «опытами Природы» или «черновиками Господа Бога» [*Еськов*, с. 120, 126]. Имеется в виду не всеведущий Бог христиан, которому опыты ни к чему, а Бог в понимании Гегеля, т.е. Бог, осознающий себя в творении.

Чем и как питались тогда животные? Сказать почти нечего, но тот факт, что нет свидетельств наличия у них внутренних органов, наводит на мысль, что они еще, подобно организмам гидротерм, жили за счет эндосимбионтов, которые, однако, были теперь не литотрофами, а фотосинтетиками. Такова была, вероятно, эдиакарская *Kimberella* – то ли медуза, то ли предтеча моллюсков, найденая, в частности, и в России – на северном берегу Белого моря (*Федонкин М.А.* Второе рождение кимбереллы // Природа, 1998, N 1).

Вендских образцов найдены десятки тысяч, и среди них ни одного поврежденного – тела уходили в захоронение целиком. Из этого делают вывод, что тогда не было не только хищников, но и трупоедов. Разлагали органику прямо редуценты, т.е. бактерии и первые низшие грибы.

В венде из известных типов животных описаны кишечнополостные (они преобладают), кольчатые черви, примитивные членистоногие и столь же примитивные моллюски. Более простые типы, вроде плоских червей, должны были существовать тоже, но они ископаемых форм не оставляют. В конце венда впервые проявился *гигантизм* форм

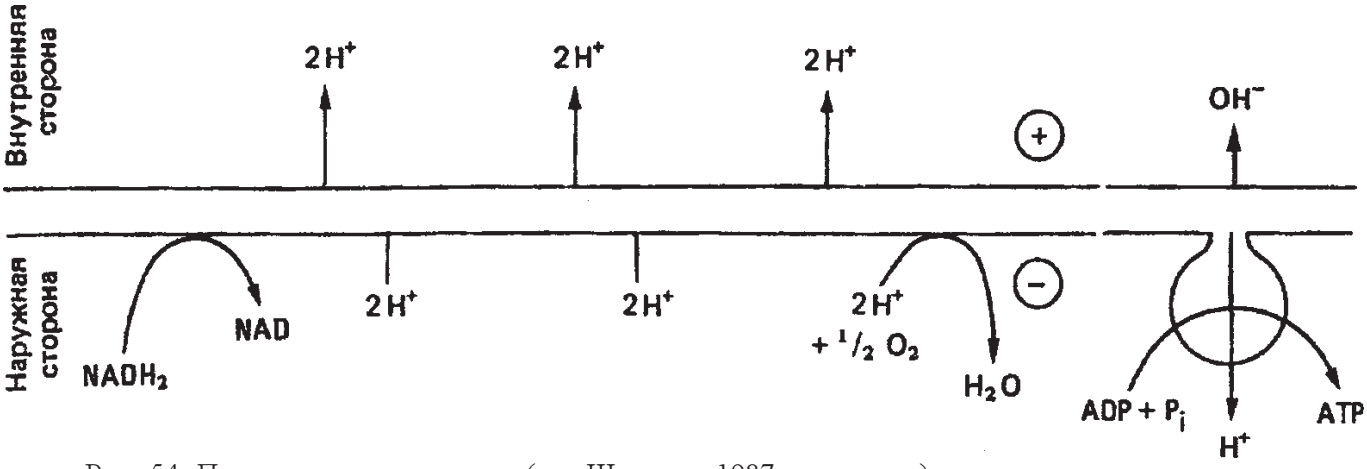


Рис. 54. Пристеночная органелла (по: Шлегель, 1987, упрощено)

(некоторые медузы достигали 40 см), за которым последовало вымирание соответствующих таксонов.

Так или иначе, в венде жизнь освоила два главных типа симметрии строения тела – радиальную и двустороннюю – и соответствующие планы строения. Кроме того, найдены отпечатки, которые не удалось отнести ни к одному из известных типов. Это и есть "черновики".

Таково странное животное *Helicoplacus* (т.е. «спирально пластинчатый»), жившее в начале кембрия, чем-то похожее на морского ежа, но осуществившее невиданный ни до, ни после тип криволинейной (по Д.В. Наливкину) спиральной симметрии (рис. 56 а).

Наоборот, *кембрий* стал временем становления привычной нам жизни. Основная вендская фауна вымерла, и ее быстро сменила совсем иная.

Причины этого неизвестны. Могу заметить, что даже Ж. Женермон, признающий все крайности СТЭ (и вводящий свой вид отбора, "разнообразящий отбор"), все же видит тут особую загадку и упоминает гены, ответственные за "признаки определенных планов строения" (т.е. гены, характеризуемые гомеобоксами). По его мнению, "соблазнительно видеть в них элементы объяснения, без обращения к принципу мутация-рекомбинация-отбор, эволюционных радиаций, таких как кембрийский взрыв" (*Jünermont J.* Gйnйtique et йvolution // LEG, 36). Но причина взрыва (синхронности действий гомеобоксов) не названа.

Дальнейший рост концентрации кислорода (результат фотосинтеза) и фосфора (тогда была очередная стадия горообразования) привел к появлению организмов с твердыми скелетами [*Хаин*, с. 71]. Все организмы стали служить кому-то пищей, т.е. экосистемы стали похожими на нынешние. Радикально возросло *разнообразие* организмов. В частности, появились хищники (рис. 56 б). От кембрия сохранились остатки всех типов животных, которые вообще попадают в летопись. Жизнь протекала почти только в морях, зато в них она процветала. В частности, в мелких водах в 1 м ото дна сложились многоярусные экосистемы, напоминающие в миниатюре нынешний влажный тропический лес (*Рожнов С.В.* // ПЖ, 1993, N 3, с. 127).

Тип *хордовых* появился в раннем кембрии, древнейшие их находки имеют возраст 530 млн лет и напоминают нынешнего ланцетника (рис. 57). Вероятно, они произошли от кольчатых червей, но в таком случае им пришлось, вопреки "биогенетическому закону", сменить тип эмбрионального развития (черви первичнороты, а хордовые вторичнороты).

Случайно ли появление нашего собственного типа или мы можем быть уверены,

что эволюция пришла к нему закономерно? Шалин пишет: “Некоторые считают, что должно было существовать около сотни планов организации, из которых большинство исчезло”; он уверен: “К счастью для нас, план организации Pikaia, предка... позвоночных, избежал первичного истребления, иначе никогда не было бы ни рыб, ни амфибий, ни рептилий, ни зверей, ни людей. На чем держится наше бытие – на случайности эволюции” (АЕ, 163, 166). Позволю себе иную точку зрения, диатропическую: тип хордовых мог возникать многократно. И находки в Китае, приведенные на рис. 57 (о которых Шалин не знал), на 20 млн старшие, чем найденная в Канаде Pikaia, эту мысль подтверждают.

В позднем кембрии в типе *моллюсков* появился их высший класс, головоногие, которые в **ордовике** уже стали проявлять гигантизм, и многие вымерли. Тогда же на суше уже имелась почва, а это означает, что были и растения, не оставившие о себе следов, вероятно, наземные водоросли. Именно их, полагал Мейен, можно считать предками наземной растительности (тогда как раньше считалось, что высшие растения формировались только в море) [*Еськов*, с. 156-160]. Если так, то высшие растения первыми совершили тот путь “обратно в воду”, который всем известен по ихтиозаврам, китам и прочим позвоночным.

Черви не попадают в ископаемые, но в почвах ордовика видны следы их ползания. Дальнейшая эволюция – отдельная тема, мы коснемся ее в главе 9. А здесь перечислю некоторые общие тенденции. Как сказано в главе 6, выявление тенденций – основная задача диатропической теории эволюции.

8-10. Компенсация как тенденция

Тенденция – это правило, верное в целом, но не во всех частностях (п. 6-2). Одной из общих тенденций всего живого выступает, среди прочего, принцип компенсации Аристотеля (п. 2-7), и диатропический анализ эволюции возможен только потому, что одни преуспели в одном, а другие в другом (хотя одни – во многом, а другие – нет). Как будто каждой эволюционной ветви при ее возникновении был дан какой-то «аванс», которым каждая воспользовалась по-своему. Бергсон назвал этот аванс «жизненным порывом» и первый заявил, что царства задаются своими тенденциями.

В наше время растения определяют как фототрофные эвкариоты, но в то же царство включают паразитические растения, потерявшие фотосинтез, и хищные растения; животные определяются как фаготрофы (активно заглатывающие пищу), однако к ним относятся и фильтраторы, питающиеся пассивно; наоборот, хищные растения и грибы к животным не относятся; грибы определяются как эвкариотные редуценты (разлагающие органику), но к ним же относятся и хищные грибы. Тем самым, ***царства и теперь задаются тенденциями***. Подробнее см. главу 10.

Нас будут в основном занимать *тенденции-процессы* (см. с. 230). На что тратили жизненный порыв те группы, которые не преуспели в усложнении строения своего тела? Например, «низшие» многоклеточные? В целом их жизненный порыв ушел на усложнение тканей (и отчасти — клеток) в ущерб усложнению плана строения, но у многих «низших» усложнялся также и план строения; попробуем это увидеть.

Тип плоских червей включает 5 классов, из них один – турбеллярии (ресничные черви) в основном состоит из видов, живущих свободно, имеющих глаза и кишечник; остальные классы – чисто паразитические. И если трематоды (сосальщики) не имеют глаз, но имеют кишечник, то цестоды (ленточные черви) обходятся даже без него. Кто от

кого произошел? Общепринято, что первыми были турбеллярии, а упрощение остальных – приспособление к «более простым» условиям существования паразитов.

Если так, то внешние формы плоских червей упростились, зато ткани усложнились, как мы уже видели на рис. 49. (Существенно, что самый упрощенный червь обладает самым сложным тегументом.) Строение тегумента надо включить в план строения типа, ибо он характерен именно для этого типа, и тогда налицо *усложнение плана* у паразитов.

Паразит имеет еще и сложный цикл развития со своим планом строения каждой стадии, т.е. у него радикально усложнился хронотоп (совокупный план строения – см. конец п. 6). Тем самым, с плоскими червями родилась еще одна тенденция: усложнение плана строения через появление циклов развития (что является усложнением экологической ниши). Произошло это не раньше *ордовика*, когда появились первые рыбы. До этого кишечным паразитам просто негде было сформироваться.

Итак, плоские черви являются «низшими» лишь в очень узком смысле, в смысле простоты внешней формы тела. То же касается многих других групп.

8-11. Тенденции, прогресс и регресс

Не имея возможности рассказать про все тенденции, приведу в качестве очень общего и важного примера группу тенденций, возникших при выходе жизни на сушу. Этому предшествовало изменение атмосферы. В кембрии в ней было раз в 20 больше CO_2, чем ныне, а значит, был силен парниковый эффект. Едва в начале кембрия стаяли ледники (материки видимо отошли от полюсов), а рост вулканизма повысил содержание CO_2, как установился жаркий климат и растения стали бурно потреблять CO_2.

Столь же бурно они выделяли O_2, концентрация которого к концу кембрия почти равнялась нынешней. Возник озоновый экран, позволивший организмам овладеть сушей. Хотя следы первых наземных растений (вероятно водорослей) известны еще из протерозоя, но лишь из **силура** известны высшие растения, которые образовали наземные (прибрежные) сообщества; а в **девоне** в этих сообществах стали существенны грибы. Потребление CO_2 еще больше возросло, и в **карбоне** (каменноугольном периоде) его осталось в атмосфере мало – почти столько, сколько ныне.

Бурное развитие растительности, ведшее к накоплению каменного угля, происходило только в тогдашней тропической зоне, тогда как вне ее климат был холодный, и на полюсах образовались большие полярные шапки. Похоже на нынешний климат, но за счет чего шло мощное угленакопление? Болотистые тропические леса карбона резко отличны от торфяных болот нашего времени. В частности, в них очевидны следы регулярных катастроф, когда целые лесные массивы сносились паводками и деревья погребались вместе с корнями. О причинах карбоновых катастроф немного сказано в главе 11, здесь же стоит заметить: вероятно, массовое захоронение неокисленной органики повлекло избыток свободного кислорода в воздухе, отчего стали на время возможны гигантские насекомые [*Еськов*, с. 185].

Животные, оставляющие ископаемые остатки, вышли на сушу еще в конце *ордовика* (членистоногие) и в *силуре* (моллюски); а с конца *девона* известны первые наземные позвоночные (амфибии). Их предками, как считают, были девонские саркоптеригии (*греч.* мясопёрые) – так именуют подкласс костистых рыб, чьи мясистые плавники содержат суставчатый скелет. Подкласс состоит из двух отрядов: двоякодышащие и кистеперые.

О том, кто из них был предком амфибий, идут бесконечные споры.

В *карбоне* появились рептилии; они, начиная с **перми**, господствуют на суше. Затем, в **мезозое**, установилась так называемая *теплая биосфера*; в частности, не было ледников. С **триаса**, самые интересные тенденции наблюдаются именно на суше.

Первая связана с *террипетностью*. По "закону террипетного развития» (п. 2-10), у группы животных строение тем сложнее, чем более преобладают в ней наземные подгруппы. (Этот закон довольно ясно виден и у растений: так, цветковые устроены сложнее всех, а они почти нацело – наземная группа; проще же всех устроены водоросли – почти нацело водные группы.) Высшие таксоны животных можно разделить на более террипетные, т.е. в основном наземные, и менее террипетные. Так, тип иглокожих не имеет наземных форм, тип моллюсков имеет их мало, тип хордовых имеет больше наземных, чем водных, а в типе членистоногих подавляющее большинство – наземные насекомые. Высшая степень террипетности – подъем головы, а затем и туловища, обращение лап в руки или крылья.

Замечательно, что террипетность пямо связана с усложнением мозга. Известно, что большие полушария позвоночных произошли от обонятельных зон мозга рыб и разрастались по мере продвижения таксонов на сушу и по суше. То же описано недавно у брюхоногих моллюсков, единственного класса этого типа, проявляющего террипетность (легочные улитки заселили сушу вплоть до гор): переход на сушу влечет усложнение обоняния и вместе с ним – появление нового отдела мозга; при возвращении в воду эти органы вновь упрощаются (*Зайцева О.В.* // Российский физиологич. журнал, 2000, N 8).

Другая тенденция связана **цефализацией,** увеличением головы в ходе эволюции многих групп животных. Понятие цефализации ввел американский геолог Джеймс Дана в 1852 году. Степень цефализации у различных групп весьма различна: у столь высокоразвитой (и высокотеррипетной) группы, как пауки, головы, строго говоря, нет вообще, а у насекомых есть и у мух весьма велика. На поведении это сказывается весьма заметно, хоть и весьма неожиданно: головастую муху очень трудно поймать, а мелкоголового комара (из того же отряда двукрылых) – проще простого. Головаста пчела с ее правильными сотами и замысловатым поведением.

Легко собрать подобные примеры и сделать вывод о строгой связи интеллекта с цефализацией. Но вот перед нами "безмозглые" пауки с их ловчими сетями и, порою, совершенно невообразимым поведением (п. 6-15). Поэтому ограничимся, как и Дана, позвоночными. Весьма террипетны, но мало цефализованы птицы, а у зверей сильно развиты и террипетность, и цефализация, но в разной мере: так, максимальный подъем головы видим у жирафа, но цефализация у него минимальна.

Обе эти тенденции друг от друга независимы, и те таксоны, которые проявляют их совместно, выступают в качестве самых прогрессивных. Достаточно заметить, что обе тенденции в высокой степени свойственны приматам, а из них особенно – человеку. Можно сказать, что и ламарково стремление к прогрессу – тенденция, наиболее выраженная у тех групп животных, где сочетаются террипетность и цефализация.

Третью тенденцию сформулировал Коп (о нем см. п. 3-10) и назвал **филогенетическим ростом**: в рамках эволюции многих таксонов животных наблюдается увеличение размеров тела. Часто оно кончается гигантизмом (кроме уже упомянутых медуз венда и головоногих ордовика, стоит указать стрекоз карбона – до 90 см,

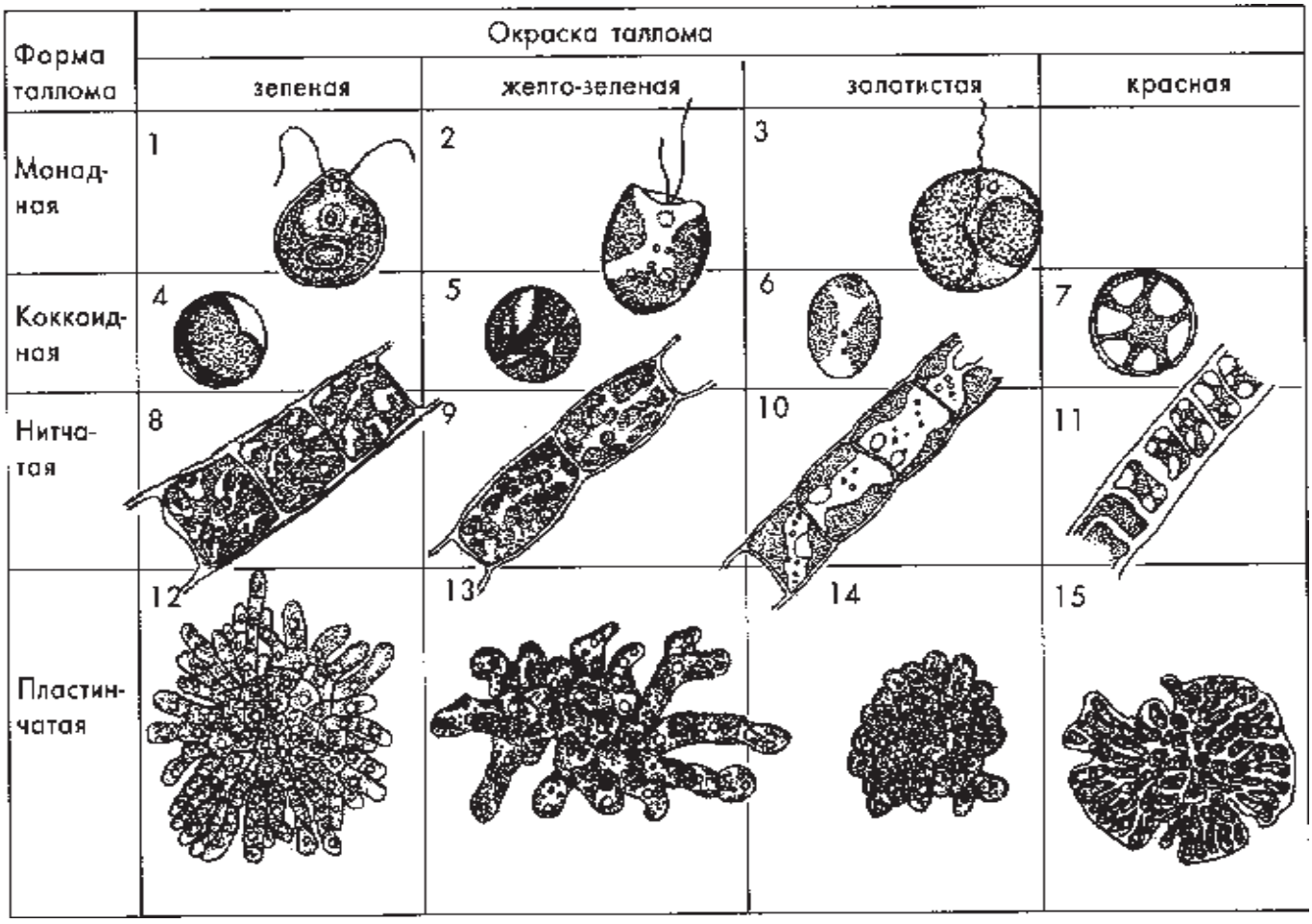


Рис. 55. Фрагмент рефрена “строение низших водорослей” (рис. из: Дьяков, 2000). Отделы (типы) водорослей принято выявлять по окраске (преобладающему пигменту), так как она коррелирует со строением. Это строение проявляет параллелизмы, из которых здесь отображен один: общая форма таллома. Она образует сходные ряды в десяти отделах водорослей, из которых здесь приведены четыре — хлорофиты, ксантофиты, хризофиты и родофиты (багрянки). Замечу, что формы талломов, более сложные, чем изображенные, тоже проявляют параллелизм

юрских динозавров – до 25 м и нынешних китов), за которым следует вымирание. Предел кладут физиологические причины: для насекомых с их трахейным дыханием это – дециметры, для наземных позвоночных – несколько метров (большего не дает гравитация), тогда как наибольшее из водных животных всех времен, синий кит, достигает 33 м. Нам эта тенденция важна потому, что высший интеллект достигается у крупных (но не самых крупных) животных. Известно много примеров филогенетического роста и для отдельных органов – например, рогов у оленей, числа позвонков у змей, и предел тут тоже кладет физиология.

Этой общей тенденции противостоит частная, **филогенетическая карликовость**: почему-то некоторые группы вдруг начинают мельчать. Самым удивительным примером считается карликовость прежних слонов; наименьший, *Elephas falconeri*, живший 500 тыс. лет назад на островах Средиземного моря, был ростом с пони [*Рэфф, Кофмен,* с. 64].

Причин тенденций мы не знаем, но это не мешает выявлять их и ими пользоваться. (Аналогично, химики XIX века, не зная ничего о строении атома, подметили важные тенденции – например, возрастание щелочной активности с ростом атомного веса в двух параллельных рядах: щелочных и щелочноземельных металлов; это помогло и практике, и созданию теории атома.) Для описания эволюции необходимо знать тенденции хотя бы потому, что ***всякий таксон приспосабливается не только к***

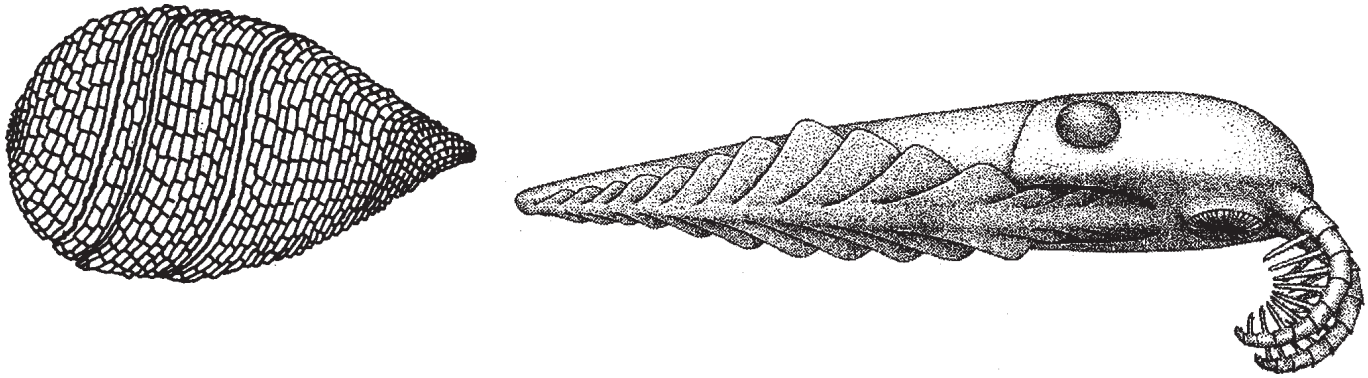


Рис. 56. "Черновики Господа Бога" из нижнего кембрия: а) гелиоплакус, длина 5 см (*Durham J.W., Caster K.E.* // Science, 1963, v. 140, p. 820); б) аномалокарис, один из первых хищников, длина до 45 см (рис. из ВМН, 1987, N 6, с. 67). Эти типы животной организации никогда позже не встречались

своей среде, но и к своим тенденциям. Так, змеи научились ползать, когда их тенденция не оставила им другой возможности. Тем же легко объяснить возвращение в воду целых отрядов позвоночных: многие из них ничего, по всей видимости, в воде не приобрели, но попросту не могли существовать нигде более.

Такое понимание тенденций открывает путь и к пониманию *регресса*, т.е. упрощения строения и утраты важных для органов. Вместо выдумывания пользы от подобных утрат, лучше посмотрим на утраты как на тенденции, с которыми отбор ничего поделать не смог, а их обладатели приспособились к ним, кто как сумел. Самое обычное – утрата зрения, а затем и самих глаз.

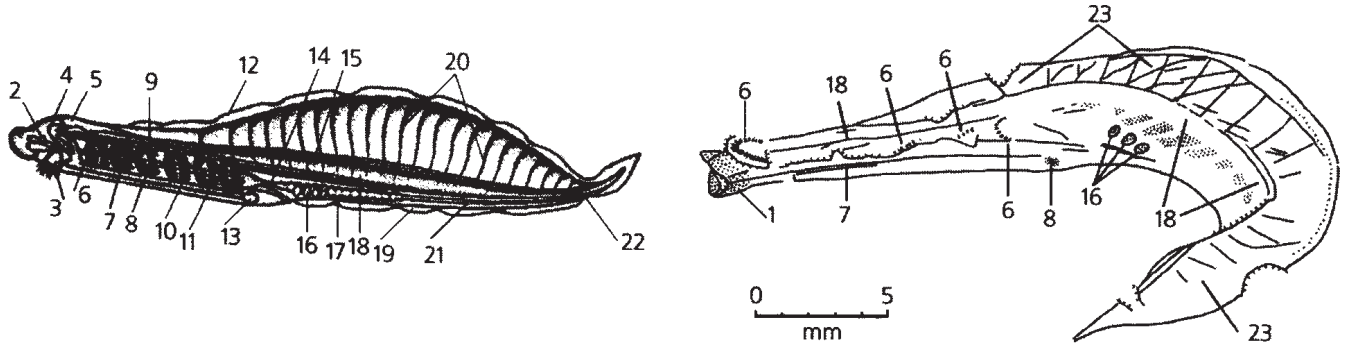
Что процесс этот может, как и всякая утрата, идти очень быстро, понял еще Бэр, когда узнал о слепой рыбе, живущей в геологически молодом водоеме (п. 3-6). Однако на трилобитах палеозоя отмечена очень медленная утрата глаз – за 3-15 млн лет (рис. 58). Рисунок взят из обзора: *Thierry J., Marchand D.* Les invertebres fossiles et l'illustration de l'evolution... // LEG, 28. Авторы обзора видят в "быстрой" (3млн лет) утрате глаз пунктуализм, а в медленной (15 млн лет) – градуализм (обычную дарвинову эволюцию); но на самом деле оба процесса очень медленны и требуют иной трактовки.

Сходство трех картин порождает вопрос: а может быть все они лишь конструируют воображаемый процесс? Подпись к французкому оригиналу рис. 58 ("Эволюционные тенденции, ведущие к редукции вплоть до утраты глаз трилобитов ордовика и девона. Избранные примеры не обязательно являют эволюционную линию, они иллюстрируют тенденции выстроенных в ряд изменений строения головных щитов с течением времени") побуждает к положительному ответу.

Что же тогда изображено? Для ответа важно замечание самих авторов, что похожие процессы наблюдаются у совсем иных организмов – юрских аммонитов. В самом деле, еще Траутшольд (п. 2-11) строил "эволюционные" ряды юрских аммонитов и показывал аналогичные им ряды *одновременно* живших форм. Здесь недостает как раз сравнения с одновременно жившими формами. Но всё же рефренная структура видна: процессы B и C идут в рамках рода и потому могут быть названы эволюцией (из вида в вид), тогда как в строке A взято по одному виду из разных родов, значит реальной эволюции тут не выявлено, а лишь очерчено разнообразие вариантов.

* Пример связи эмбриологии и палеонтологии

Очень интересно появление конечностей позвоночных. Шалин пишет: "Конечности всегда формируются в три последовательных фазы: (I) сперва плечевая и



Это самые древние хордовые из когда-либо и где-либо найденных. 1 — передний конец тела, 2 — глаз, 3 — ротовая полость, 4 —передний жаберный сосуд, 5 — мозг, 6 — жаберные щели, 7 — эндостиль, 8 — зубовидные структуры, 9 — спинная аорта, 10 — глотка, 11 — брюшная аорта, 12 — спинной плавник, 13 — сердце, 14 — пищевод, 15 — нервный тяж, 16 — половые железы, 17 — желудок, 18 — хорда, 19 — брюшной плавник, 20 — миосепты, 21 — кишка, 22 — анальное отверстие, 23 — миомеры.

Рис. 57. Первые хордовые, 530 млн лет назад, Китай (Chen J.-Y. e.a., 1995, 1999; рис. из: *Иорданский Н.Н.* Проблема происхождения хордовых // Природа, 2001, N 11)

бедренная кости, (II) затем лучевая и локтевая, равно как большая и малая берцовые кости, (III) наконец, рука и нога. У рыб третьей фазы, т.е. появления рук и ног, нет. Это, тем самым, морфологическое приобретение четвероногих. Парные конечности у саркоптеридиевых рыб выражены единственной костью на плечевом и бедренном поясах, и изучение ископаемых форм показало, что бедренная и плечевая кости появились первыми, вероятно, в верхнем силуре"; а за этим в девоне появились кости второй и третьей фаз. "В этом случае имеет место согласие между последовательностями онтогенетической и исторической: онтогенез в самом деле повторяет картину филогенеза" (АЕ, 177-178).

Палеонтолог Э.И. Воробьева заключает: "История кистеперых была "своего рода генеральной репетицией выхода на сушу", поскольку у них то и дело появлялись черты будущих амфибий. Так, по ее данным, некоторые черты среднего уха, органа слуха в воздушной среде, появились задолго до самого органа и до выхода в данную среду. "При этом обычно отмечается преобладание особенностей исходной организации, в которую как бы вкраплены отдельные черты вышестоящей группы. В то же время промежуточные признаки... практически отсутствуют" (*Воробьева Э.И.* // УСБ, 1994, N 6, с. 650, 648). Более наглядный пример: *внутри* плавников кистеперых сформировалась система пальцев, даже более сложная, чем у четвероногих (*Laurin M.* // LEG, 30).

Напомню, что поиск промежуточных состояний был главной установкой Дарвина, более важной для него, чем естественный отбор. С нею можно теперь расстаться: эволюция шла иначе. Вместо постепенных переходов мы повсюду видим *блочность эволюции*. Она выражалась, например, в случаях "появления у кистеперых признаков, свойственных амфибиям, ихтиозаврам, териодонтам и млекопитающим" – пишет Воробьева. (В этом, напомню, состояли *пророческие стадии* Павлова.) И приходит к итогу: "Явно независимые и в то же время мозаично сходные структурные состояния... вынуждают изменить подход к оценке критериев филогенетического родства и морфологической эволюции, обратив особое внимание на морфогенетические процессы" (УСБ, 1994, N 6, с. 651). Проще говоря, можно проследить изменение органов при выходе на сушу, но нельзя проследить линию "предок-потомок". Мы вернемся к этому в главе 10.

Вскоре был совершен громадный прорыв в понимании морфогенеза – открыты

гены, ответственные за формирование планов строения как организма в целом, так и основных органов (п. 5-15*). Перечислив различные гены, последовательно формирующие план строения конечности позвоночного, Шалин подытожил: “Итак, здесь не функция порождает орган и не приспособление постепенно преобразует орган под действием естественного отбора, а скачкообразное появление органа оправдывает (autorise) новую функцию. Но имеется обязательное условие, накладываемое средой, – что новая структура не явится крупной помехой организму, дабы не быть уничтоженной естественным отбором” (AE, 178). Это вполне соответствует данному в части 2 пониманию отбора квантов селекции в рамках, задаваемых экологической прочностью вида.

8-12. Иммунитет как итог и двигатель эволюции

В терминах тенденций можно ставить и разрешать новые эволюционные вопросы. Так, мы знаем из главы 6, что высшее развитие психики состоялось у тех, кто имел наиболее развитой иммунитет. Само становление иммунитета Галактионов (п. 6-6) характеризовал как тенденцию позвоночных, в основном, наземных. Верно, но почему тогда птицы не достигли тех же высот психики, что дельфины и высшие приматы? Ответ очевиден: у них маловат мозг; а это – следствие малой цефализации всего класса птиц, даже нелетающих. Отставание дельфинов от приматов выглядит как следствие отсутствия террипетности (китообразные потеряли ее, вернувшись в воду), и примерно то же можно сказать про эволюционный тупик, в котором оказались головоногие: большой “головной” мозг (вокруг пищевода) при полном отсутствии террипетности у всего класса (головоногие не живут даже в водах слабой солености). Можно сказать, что по сходной причине мы умом обогнали слона: хотя мозг у него и больше, но террипетность ниже – сила тяжести не дала его предкам реализовать подъем головы.

У всех теплокровных имеется ТВ-иммунитет, но у птиц В-система развита гораздо слабее, чем у зверей. Здесь разнообразие антител “связано с иным типом организации иммуноглобулиновых генов и происходит в характерном только для птиц месте – в расположенной у клоаки *фабрициевой сумке*. В локусе легких цепей у курицы имеется один V-ген, который вначале перестраивается и соединяется с одним комплексом J-C” [*Ройт и др.*, с. 290]. Если это будет показано для всего класса птиц, то налицо окажется у них тупик развития ТВ-системы. Не тут ли причина их слабой цефализации? Сама постановка вопроса открывает вот какую тему.

Свое от чужого умеют отличать даже бактерии: свои клетки образуют единую колонию, и именно по форме колоний принято определять самые древние бактерии (возрастом до 2 млрд лет); чужие клетки, наоборот, подвергаются атаке: например, когда бактерии заражают многоклеточный организм. Тем более должны были с самого начала уметь узнавать друг друга эвкариотные клетки. Дело в том, что адгезия (п. 8), возникшая как приспособление одноклеточных к объединению со своими и питанию чужими, у многоклеточных стала средством для построения тканей и органов.

Для этого ей пришлось стать более разнообразной: у клеток каждой ткани закон адгезии свой. Однако этот закон от особи к особи не меняется, а вот у клеток иммунной системы он у каждой особи свой, да к тому же то и дело меняется. По Эдельману (п. 6-6), адаптивный иммунитет развился именно из механизма избирательной адгезии: в результате дупликации участка ДНК, кодирующего молекулы клеточной адгезии, возникли те высоковариабельные участки, которые характерны для иммуноглобулиновых генов. Вот почему адгезия есть у всех, онтогенез – у многих, а адаптивный иммунитет – у немногих.

Топобиология Эдельмана увязывает в одно целое эволюционизм, эмбриологию и иммунологию, причем увязывает не на филогенетической («кто от кого?»), а на механизменной («как?») основе. Топобиология станет еще содержательнее, если включить в нее понятие биологического поля, о котором шла речь в главах 5 и 7.

Лучше всего решает задачи узнавания ТВ-иммунитет. Но он – тяжкая ноша, от которой естественный отбор вроде бы должен избавлять всех, кто без нее вообще может существовать, оставаясь самим собой (теплокровные же без их иммунитета попросту не формируются). Как средство против заразы ТВ-система во многом уступает иммунитету конститутивному. Она как бы специально создана, чтобы зараза к ней подстраивалась. В самом деле, даже самые просто устроенные бактерии (молликуты) обманывают иммунную систему своих жертв: почти 5% их крохотного генома занял повторяющийся ген белка адгезина, и за счет рекомбинаций между его копиями адгезин то и дело меняет свою антигенную структуру, «что помогает преодолеть иммунный ответ хозяина». Более сложные паразитические бактерии решают даже собственные иммунные задачи – могут «связывать и поглощать при генетической трансформации лишь ДНК из клеток того же вида» (*Прозоров А.А.* // Микробиология, 1998, N 4, с. 445-446).

А паразитические эвкариоты прямо-таки творят иммунные чудеса: некоторые трипаносомы еженедельно не только меняют свои антигенные качества, но и делают это синхронно, так что вся популяция, живущая в данном организме, имеет одну и ту же антигенную структуру оболочки (Организация генома. М., 1989, с. 124). Это говорит о быстром и эффективном горизонтальном переносе между ними, но не только о нем.

Чтобы приноровиться к сверхвариабельной иммунной системе хозяина, паразит должен быть столь же вариабелен, а поскольку адаптивный иммунитет – приобретение позднее, остается признать, что паразиты усвоили вариабельность от хозяев (вероятно, тоже путем горизонтального переноса). Это (как и многое другое) говорит о продолжающейся эволюции одноклеточных. Можно сказать, что примитивнейший паразит (молликут) только потому и дожил до наших дней, что нашел ключ к иммунитету высших.

Теперь самое время задать вопрос: когда адаптивный иммунитет возник? Зачатки его Галактионов видит у всех позвоночных, поскольку у них обнаружены иммуноглобулины, но это слабый довод: данные белки – всего лишь модификация белков клеточной адгезии. Адаптивный иммунитет следует видеть только там, где иммуноглобулины выполняют роль контолера целостности. Достоверно это можно сказать о теплокровных. Если не считать рептилий с чертами теплокровности, известных с конца карбона, то теплокровные (птицы и звери) появились в конце **триаса** (АЕ, 149). Но ископаемые остатки ничего не говорят о том, каков был их иммунитет, поэтому палеонтологический анализ тут надо дополнить диатропическим.

Сумчатые – не предки плацентарных, а отдельная ветвь зверей, их иммунитеты развивались независимо. С детства мы привыкли считать сумку сумчатых забавным, но очень полезным приспособлением, не задумываясь: приспособлением к чему? Гигантская кенгуру рожает детеныша легче грамма; возможно, что это недоразвитие эмбриона как раз ведет к низкому развитию мозга (слабой цефализации) сумчатых. Не отсюда ли отставание сумчатых от плацентарных, по крайней мере австралийских:? Ведь появление плацентарных в Австралии привело к вытеснению сумчатых.

Есть ли в раннем рождении польза для вида? Вспомним, однако, что обычный тип приспособления – к самому себе, к своим тенденциям. Вот к своему иммунитету приспособились и теплокровные. Ведь если иммунная система самки отторгает белки самца, то

эмбрион надо от нее защитить.

Известно, что ***живорождение возникало у животных многократно – у позвоночных и беспозвоночных*** (*Иванова-Казас О.М.* Эволюционая эмбриология животных. СПб., 1995), но у холоднокровных оно не вызывает иммунных проблем и, надо полагать, не вызывало в прошлом. Совсем иначе у теплокровных: едва теплокровность появилась (согласно данным палеонтологии), как мы видим изменение статуса живорождения: класс птиц начисто его лишен (в отличие от других классов позвоночных), равно как и первые млекопитающие (яйцекладущие). Сумчатые рожают ранее, чем можно ожидать отторжения плода. Еще позже появляются первые плацентарные млекопитающие, которые, как известно по всем изученным ныне живущим видам, окружают ранний зародыш иммунным барьером – **трофобластом**, отделяющим плод от иммунных атак организма матери. (Трофобласт – слой клеток, который затем переходит в плаценту.)

Канадский палеонтолог Роберт Кэрролл пишет: «Свидетельств того, как возник трофобласт, нет. Определить его наличие или отсутствие по скелетным остаткам мезозойских млекопитающих также невозможно. Кайнозойские находки уже демонстрируют наличие эмбрионов внутри материнского организма, однако исходная радиация (появление и рассселение множества новых таксонов – *Ю.Ч.*) плацентарных млекопитающих произошла намного раньше» [*Кэрролл*, т. 3, с. 6].

Кэрролл предположил, что трофобласт был уже у первых плацентарных – именно в силу его иммунной необходимости. Если так, то надо признать, что ТВ-система возникла примерно вместе с теплокровностью, а время от первых сумчатых до первых плацентарных (вероятно, **юрский** период) – это поиск пути преодолеть отторжение плода, пути к трофобласту.

Кстати, летающие млекопитающие все принадлежат к плацентарным, и беременные самки вполне могут летать. Значит, яйцерождение птиц вряд ли стоит объяснять, исходя из экономии полетного веса. Малый мозг птиц тоже нельзя связать с полетом – хотя бы потому, что мозг мал и у нелетающих птиц (страусы, пингвины), причем группы эти достаточно древние, и времени на эволюцию мозга у них было больше, чем ушло, например, на эволюцию от австралопитека до человека.

У всех птиц мозг устроен хоть и сложнее, чем у рептилий, однако качественно отличен от мозга зверей: новая кора (*неокортекс*, основа разумной деятельности млекопитающих)), едва намеченная у некоторых рептилий, у птиц хорошо выражена, но разумную деятельность ведет не она, а свойственное только им тело *гиперстриатум*, нарост над полосатым телом [*Ромер, Парсонс*, т. 2, с. 308]. Последнее, *корпус стриатум*, есть и у других четвероногих, оно ответственно за движения. У птиц (как, кстати, и у сумчатых) отсутствует *мозолистое тело*, соединяющее два полушария у плацентарных. Не вызвана ли невозможность полного развития неокортекса и неполное развитие иммунной системы какой-то общей причиной?

Иммунологический подход к эволюции позволяет продвинуться и в понимании процесса видообразования. Как известно, высшие организмы размножаются половым путем (высшие животные только им). Принято считать, что спаривание гомологичных хромосом требует их почти полного сходства, однако недавние исследования на грызунах открыли совсем иную картину: существуют виды, у которых могут спариваться хромосомы, очень различные по длине и составу. (Эффективно скрещиваются и организмы с различным числом хромосом – в таком случае спариваются обычные хромосо-

мы со слившимися.) Привычное требование сходства гомологичных хромосом оказалось не геометрическим, а чисто функциональным запретом, весьма похожим на иммунологическую несовместимость. Для описания вида, в пределах которого число хромосом может сильно меняться при сохранении скрещиваемости, авторы даже применили иммунологический термин – *толерантность* к хромосомным перестройкам [*Бородин и др.*].

Создается впечатление, что у большинства видов, включая человека, данный запрет служит для стабилизации вида, а его снятие открывает путь к видообразованию; это может оказаться искомым механизмом действия прерывистого равновесия. К сожалению, явление еще мало изучено.

8-13. Эволюция биосферы

На сегодня можно говорить про четыре биосферы, последовательно возникавшие в ходе эволюции. Каждая возникала вследствие появления новой господствующей категории организмов.

1) **Хемосфера** произошла из доклеточных зон с появлением прокариот. Пищевой базой служили литотрофы (п. 7-7); основной путь эволюции – включение органических звеньев в геохимические круговороты. Хемосфера сложилась из первых очагов жизни и обрела свойства биосферы лишь тогда, когда разрослась достаточно, чтобы стать планетным явлением, т.е. завладела океаном (суша была безжизненна). Видимо, в ней были обычны предельно короткие круговороты за счет симбиоза. В океане она осталась до сих пор (гидротермы). Позже в нее включились кормящиеся у гидротерм эвкариоты. В наше время она очень слабо связана с остальной жизнью. По Заварзину, “глубинную гипертермофильную биосферу надо рассматривать как древнюю”. Недавние исследования обнаружили, что эта биосфера распространяется еще и на полкилометра в глубь океанского дна, и некоторые исследователи полагают, что условия жизни там не изменились со времен биопоэза (*Summit M., Barros J.A.* // PNAS, 2001, vol. 98, N 5).

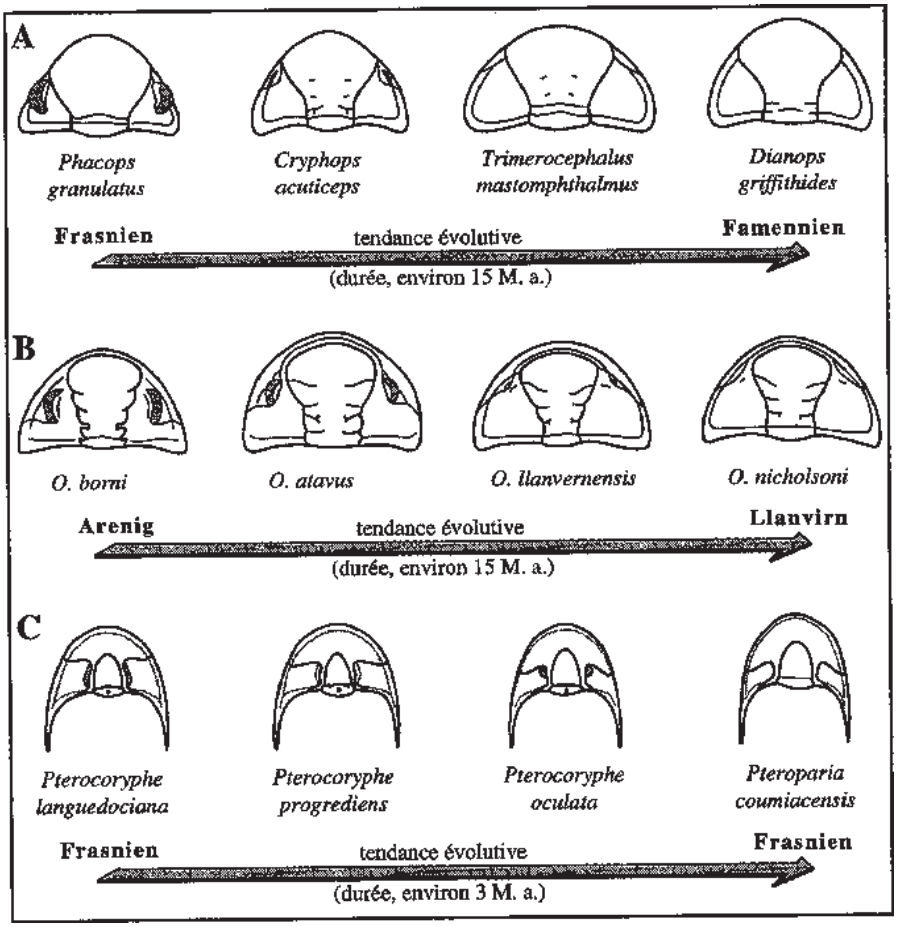


Рис. 58. Эволюционные тенденции утраты глаз у трилобитов (по: McNamara, 1990, упрощено; взято из: *Thierry J., Marchand D.* // LEG, 28). A - Phacopidae (франский и фаменский ярусы девона); B - виды рода Ornathops (аренигский и лланвирнский ярусы ордовика); C - Tropidocoryphines (франский ярус девона); M.a. - миллионы лет. Фактически изображен фрагмент рефрена “степени выраженности глаз у трилобитов”

2) По мере охлаждения земной поверхности (в эпоху рождения жизни поток тепла из недр был вчетверо выше нынешнего) хемосферу сменяла прокариотная **фотосфера**. В ней пищевой базой служили фотоавтотрофы; основной путь эволюции – усложнение биохимии). Она тоже начала с коротких круговоротов (вспомним циано-бактериальные маты), но затем, наоборот, стала удлинять цепи круговоротов, чем изменила облик планеты – например, создала кислородную атмосферу.

3) Позже, в **кариосфере** (господство эвкариот; основной путь эволюции – усложнение структур при прежней биохимии), прокариоты были отодвинуты на периферию, главными продуцентами выступили зеленые растения. Здесь длинные круговороты стали преобладать: между продуцентами и редуцентами (о них тоже см. п. 7-7) появились консументы (животные), так что в кариосфере нормальная пищевая цепь имеет 5 звеньев, а иногда и 7. Кариосфера выглядит как собственно биосфера, и Г.А. Заварзин именует ее *неосферой*, но на ее базе уже вырастает следующая.

4) **Антропосфера** – ныне возникающая биосфера будущего; основные круговороты в ней будут рождены людьми, а основным путем эволюции организмов будет создание искусственных пород при сокращении числа естественных видов. Ламарк (а за ним Вернадский) был прав, указывая на то, что человечество становится геологической силой. Человек уже сейчас уничтожает одни виды и создает другие, уничтожает одни ископаемые, создавая другие (свалки отходов), и изменяет круговороты – как удлиняя их в пространстве (глобальные перевозки), так и укорачивая геохимические цепи (сжигая лес и т.п.). Антропосфера – та неприглядная реальность, которая вырастает на месте, где Тейяр и Вернадский полагали увидеть прекрасную ноосферу. Мы вернемся к этой теме в части 4.

Каждая следующая биосфера вырастает на базе предыдущей и забирает у нее основную часть тех глобальных функций, какие может исполнять сама. На все это нужно время – чтобы организмы нового типа сформировались и заняли свое место в «экономии природы».

Говоря об эволюции кариосферы, А.Г. Пономаренко выделяет ряд важных биосферных перестроек [*Пономаренко*]. Перечислю самые важные из них.

(1) *Появление многоклеточности*. Утверждение: “на прокариотной основе многоклеточность не возникает в принципе” [*Еськов*, с. 97-98] ошибочно – многоклеточные прокариоты хорошо известны (не только нити и пластинки, но даже грибочки и кустики). А вот Пономаренко прав, говоря, что эвкариотами многоклеточность избрана “в качестве генеральной линии”, причем “способность увеличивать размеры была реализована эвкариотами в вендской фауне, состоявшей из необыкновенно крупных организмов, но низко разнообразных и одинаковых по всей Земле”. Резкий рост разнообразия произошел в кембрии. В частности, в кембрии появляются организмы с твердым скелетом и первые членистоногие (трилобиты). Как принято считать, “более разнообразные сообщества и более устойчивы”.

К словам Пономаренко добавлю: геохимически облик биосферы определяют одноклеточные прокариоты, а таксономически и морфологически – многоклеточные эвкариоты; у прокариот многоклеточные виды составляют около 1%, а среди эвкариот, наоборот, произошла **реверсия разнообразия**: лишь около 1% видов одноклеточны. Да и самих эвкариотных видов более 2 млн – раз в 500 больше, чем прокариотных.

(2) *Освоение толщи вод и дна.* Раннюю жизнь Пономаренко видит, в

основном, в самом поверхностном слое вод, объясняя это высокой мутностью воды. С появлением в кембрии искусных фильтраторов мелкий материал "быстро отфильтровывается, упаковывается в фекальные пеллеты и отправляется на дно", что ухудшает условия жизни на поверхности, но делает воду прозрачнее и снабжает органикой дно. Появляются илоеды.

Добавлю, что дно было освоено еще раньше, в венде, водорослями и их поедателями (*Бурзин М.Б.* Эволюция бентосной растительности в позднем докембрии // ПЖ, 2001, N 5). Однако до сих пор жизнь, в основном, приурочена к небольшим глубинам: океанские глубины и дно почти пустынны: в первых мало органики, а до второго почти не достигает кислород. Исключение составляют окрестности гидротерм, являющие собой как бы особую биосферу (хемосферу) на дне океанов.

(3) *Выход жизни на сушу.* Пономаренко вновь поднял древний вопрос о том, что такое море и суша в архее (ср. пп. 1-5 и 7-5). Он тоже пришел к выводу, что без наземной растительности ландшафт состоял из почти вертикальных скал и почти горизонтальных низких равнин. "Приливные и штормовые волны могли проходить по этим равнинам на большие расстояния, и береговая черта практически отсутствовала. Водорослево-бактериальные маты могли занимать всю эту равнину, при этом они существовали не в море и не на суше".

Добавлю: в таких условиях лучше говорить даже не о выходе жизни на сушу, а о создании самой суши жизнью. (В наше время есть одна крупная область – плоская безжизненная Земля Бунге в Ледовитом океане, и у нее с юга тоже нет определенной береговой линии.) В ходе протерозоя "маты" вероятно и создали на суше первые почвы. Сперва жизнь на суше являла собой тонкую пленку, состоявшую из плесеней и наземных водорослей; сгнивая, они образовывали почву, в которой жили черви и членистоногие.

(4) *Появление вертикальной зональности наземной жизни.* В середине силура (420 млн лет назад) на суше появились высшие растения (т.е. сложнее водорослей); первым из них была *куксония*. В нижнем девоне, с появлением растений с вертикальными стеблями (первой была *риния*, Rhynia – рис. 59) возникли ярусы: низкие растения могли располагаться под высокими. Вертикальный стебель потребовал (если пользоваться термином Уголева) новой естественной технологии – способа подачи водного раствора против силы тяжести. Добавлю, что механизм этой технологии не выяснен до сих пор (модель механического насоса и обзор других моделей см.: *Кундт В., Робник М.* Водные помпы в корнях растений // ФР, 1998, N 2).

"Появление листьев, вынесенных в воздушную среду, и корневой системы, способной использовать подземную воду, – крупнейшее событие в истории биосферы" (*Заварзин Г.А.* // Природа, 1990, N 4, с. 119).

В карбоне появились многоярусные леса, давшие начало залежам каменного угля. Вертикальные стволы требуют мощных корней, а корни препятствуют эрозии почвы и способствуют ее стабилизации. До появления лесов биосфера не могла иметь нынешней биомассы, и Пономаренко прав, говоря, что трудно принять идею Вернадского о постоянстве количества живого вещества. Добавлю: в наше время больше 90% массы биосферы заключено в наземных растениях – в основном, это стволы деревьев; ничего подобного в докарбоновых биосферах быть не могло.

(5) *Катастрофы в океане и на суше*. История жизни изобилует массовыми вымираниями, и некоторые из них носили характер биосферных катастроф. Преж-

де всего это касается вымираний на границе геологических эр: венд-кембрийское, пермо-триасовое и мел-палеоценовое.

Самым загадочным Пономаренко считает пермо-триасовое вымирание: “Граница между палеозоем и мезозоем характеризуется самым сильным в истории Земли падением разнообразия морской биоты… Число семейств морских организмов уменьшилось более чем вдвое, тогда как… при знаменитом вымирании между мезозоем и кайнозоем – только шестая часть”. Загадочность его в том, что “гигантскому вымиранию на море не соответствует сколько-нибудь значительное изменение органического мира суши”, и объяснения этому он не видит. (По Мейену, тогда стерлись границы флор, что означает распад экосистем суши, см. п. 9-4).

Добавлю: разумное объяснение пермо-триасового вымирания есть: гибель именно морской фауны естественно связать с отравлением вод океана, а это вернее всего было результатом растрескивания океанической коры. Растрескивание не раз происходило согласно теории расширяющейся Земли (Пономаренко ее не упоминает), о которой будет сказано в п. 9-7.

(6) *С начала триаса морская и наземная эволюция шли по-разному*: “Анализ изменений разнообразия позволяет рассматривать мезо-кайнозойскую историю морской биоты как достаточно единый этап”, тогда как на суше было еще знаменитое мел-палеоценовое вымирание животных; причину его Пономаренко видит в распространении *цветковых* растений, появившихся в начале **мела**. Эту причину признают отнюдь не все, но прежде чем обсуждать вымирания, надо сперва понять тенденции эволюции высших (тканевых) организмов, а также – целых фаун и флор.

8-14. Солнечная активность и эволюция

Многие считают Солнце единственным для жизни источником энергии. В частности, в ископаемых топливах (уголь, сланцы, нефть и газ) принято видеть только итог прежнего накопления энергии фотосинтеза, что вряд ли законно хотя бы потому, что происхождение нефти неясно. Однако нет сомнений, что в ходе эволюции роль тепла недр (главного при рождении жизни) падала, а роль тепла Солнца росла. Вообще, в изменениях солнечной активности можно видеть фактор эволюции, и есть ученые, видящие тут возможность объяснить катастрофы прошлого (например, грандиозные вымирания, о которых пойдет речь в гл. 9), для чего оснований, по-моему, нет. Но совсем отрицать данный фактор было бы неразумно.

Дело в том, что активность Солнца изменяется с периодом около 11 лет, и еще в 1920-х годах биофизик А.Л. Чижевский показал статистическую связь жизненных процессов с этим циклом. Воейков уверен, что повышенная солнечная активность играет роль универсального “внешнего раздражителя”, запускающего ветвящиеся процессы в живых системах [*Воейков*, с. 304-305]. Сам по себе период в 11 лет слишком короток, чтобы увидеть его связь с эволюцией, но именно его краткость позволила четко установить различие между причиной изменения в экосистеме и ее поводом.

Ясный анализ провел Р.В. Наумов, ближайший ученик Любищева: за 123 года отмечено 11 эпидемических вспышек численности вредных лесных насекомых, причем максимум численности всегда приходился на минимум солнечной активности. Связь очевидна, но пик активности Солнца лишь запускает вспышку численности, проявляющуюся через 5-6 лет, тогда как ее характер (главный вид неумеренно размножающихся насекомых, площади поражения и т.п.) определяется состоянием биоценоза (*Наумов Р.В.* Влияние солнечной активно-

сти на поражаемость лесонасаждений... // Экология насекомых и их охрана. Межвуз. сб. науч. трудов. Ульяновск, 1990). Тот факт, что космический фактор лишь запускает подвижку в ценозе, но не ведет ее, понадобится нам в главе 9. Подробнее см.: *Чайковский Ю.В.* Рэм Владимирович и теоретическая биология // ЛЧ, 2003.

Глава 9. От червя до человека

Займемся эволюцией тканевых. **Тканью** называется компактное множество однородных клеток, специализированных для определенной функции. Тканевым принято считать организм, в котором четко выявляется несколько различных тканей, а если, например, налицо лишь слой генеративных клеток и оболочка, их окружающая, его к тканевым не относят.

9-1. Рост разнообразия и скоростей

Одна из главных черт реверсии разнообразия (п. 8-13) состоит в том, что основную массу таксонов составляют тканевые. И вообще, ***чем выше уровень организации, тем выше разнообразие таксонов***, если только рассматривать всех имеющих центральную нервную систему (и зверей, и насекомых, и головоногих) как один уровень. Но если дробить этот уровень, то мы увидим, что разнообразие таксонов опять падает: теплокровных меньше, чем прочих, а культуру создал вообще один вид. Очевидно, что теперь, с появлением людей, рост разнообразия состоит в ином – в расширении возможностей отдельных особей вида.

Жизнь началась с роста биохимического разнообразия, который в рифее сменился ростом разнообразия форм и функций организмов, имеющих низкое биохимическое разнообразие. Поскольку жизнь, вероятно, возникла раньше, чем организмы, первые ее шаги приходится описывать сверху, с позиции биосферы, что мы и сделали в главе 7. В главе 8 добавлен взгляд снизу, с позиции организма, и он будет играть все большую роль по мере нашего движения вверх по геохронологической шкале, т.е. по мере появления более сложных организмов. С момента появления тканевых в протерозое биосфера приняла практически нынешний облик, и с **фанерозоя**[34] взгляд снизу становится для нас определяющим: изменения биосферы будут занимать нас редко – в основном, в связи с глобальными катастрофами.

В течение фанерозоя разнообразие таксонов неуклонно росло: от начала кембрия до плейстоцена число одновременно живших ископаемых семейств выросло почти впятеро (*Журавлев А.Ю.* Количественная палеонтология: кривое разнообразие // Природа, 2002, N 9, с. 51).

Рост разнообразия таксонов прерывался массовыми вымираниями на границах многих (но не всех) геологических периодов. Это связано с тем, что сами периоды разграничены по смене руководящих ископаемых; нам же данный факт важен тем, что свидетельствует о надежности летописи: если сам по себе рост разнообразия вверх по разрезу можно связать с лучшей сохранностью более молодых остатков, то синхронные падения говорят о том, что данных достаточно для выявления тенденций.

Для скорости эволюционного процесса тоже характерно увеличение, если рассматривать очень большие периоды времени: эволюция бактерий заняла 2 млрд лет, одноклеточных эвкариот – 1 млрд лет, многоклеточных – около 600 млн лет. В пределах многоклеточных фанерозоя мы не видим единой тенденции к ускорению эволюции, но видим ее в отдельных ветвях. Так, с **палеоцена** растет скорость эволюции зверей (пла-

центарных).

Виды сменяют друг друга примерно с одной и той же скоростью: вид живет от 500 тыс. до 10 млн лет, род – в 3-4 раза дольше вида, а семейство – в 3-4 раза дольше рода. При этом быстрая смена родов (за 200-500 тыс. лет) известна как в палеозое (аммониты), так и в кайнозое (млекопитающие). Переход вида в вид происходит на порядок быстрее, за 20-50 тыс. лет. Тем самым, в согласии с пунктуализмом Гулда, вид довольно быстро формируется и затем долго не меняется. Характерна столь же грубая тенденция к росту скорости эволюции с ростом сложности организмов – от одноклеточных к млекопитающим. Данное обстоятельство загадочно, поскольку интуитивно вроде бы ясно, что падение численностей и скоростей размножения, сопутствующее росту размеров, должно уменьшать скорость эволюции, а она растет. Выше всего скорость эволюции млекопитающих, причем большой разницы между слоном и мышью нет. (Данные взяты мной из работ палеонтолога А.С. Алексеева, к которым мы еще обратимся и которому я благодарен за консультацию.)

В отношении слонов эта скорость особенно удивительна: ни один их вид по чисто экологическим соображениям ни в одном поколении не мог иметь более миллиона особей (включая даже карликовые виды, ибо они жили по островам), сами поколения сменяются у них очень медленно (половая зрелость в 20 лет, долгая беременность, низкая плодовитость), а скорость эволюции огромна: за 2 млн лет сменялись роды. Очевидно, что никакие события, зависящие от числа особей, не могли при этом быть определяющими, и *все формы дарвинизма тут пасуют*.

Нельзя, однако, исключить некоторого влияния таких событий на низшем таксономическом уровне (формирование рас) у мелких организмов. У очень мелких (одноклеточных) их роль может быть и несколько большей (п. 5-9). Вопрос этот, насколько мне известно, еще почти не исследован.

9-2. Аспекты процесса эволюции

К сожалению, единой (сквозной, всесторонней) теории процесса эволюции пока нет, и нам остается описать различные его аспекты, а затем рассмотреть несколько важных явлений сразу в нескольких аспектах каждое. Самый привычный аспект – *таксономический*, когда процесс эволюции рассматривается как последовательность появления и вымирания таксонов (типов, классов, отрядов, семейств, родов и видов). Он освещен во многих хороших книгах и мы будем касаться этого аспекта лишь попутно, пока же заметим, что высшие таксоны сформировались очень давно: надцарства – в среднем рифее, с появлением эвкариот; эвкариотные царства (растения, грибы и животные) появились в венде. Правда, эдиакарская “фауна” венда (п. 8-9) вряд ли состояла из животных; вернее, что эти довольно крупные организмы были осмотрофами, т.е. по форме были близки к животным или растениям, а по физиологии – к грибам. Однако с ее вымиранием в конце венда крупные организмы окончательно распределились по трем царствам, оставив промежуточную организацию некоторым микробам и симбиотическим организмам вроде лишайников (о “межцарствах”, т.е. о группах организмов промежуточной организации, речь пойдет в гл. 10).

Царства будем делить на типы (тип в зоологии – примерно то же, что отдел в ботанике и филум). **Тип** задается своим *планом строения*. Типы животных, известные из палеонтологии, не вымирают и не появляются с раннего ордовика (последними появились мшанки). Если добавить, что высший тип грибов, *настоящие грибы* (Eumycota), известен

с позднего венда, что высший тип животных (*хордовые*) известен с раннего кембрия, а высший тип растений (*семенные*) – с девона, то надо признать: фанерозой почти весь прошел на более низком таксономическом уровне, нежели тип[35] . А эволюция, текущая в рамках типа, заданных планами строения, оказывается доступной диатропическому анализу, как он очерчен в главе 6.

Тем самым, в рамках типа мы от таксономического аспекта переходим к *морфологическому*, когда эволюция рассматривается как усложнение или упрощение форм организмов. В этом аспекте нашу тему лучше всего начать с упоминания того, что первые тканевые организмы известны с венда. В то время существовали, кроме эдиакарской фауны, и несомненные тканевые животные. Самое древнее на сегодня – червь *пармия* (*Parmia*). Он найден в вендских отложениях южного Тимана (невысокий кряж в Коми) и назван по местному слову "парма" – плато на Тимане. Пармия была внешней формой похожа на кольчатого червя (*Бурзин М.Б., Гниловская М.Б.* Какими были древнейшие животные // Природа, 1999, N 11).

Сложность строения частично отражена и в таксономии: в типе членистоногих состоят организмы, устроенные сложнее, чем в типе кольчатых червей, а в классе насекомых – устроенные сложнее, чем в классе многоножек. Однако в целом систематика строится не на сложности строения (не на целостности), а на совокупности признаков, и в таксон одного ранга могут входить как организмы близкого уровня сложности, так и очень различных уровней. Некоторые типы (губки, кольчатые черви, семенные растения) таковы, что каждый из них достаточно однороден по сложности строения, тогда как другие типы (моллюски, хордовые, зеленые водоросли, красные водоросли) состоят из крайне различных по сложности строения организмов каждый. Достаточно вспомнить, что и ланцетник, и человек – хордовые. И наоборот – один и тот же уровень сложности можно наблюдать у очень таксономически далеких организмов, о чем уже шла речь в п. 6-7.

Эволюционисты часто говорят о повышении уровня сложности (уровня организации) как о самостоятельном процессе, не связанном с рамками таксономии. Для животных эти уровни таковы (рис. 60): одноклеточные (Protozoa), пластинчатые (Placozoa), простые тканевые (губки), двуслойные или лучистые (Radiata), простые трехслойные или бесполостные (Scolecida), первичнополостные (Pseudocoelomata), вторичнополостные, или *целомические* (Coelomata). Тканевый уровень четко виден и у растений, тогда как у грибов настоящих тканей нет, а роль ткани выполняет *плектенхима* – подобие ткани, состоящее не из клеток, а из переплетенных гиф. Приблизительно ту же роль, какую при определении уровня организации животных играет полость (coeloma), у растений играет побег (cormus).

Следующий уровень сложности — наличие *нервной системы*; он достигнут только внутри царства животных. Зусмановский разъясняет, что нервная система взяла на себя основную часть текущей работы по регуляции жизнедеятельности, до этого выполнявшейся только генетической системой; это позволило сосредоточить работу последней на ее эволюционной функции — генетическом поиске. Возможно, именно поэтому высшие животные эволюционируют быстрее всех.

Среди высших животных можно выделить еще более высокий уровень организации, который Зусмановский называет "знанием о собственном существовании". Для этого уровня необходимо наличие *центральной нервной системы*. Обычно ее связывают с головным мозгом, но центральный мозг головоногого моллюска, расположенный вокруг пищевода, вряд ли можно

назвать головным. На мой вопрос: “Каков тот уровень организации, начиная с которого можнл говорить, что животное знает о своем существовании?” — Зусмановский ответил: “Вероятно, начиная с насекомых”.

Наконец, для теплокровных характерен *развитой адаптивный иммунитет* (ТВ-система), вероятно необходимый для самых высших форм эволюции (см. гл. 5).

К сожалению, появление ранних уровней в эволюции плохо документировано: до венда ничего ясного нет, а в венде мы уже видим вторичнополостных в виде червя *Parmia*, который тем самым оказывается возникшим одновременно с двуслойными, что нереально. Зато с кембрия ископаемый материал ясно показывает морфоэволюцию: параллельно в трех типах животных (моллюски, членистоногие и хордовые) наблюдается усложнение организации тела вторичнополостных, обеспечившее рост подвижности, совершенствование пищеварения, кровообращения и нервной системы. Для столь сложных уровней общепринятой классификации нет, и нам остается следовать за отдельными интересными попытками (см. п. 3).

Следующий аспект – *физиологический*. Хотя систематики и морфологи часто говорят, что учитывают в своих эволюционных построениях физиологию, сами физиологи склонны читать иначе – что обычные эволюционные построения лишь называют среди прочих признаков физиологические, но не раскрывают сути физиологической эволюции, т.е. становления функций. Объединяя взгляды Аршавского (п. 5-11) и Уголева (пп. 8-7, 8-8) , можно сказать, что ***неполная замкнутость циклов выступает как движущий фактор эволюции***. С этим добавлением известная концепция биосферы Вернадского становится эволюционной.

Физиологический аспект можно, в свою очередь, рассматривать на разных уровнях, причем в последние полвека преобладает *молекулярный* уровень. Хотя самые удивительные открытия последних лет (например, редактирование РНК) являются молекулярными, и хотя я старался вести целостный рассказ, изложенная здесь концепция больше касается иных уровней эволюции. Это видно из простого подсчета: среди самых цитируемых в данной книге журналов: Природа (цитирована 34 раза), ЖОБ, BR, Генетика; LEG, BMH (17 раз) – молекулярная тема преобладает только в “Генетике”.

Об *экологическом* аспекте эволюции сейчас говорят очень много, но до сих пор не решен исходный вопрос: образуются ли таксоны одновременно с экосистемами или же экосистемы складываются из уже имеющихся видов? В данной книге развивается первая точка зрения (в качестве примера второй укажу работу: *Чернов Ю.И.* Эволюционная экология... // УСБ, 1996, N 3).

Труднее всего говорить об *этологическом* (поведенческом) аспекте эволюции, поскольку о поведении ископаемых судят почти исключительно по аналогии с соответствующими нынешними организмами, что мало интересно. Но бывают редкие яркие исключения. Так, восточноазиатский верхнемеловой ящер с перьями, обна-

Рис. 59. Риния — первое наземное растение с вертикальным стеблем, нижний девон

руженный на гнезде с яйцами, получил имя Oviraptor (яйцекрад), однако более детальное обследование находки привело к выводу, что он погиб за высиживанием, т.е. обладал теплокровностью и проявлял заботу о потомстве (*Lange-Bardй B.* Temoin cйlиbre... // LEG, 27).

Ниже мы познакомимся с еще двумя аспектами эволюции, *биосферным* (эволюция как преобразование биосферы) и *географическим* (понимание процесса эволюции через расселение таксонов), а в конце главы коснемся *коэволюционного* (эволюция как сопряжение макро- и микроструктур) аспекта. Их часто упоминают, но редко доводят до того уровня конкретности, когда о них можно что-то внятно рассказать начинающим.

9-3. Главные изобретения эволюции и их описание

Пономаренко (ПЖ, 1998, N 4) описывает такую черту эволюции: каждый ее важный акт состоял в одновременном изобретении различных элементов новой организации разными таксонами (я не ставлю здесь кавычек, поскольку не могу указать отличия данного процесса от изобретения в его обычном смысле). Так прошли, по его мнению, «эвкариотизация» (становление ядерной организации клетки), а также «метазоизация и метафитизация» (становление многоклеточности у животных и у растений), «артроподизация и тетраподизация» (становление главных типов организации наземных животных) и, наконец, «ангиоспермизация» (появление цветковых). Для последней характерно «возникновение и распространение среди голосеменных отдельных черт строения, соединение которых в дальнейшем дало покрытосеменных» [*Пономаренко*, с. 23].

Замечу, что эти примеры *блочности* отличны от *ключевого ароморфоза* (п. 6-17) в том смысле, что новшества возникают порознь и затем собираются, как машина из деталей. А ключевой ароморфоз введен как нечто, возникающее первым и влекущее всё остальное. Что управляет сборкой, автор не говорит, но она так сходна с производством машины на разных заводах, что естествен вопрос: где заказчик? Остается вспомнить «концепцию Геи», по которой биосфера есть организм в прямом, а не переносном смысле, со своей волей.

Если для Пономаренко главное – *из чего*?, то других больше занимает вопрос: *как*? Такова, например, статья: *Старобогатов Я.И.* Принцип основных компонентов тела... // ЗЖ, 2000, NN 1, 2. Она перегружена узкоспециальными терминами (отчего и не включена в список в конце книги), но понять основной ее смысл можно. Главным в усложнении строения животного автор считает усложнение строения целома. Выявлено 5 уровней его развития, почти не связанные с уровнями остальных систем органов: все моллюски, включая головоногих, отнесены ко второму уровню, хордовые (т.е. и мы с вами) к четвертому, а к пятому – только членистоногие и некоторые черви.

Конечно, это чересчур односторонне. Принять уровень развития целома за уровень организации всего организма нельзя, но попытка Старобогатова выглядит разумной, если понять, что, в сущности, он ведет тут речь о меронах и архетипе: он дал перечень значений мерона “строение целома”. Других меронов он не рассмотрел, но мы можем сделать это сами. Если, например, взять усложнение нервной системы, то головоногие и четвероногие окажутся на одном уровне. Оба способа вместе дадут плоскую таблицу, т.е. двумерный фрагмент рефренной таблицы (в смысле Мейена). Перечислив таким образом все существенные мероны, характерные для типов, мы получим таблицу разнообразия архетипов животного царства. (Если взято N меронов, то получится N-мерная таблица.) То же можно проделать с растениями и грибами. О дальнейшем усложнении тел организмов см. [*Чайковский*, 1990, с. 154]. Приняв, что основные изобретения (уровни) могут в принципе быть описаны и упорядочены, обратимся к эволюции высших форм жизни.

9-4. Преобразование фаун и флор в пространстве

Еще Уоллес отметил, что реликты (остатки древних групп) склонны занимать окраины прежних ареалов своих групп. Затем многие обращали внимание, что крупные группы распространялись в обе стороны от экватора, что новые их формы постоянно оттесняют оттуда древних представителей групп в более холодные зоны. Лучше всего тенденция Уоллеса видна на лесах: *лиственные* леса занимают теплые страны, тогда как *хвойные* (они относятся к голосеменным) оттеснены на север, до самой границы лесной зоны. (В Южном полушарии для зоны тайги нет подходящей земли.) То же и внутри класса хвойных: тайгу формируют сосновые (т.е. более древние), а кипарисовые (более молодые и сложнее устроенные) остались в теплых странах (из них до российских широт дотянули только можжевельники).

Голосеменные не только старше покрытосеменных (это почти то же, что цветковые) и проще устроены (не имеют основных структур цветка), но и утратили былое разнообразие: из 17 порядков голосеменных 11 вымерли и еще в двух осталось по одному роду. Наоборот, ни один порядок (то же, что у животных отряд) подтипа (отдела) цветковых не вымер, а из 390 их семейств вымерло лишь одно (данные С.В. Мейена).

Аналогично, *сумчатые* возникли в раннемеловых тропиках Северной Америки в формах, близких к опоссумам, в позднем мелу расселились по Америке и Европе, а позже (в **эоцене**) даже попали в Антарктику. (В Африке и Азии их не было, а в Австралии жили и живут совсем другие сумчатые.) Самые примитивные по строению птицы – пингвины и гагары, живут в Антарктике и Арктике, хотя произошли в более низких широтах.

Таких примеров много, но есть и противоположные: на Крайнем Севере мы видим полное отсутствие хвойных – древесные породы тундры представлены карликовыми березками, ивами и т.п. Опоссумы – процветающая в тропиках группа. И как раз полярный воробей (пуночка) дальше всех забирается на острова Ледовитого океана, а ведь воробьиные – один из самых развитых отрядов птиц. Словом, для выводов нужны не примеры, а сплошной анализ всего массива фактов с единой точки зрения.

250 лет назад, когда системы разных авторов резко разошлись друг с другом, понадобился гений Линнея, чтобы единым взором охватить всё известное тогда разнообразие и предложить единую систему организмов. С тех пор число известных видов выросло раз в сто, да и задача стоит посложнее – о каждом таксоне теперь надо знать, когда и где он возник, как расселялся и когда вымер. Для всех видов это немыслимо.

К счастью, для первого шага это оказалось и ненужно. В середине 1980-х эту задачу задумал в первом приближении решить Мейен для наземных растений. Он ограничил круг рассмотрения таксонами не ниже семейства и исключил из анализа мхи и наземные водоросли. В остальном анализ был задуман полным – не обойти вниманием ни одно семейство, начиная с девона. Увы, первые же статьи на эту тему Сергей Викторович писал смертельно больным и смог едва обозначить открытую им тенденцию. Но все-таки, на мой взгляд, его вывод можно (как и открытие хемосферы, п. 8-7) назвать самым ярким в классической (немолекулярной) биологии наших дней: Мейеном пунктирно описан **глобальный флорогенез,** т.е. процесс эволюции и одновременного с нею расселения растений по суше.

Вот его суть. Жизнь расселялась по суше медленно: первые настоящие почвы известны с ордовика. В них есть следы движения червеобразных (а значит, были растения, которыми можно было питаться), но нет еще остатков подземных частей растений. И

много позже, в позднем силуре, были устойчиво заселены лишь побережья океанов. Материки освоены жизнью в девоне. Никаких зон у девонской флоры не замечено, что соответствует данным о жарком климате на всех девонских континентах.

Наоборот, начиная с карбона, крупные таксоны растений формируются в экваториальной зоне и расселяются к северу и к югу, мало при этом эволюируя. Точнее, ни одного класса высших растений не возникло вне жаркой зоны, а порядков (отрядов) возникло всего два, из них только один – в зоне, где бывали в ту эпоху морозы. (То были *арбериевые* из голосеменных Южного полушария, они возникли в карбоне и вымерли в триасе.) В умеренной зоне изредка образуются семейства, а в Арктике возникло всего 2-3 рода. И Мейен с полным правом говорил о "некоей общей тенденции":

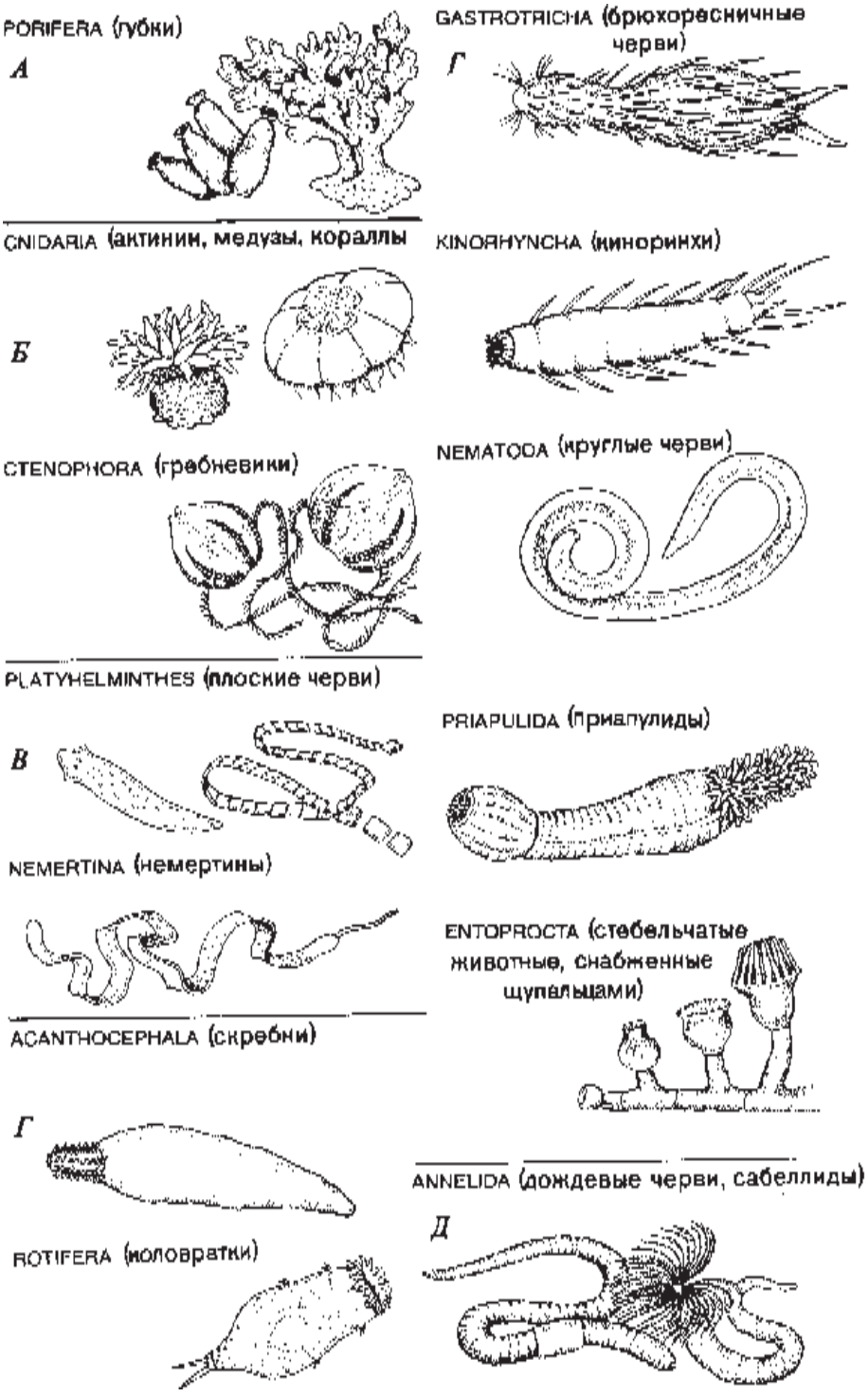


Рис. 60. Становление тканевой организации животных. А — тканеобразный слой, окружающий центральную полость; Б — два слоя тканей, внутренняя окружает кишечник; В — три слоя тканей, средний образует как бы стержень тела; Г — три слоя тканей плюс первичная полость тела; Д — то же плюс вторичная полость тела (по: Валентайн Дж., 1981)

"Экваториальная зона сейчас представляется главным источником таксономического состава растительного покрова континентов и местом всех "экспериментов", касающихся общей организации... Отсюда таксоны расселялись в более высокие широты, подвергаясь по мере движения к полюсам все менее и менее значимым эволюционным преобразованиям" (*Мейен С.В.* Флорогенез и эволюция растений // Природа, 1986, N 11, с. 56). Свой вывод он изобразил в виде карты (рис. 61).

Данную черту эволюции Мейен назвал **фитоспредингом** (растеканием растений) и сформулировал ее так: в мягких климатических условиях эволюция "отпускает тормоза", а "чем дальше от экватора, тем чаще и сильнее работают тормоза... Здесь мало

[34] Фанерозой (т.е. хорошо документированную эпоху) традиционно видят с кембрия, но ныне в него уже можно, с оговорками, включить и венд.

возможностей для эволюционных экспериментов, отбор сразу пресекает смелые попытки... Очевидно, в тропиках отбор преследует лишь чрезмерные вольности". Это крайне важное мнение: ***где меньше роль отбора, там богаче эволюция***.

Иными словами, ко всем пониманиям естественного отбора, о которых у нас шла речь раньше, теперь надо добавить еще одно, последнее. А именно, каждый вид обладает некоторым запасом экологической прочности (п. 6-2*): не при каждом ухудшении условий вымирает. Во влажных тропиках этот запас оказывается выше за счет того, что организмы находятся далеко от голодной и холодной смерти, а также от высыхания. Здесь могут возникать и существовать многие (а в высоких широтах немногие) варианты, и как раз в таких условиях оказывается реальным появление нового.

Зато умеренно холодные страны позволяют многим таксонам гораздо дольше жить. Вспомним, что в тайге до сих пор царят хвойные, максимум разнообразия которых миновал еще в мезозойских тропиках. Вообще же, по Мейену, "мы живем в эпоху второго максимума" в различии флор (первый был в перми, с пермотриасовым вымиранием флоры стали более сходны).

А как с животными? Можно ли выявить *фауногенез* и *зооспрединг* (растекание животных из низких широт в высокие)?

Что зооспрединг никак не может быть всеобщим явлением, видно на примере тех же пингвинов. Их разнообразие невелико (15 нынешних видов и 36 ископаемых), но строение столь отлично от других птиц, что орнитологи выделяют их в особый надотряд. Эта таксономически очень крупная группа обитает, в основном, в Антарктике, а в более низкие широты расселилась вдоль холодных течений (один вид, галапагосский пингвин, живет даже у экватора). Это не значит, что она произошла среди полярных льдов – нет, самые древние из известных пингвинов жили в **миоцене** в умеренном климате Новой Зеландии; однако очевидно, что они не просто живут в высоких широтах, но и распространяются в низкие, и при этом эволюируют.

Зоолог Ю.И. Чернов собрал данные о зооспрединге. Картина вышла пестрая, но о тенденции можно говорить и тут. Состоит она в следующем: в целом разнообразие таксонов животных падает с удалением от экватора и так же падает доля "продвинутых" (недавно возникших и сложнее устроенных). Самые "продвинутые" (например, попугаи среди птиц) исчезают уже в субтропиках. Арктические же и антарктические таксоны представляют "нижнюю половину филемы" (примитивные формы), причем возникли они в более низких широтах (*Чернов Ю.И.* Филогенетический уровень и географическое распределение таксонов // ЗЖ, 1988, N 10).

К этому Алексеев добавил (доклад в Институте общей генетики, февраль 2003 г.) еще одно общее положение, касающееся прогресса: ***новые формы происходят в спокойные времена, а массовое их расселение – после катастроф, освобождающих ниши***. В качестве примера он привел эволюцию зверей. Вряд ли растения и грибы расселяются так же, но идея прогресса вне кризисов вполне согласна с тем тезисом Мейена, что прогрессивная эволюция связана с ослаблением отбора.

Кое в чем зооматериал аналогичен данным Мейена более конкретно. Зональность расселения четвероногих в девоне не выражена, и разнообразие их ничтожно;

---

[35] Некоторые типы (миксомицеты, плоские и круглые черви и т.д.) вообще неизвестны в ископаемом виде. Большинство ботаников считает голосеменные и цветковые разными отделами; но построены они по единому плану, поэтому мы будем говорить о едином типе семенных.

а в карбоне, едва появились различные климатические зоны, их эволюция выступает как расселение от экватора: “Фауна тетрапод карбона представлена только в Северной Америке и Западной Европе, что, очевидно, связано с расположением этих стран в тропической зоне” (*Каландадзе Н.Н., Раутиан А.С.* Юрский экологический кризис сообщества наземных тетрапод... // Проблемы доантропогенной эволюции биосферы. Вып. 3. М., 1993, с. 61). Если состарившиеся формы наземных растений вытеснялись в высокие широты, то морских животных – “в глубины океана” (*Журавлев А.Ю.* // Природа, 2002, N 9, с. 53).

Едва ли фауногенез удастся выразить в столь же общих правилах, как флорогенез, и наверняка не удастся выразить в столь же простых; но это не умаляет общей роли работы Мейена: ведь и законы Менделя мало на чем видны точно, но они выражают самую простую и общую генетическую закономерность и потому легли в основу всей генетики. Точно так же, закон Ома безупречно работает всюду, но попробуйте открыть его в телевизоре, где его действие маскируется множеством иных законов.

Впрочем, главное даже не сам флорогенез, а окончательное понимание того факта, что ***историю не понять без географии***. Мейен мечтал увидеть эволюцию каждой группы растений, “накладывая филогению на карту”, т.е. увязывая связи между предками и потомками со связями между положением захоронений, в которых эти предки и потомки найдены.

То есть вместо привычного филогенетического древа он предлагал рассматривать **флородрево** и успел рассмотреть один его пример, касавшийся одного позднепалеозойского класса голосеменных (Природа, 1986, N 11, цветные карты на с. 52 и 53). Суть его в том, что в самом конце карбона от тропического порядка Peltaspermales класса Ginkgoopsida отошла ветвь, расселившаяся в ближайшую внетропическую область (в Печорскую провинцию), а в средней перми ушедшая еще дальше от тропиков. При этом образовывались всё новые и новые семейства (рис. 62).

Поясню: Печорская провинция располагалась в карбоне и перми между нынешними устьем Печоры и средним течением реки Урал по широте и между нынешней Волгой и Уральскими горами по долготе. Она была вне тропиков и отделялась мелким Казанским морем от остальной Европы (относившейся тогда к тропическому поясу), а море постепенно отступало.

Здесь география учтена, но довольно грубо. Рассмотрим более детальный пример, взятый из посмертной публикации (*Meyen S.V.* // Review of Palaeobotany and Palynology, 1997, N 96); он пояснен картой (рис. 63). Хвойные появились в Печорской провинции в конце ранней перми в той области, которая ныне располагается восточнее средней Камы и отмечена мною на карте кружком. Тогда это было северо-восточное побережье Казанского моря (его противоположный юго-западный берег был границей тропической зоны). По мере отступания моря остальная часть Печорской провинции, как видим, заселялась хвойными, причем расселение сопровождалось эволюцией – нет тех же видов, что в захоронениях, отмеченных кружком. (Я признателен ученику Мейена И.А. Игнатьеву, разъяснившему мне палеогеографические обстоятельства перми.)

Разумеется, двух примеров мало для теории. Но перед нами не теория, а концепция, которая “обосновывается массой подтверждающих фактов и не принимает во внимание опровергающие примеры” (*Игнатьев И.А.* Биогеографические модели и эволюция растительного покрова... // МС, 169). Так что речь может идти лишь о тенденции. Но как раз тенденции – основной объект интереса диат-

ропики. Для принятия флорогенеза в качестве модели эволюции надо убедиться в том, что его подтверждений хотя бы на порядок больше, чем опровержений. К сожалению, ныне такие работы, наскольку знаю, не ведутся.

Ныне ископаемого материала хватает только для самых грубых эскизов процесса **биотогенеза** (фауно- и флорогенеза вместе), но и они полезны. Так, сумчатых обычно описывают как единую родственную группу, но стоит наложить список их родов (живых и вымерших) на карту, как родство рушится: подотряд опоссумов (в широком смысле, т.е. с крысовидными) известен только в Америке и (ископаемые) в Европе и Антарктиде, а остальные сумчатые – только в Австралии и близ нее [*Кэрролл,* т. 3, с. 210]. Знаток американской фауны Джордж Симпсон не видел возможности миграции сумчатых ни в Австралию, ни из Австралии и считал вопрос об их происхождении загадочным (*Симпсон Дж. Г.* Великолепная изоляция. М., 1983). По-моему, особой загадки нет: в обоих регионах могли независимо реализоваться близкие варианты общего рефрена, а рефрен, как мы видели в главе 6, надо признать реальностью – вспомним хотя бы гомеобокс.

9-5. Или прогресс форм, или прогресс функций

Почему вне тропиков оказываются именно "примитивные" формы? Тут остается строить догадки. У Дарвина всё объяснялось конкуренцией и вытекающим из нее отбором; отбор был возведен в ранг новатора. Но за почти 150 лет подтвердить этот тезис ничем не удалось, и он живет в науке на правах презумпции, т.е. незаконно. Зато прямой подсчет числа ископаемых таксонов по ярусам привел к отрицанию всякой роли конкуренции в появлении новых таксонов: свободную нишу новый таксон заполняет с той же скоростью, что и занятую конкурентами: "после массовых вымираний освободившиеся ниши не заполнялись со стремительностью, пропорциональной степени опустошения. Темпы диверсификации (роста разнообразия – *Ю.Ч.*) в такие времена ничуть не отличались от фоновых" (*Журавлев А.Ю.* // Природа, 2002, N 9, с. 55). Словом, скорее был прав Бронн: ***конкуренция ничего нового не создает, но может вытеснять старое***. Примерно то же видим в экономике и культуре. Больше из принципа конкуренции, вероятнее всего, ничего не извлечь.

Тут удобно вспомнить Бергсона. Группы потому и получают статус примитивных, что их "жизненный порыв" израсходован не на усложнение формы, а на физиологическое приспособление к трудным условиям. Это – частный случай принципа *компенсации* (гл. 8): наивысшее развитие сразу по всем параметрам ни у одного объекта не наблюдается. В понимании этого – суть диатропического подхода к эволюции. Он вполне нов и сильно отличен от привычного, когда изучаются формы, а функции лишь упоминаются.

Как образец прогресса часто приводят эволюцию зрения от светочувствительного пятна плоских червей до глаза зверей и осьминогов; процесс считается расшифрованным, хотя описано только преобразование форм, а химия фоторецепции, оптика хрусталика, кибернетика сигналов и психология зрительных образов остались за кадром.

Когда-то Шмальгаузен признал эволюцию глаза "наиболее трудным" и в то же время "вполне понятным" актом эволюции: "Всегда новые органы возникают путем постепенной дифференцировки в пределах имеющихся уже органов или частей, обособляются от них и преобразовываются вместе с обособлением и преобразованием их функции" (*Шмальгаузен И.И.* Основы сравнительной анатомии позвоночных животных. М., 1938, с. 31).

Ядовитую железу змей он едва упомянул (как модификацию слюнной), тогда как в функциональном смысле именно появление яда – новшество, акт **прогресса**, давший обладателям новую нишу. Для Шмальгаузена, как и для Дарвина, понять эволюцию органа значило выстроить "непрерывный" ряд форм, ***нам же важнее понять, как появилась новая функция***.

Она всегда появляется *скачком* (сальтацией, см. пп. 3-12; 5-1) в том смысле, что возникает в каком-то поколении сразу: глаз впервые посылает сигнал, который используется; яд впервые отравляет жертву, не губя обладателя. Непрерывный ряд ничего в этом смысле не разъясняет.

Зато разъясняет физиология: резкий дискомфорт вызывает реакцию – генетический поиск, который ведут все, попавшие в дискомфорт, но лишь немногие способные приходят к новым приемлемым формам. Большинство же вымирает. А способными как раз чаще всего и оказываются "примитивные". Таков вклад нового ламаркизма.

Недавно Чернов отметил, что "примитивные" более адаптивны – прежде всего, за счет способности голодать и снижать плодовитость (ЗЖ, 1999, N 3). Там же он употребил термин "биотогенез". Чернов напоминает: Еськов еще в 1984 году писал, что примитивные формы оттеснены не столько географически, сколько экологически ("на периферию адаптивной зоны"). Вспомним хотя бы вытеснение прокариот в экстремальные зоны эвкариотами. Так вот, с высшими животными и растениями происходит нечто подобное. Таксон, эволюируя, реализует разные части своей рефренной таблицы, в одних из которых "жизненный порыв" расходуется на усложнение строения и потому мы называем эти варианты "продвинутыми"; а в других, в порядке компенсации, усложняются физиология и поведение. Таким видится совместный вклад новых ламаркизма и номогенеза в "новый синтез".

"Примитивные" таксоны, естественно, живут дольше "продвинутых". Тут естественно встает проблема вымирания.

9-6. Отчего вымерли динозавры?

Из главы 5 мы знаем, что эволюция течет неравномерно. То сто миллионов лет ничего важного не происходит, то за считанные миллионы меняется облик планеты. В главе 8 говорилось о двух таких событиях – быстром появлении вендской и раннекембрийской фаун.

Следует ли считать биосферные катастрофы самостоятельными явлениями, или же они суть лишь следствия внешних воздействий? Быстрая перемена в биосфере вероятно всегда бывает связана с каким-то событием в недрах Земли или в космосе, поэтому встает вопрос – является ли такое событие причиной катастрофы или только поводом к ней. На сегодня лучшей иллюстрацией служит грандиозное вымирание, происшедшее на границе мела и палеоцена, т.е. между маастрихтом и данием (верхним меловым и нижним палеоценовым ярусами). Эту границу обозначают как М/Д, а саму проблему часто именуют проблемой вымирания динозавров, хотя одновременно с ними вымерло множество животных, морских и наземных.

Проблеме посвящена огромная литература. Одни уверены, что тогда произошла глобальная катастрофа, затронувшая основную массу таксонов (см. схему смены крупных таксонов животных, приведенную в гл. 6 на рис. 41), другие видят в то время только мозаику отдельных перемен, не всегда быстрых. Например, указывают на отсутствие катастрофы среди наземных растений и делают вывод, что в то время не мог сильно меняться климат. Им возражают: после периода похолодания растения могут

заново вырасти из семян, а крупные животные не возродятся. Оппоненты парируют: несколько родов динозавров вымерло позже, в палеоцене. Ну и так далее.

Защита своей позиции во что бы то ни стало непродуктивна и вообще мало интересна. К сожалению, основную часть аргументов приходится извлекать именно из актов такой неумеренной защиты. На мой взгляд, суть дела такова: катастрофа (синхронное вымирание) безусловно имела место и безусловно сопряжена с космической и геологической катастрофами; М/Д-рубеж прекрасно виден как геологически, так и биологически. Другое дело, что в ней было причиной (без чего катастрофа невозможна), что – поводом, а что – сопутствующим обстоятельством (случайным совпадением).

За 40 лет после Шиндевольфа построено множество диаграмм в его духе (см. например, рис. 64) и ситуация вполне прояснилась: вымирание в момент М/Д для большинства вымерших тогда таксонов полным не было (в этом градуалисты правы), однако факт синхронности вымирания огромного числа таксонов налицо, а это прямо противоречит градуализму. (Я признателен А.С. Алексееву за информацию и суждения на сей счет.)

М/Д-катастрофа изучена лучше других и доступно описана [*Алексеев и др.*; *Хаин*]. Ее главный момент отмечен *иридиевой аномалией*: на границе М/Д геологи нашли по всей Земле тонкий слой с резким (в 10-100 раз) повышением содержания иридия; а этот химический элемент в земной коре очень редок, зато обычен в метеоритах. В 1979 году американские физики Луис и Уолтер Альваресы, отец и сын, предложили гипотезу: катастрофу вызвал *удар астероида*. И привели расчеты: при его размере в 10 км образовался кратер диаметром около 200 км и глубиной около 40 км, при чем сам астероид испарился, а обогащенная иридием пыль растеклась по всей атмосфере планеты. Этого было достаточно, чтобы вызвать глобальную катастрофу: Солнце на годы скрылось из виду, от похолодания временно прекратился фотосинтез, и все крупные животные должны были вымереть. Версия получила в прессе прозвище “астероидной зимы”, а космическое тело – “астероида-убийца”.

В 1981 году обнаружен погребенный кратер Чикскулуб на берегу полуострова Юкатан в Мексиканском заливе. Он вызвал 65 млн лет назад грандиозное цунами, следы которого видны поныне. В 1982 году было указано на уже известный тогда погребенный кратер у берега Карского моря как на возможный “астероид-убийцу” (рис. 65). К этому не прислушались, но через 10 лет детальные исследования привели к ясному выводу: оба кратера возникли в нужное время и обладают нужными размерами: диаметр Юкатанского 180 км и глубина 35 км, а Карского – около 120 км и 25 км (см. ВМН, 1991, N 10, с. 77; Бюллетень МОИП, отд. геологич., 1993, N 3, с. 13-32; Природа, 1995, N 3, с. 120-121). Найдены и другие (меньшие) кратеры того времени. Встает вопрос, что астероидами объясняется, а что нет.

Во-первых, почему в то время не вымерли *крокодилы*? Они входят в тот же подкласс *архозавров*, что и динозавры, но иные его отряды вымерли, а отряд крокодилов жив поныне. Во-вторых, почему все морские рептилии (и морские крокодилы) тогда вымерли? В-третьих, почему вымирание динозавров началось до бомбардировки? Ведь сокращение их разнообразия отмечено на протяжении всего маастрихта, а он длился 5 млн лет. В-четвертых, почему некоторые динозавры вымерли заметно позже (даний)?

Словом, вместо вопроса “Почему на М/Д-грани вымерли динозавры?”, разумен вопрос: “Почему в окрестности этой грани вымерли очень многие животные моря и суши, в том числе почти все архозавры?”. Ответ следует искать в общей форме, а не в форме пакета

ответов на предыдущие частные вопросы; т.е. надо объяснить саму катастрофу (факт *синхронного вымирания наземных и морских фаун*), а не судьбу каждого таксона.

Ранее (БПС, 2000, N 46, с. 7) я уже писал, что различие взглядов на М/Д-проблему вызвано мировоззренческой причиной: разные авторы исходят из разных познавательных моделей. Сейчас добавлю другую компоненту, тоже мировоззренческую: многие привыкли искать всему единственную причину, и она всегда видится им в рамках их деятельности. Например, Еськов, ссылаясь на "бритву Оккама", предлагает решать проблему вымираний так: "из нескольких конкурирующих гипотез выбирается наиболее простая", а все факты и соображения, в нее не вошедшие, аттестуются как "избыточные сущности", которые "можно привлекать лишь после того как исчерпаны все иные... варианты объяснения" [*Еськов*, с. 238-239]. Опять введена презумпция. Поскольку "все варианты" практически неисчерпаемы, то фактически предлагается принимать сколь угодно сложное, длинное (и, добавлю, натянутое) толкование в качестве "простого", лишь бы не менять презумпцию (приятную душе догму). В отношении М/Д-вымирания это не дало ничего: его Еськов объяснить так и не смог. Это естественно, ибо он искал чисто биологическую гипотезу, не учитывал астероидов, а они были *на самом деле*. Здесь введение новой сущности (астероидов) как раз и дает, как увидим ниже, простую теорию.

Презумпция не только закрывает путь к познанию, но и побуждает к отрицанию фактов.

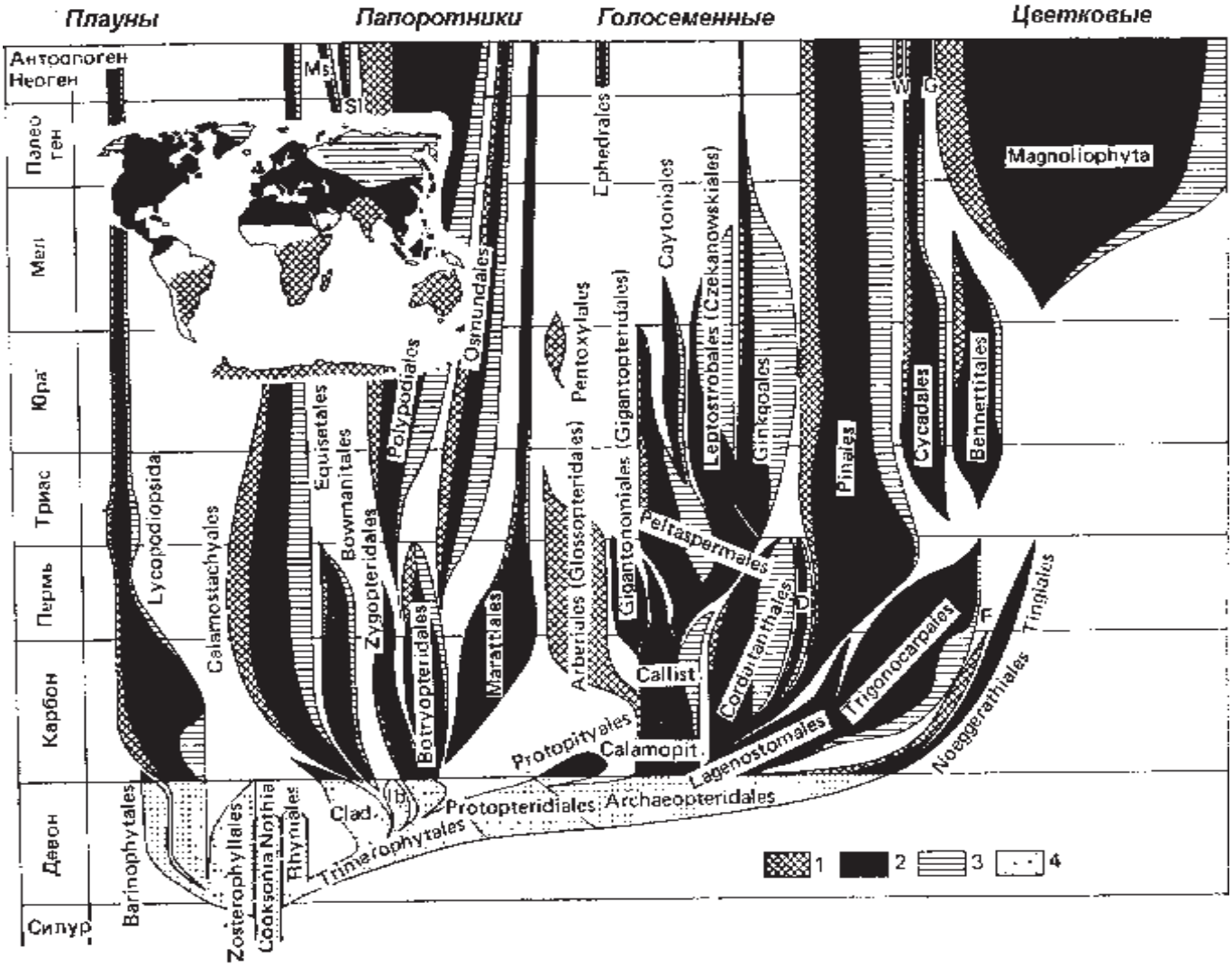


Рис. 61. Глобальный флорогенез по Мейену. 1 — южные (гондванские) внетропические области; 2 — тропические; 3 — северные внетропические; 4 — флористические области не обнаружены. Видно, что почти все ветви исходят из тропической зоны. На врезке — карта климатических поясов позднего палеозоя, как они видны при нынешнем расположении материков

Вот один яркий пример. Историк науки Э.И. Колчинский в своем фундаментальном исследовании катастрофизма (мы касались его в гл. 4) вполне объективен, пока не затрагиваются презумпции. Но СТЭ, которой он верен, отрицает (разумеется, лишь в порядке презумпции) роль космоса в вымираниях, и автор, описав "астероидную гипотезу" вымирания динозавров, заключил (на с. 418): "Велись и интенсивные поиски кратера, который должен был образоваться при столкновении Земли с космическим телом крупного размера и иметь диаметр около 150 км. Отсутствие его объясняют или падением метеорита в океан, или же его погребением под ледяным щитом Антарктиды". Вряд ли автор может не знать, что кратеры давно найдены и многократно описаны.

Другой вопрос: был ли астероид единственной причиной? Нет, не был (см. далее). Мне ближе всего взгляд двух палеоклиматологов: "Разномасштабные удары, способные глобально нарушить среду, могли сами по себе возвещать новую геологическую эпоху. Хотя точный механизм вымирания динозавров и других родов на мел-третичной границе остается неясным, сам геологический переход можно допустить как запущенный (triggered) Чикскулубом" (*Cockell C.S., Lee P.* The biology of impact craters // BR, 2002, N 3, p. 302).

Мое мнение: понять М/Д-вымирание вне связи с другими невозможно. Проблема синхронных вымираний – типично диатропическая проблема, понимание которой следует начинать с выстраивания ряда вымираний, чтобы затем сопоставить его с другими рядами эволюционных событий.

9-7. К диатропике вымираний

Известно более 20 массовых вымираний (первое: поздний рифей, 850 млн лет

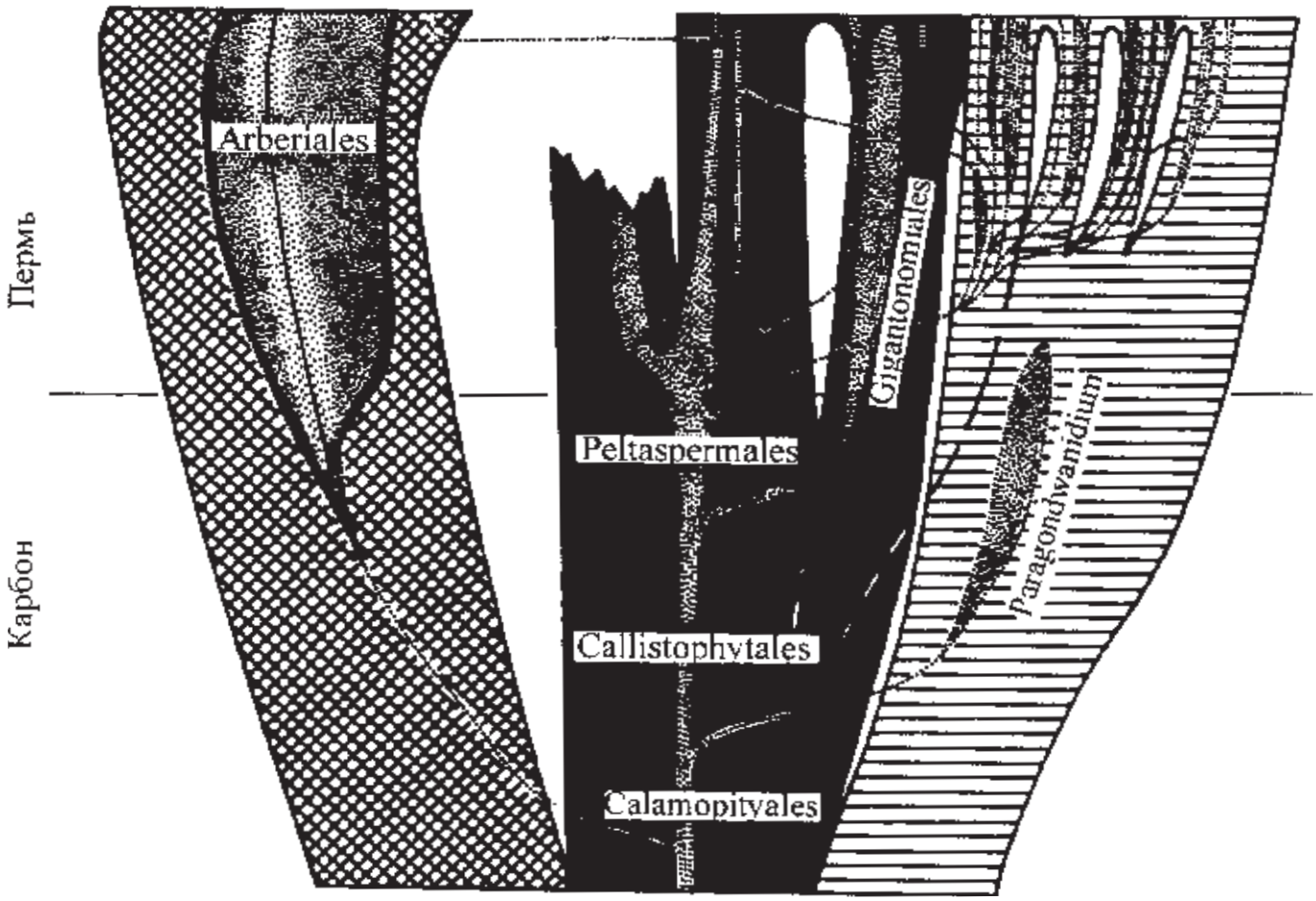


Рис. 62. Флородрево класса гингкоопсид отдела голосеменных (по: Мейен, 1986)

назад, последнее идет ныне), но общего в них немного. Алексеев (2000 г.) насчитал в фанерозое всего 4 великих вымирания: ордовик-силур, пермо-триас, триас-юра и М/Д (см. рис.: [*Алексеев и др.*, с. 101]).

Принято либо искать каждому вымиранию свою причину, либо всем вымираниям называть одну общую причину. Но еще Мейен, не занимаясь ими специально, всё же предложил иной путь: искать общие закономерности вымираний, т.е., в наших терминах, начать с построения рядов. Он упомянул три вымирания, обозначившие границы эр (венд/кембрий, пермь/триас и М/Д) и отверг привычную тогда ссылку на космические и геохимические причины (в чем, *как позже стало ясно, ошибся*). Вместо этого он напомнил, что вымирание вендских растений и животных заключалось в замене бесскелетных организмов на скелетные (в том числе известковые водоросли) и записал: "Явно неродственные организмы приобрели независимо друг от друга некий сходный признак. Но подобные явления известны не только на нижней границе кембрия". Мейен провел аналогию с другим параллелизмом (когда у разных организмов одной географической области появляется сходная окраска), что объяснялось тогда (см. п. 6-9) горизонтальным переносом (*Мейен С.В.* Жизнь в "безжизненную эру" // Природа, 1973, N 4, с. 117). Как видим, вымирание *вставлено в ряд* из событий иного типа.

Мы уже видели в п. 8-14, что космический фактор не только может, но и фактически запускает земные экологические процессы, однако не он определяет конкретное их течение. Пример удачного, на мой взгляд, диатропического подхода дан в АЕ: если процесс эволюции представить в форме роста гигантского фрактала, среди точек ветвления которого изредка возникают катастрофические (аналог им авторы видят в фазовых переходах физики, например в переходе льда в воду, и в экономических кризисах), то Чикскулуб будет играть ту же роль в М/Д-вымирании, какую в фазовом переходе играет центр конденсации (АЕ, 161-163; 296-299).

Мне остается добавить, что некоторые склонны видеть в центрах конденсации *повод* фазовых переходов, а не их *причину* [*Еськов*, с. 253]. Это делать можно, но вряд ли интересно, так как именно наличие таких центров определяет реальную динамику любых фазовых переходов.

В июне 2002 года в Коллеж дэ Франс прошел семинар "Непрерывность и катастрофы в истории Земли и жизни", в основном посвященный М/Д-проблеме. Стороны привели старые аргументы и несколько новых. Хотя сторонам не удалось достичь согласия, но никто не отрицал факта влияния Чикскулуба на М/Д-вымирание (*Jaquiй M.* L'Йvйnйment fini-crйtacй // LEG, 6). По-моему, здесь важны не столько новые аргументы, сколько общее изменение обстановки в конструктивную сторону. Давайте и мы поступим так же.

Если выстроить грубый хронологический ряд вымираний, то бросается в глаза их периодичность (рис. 66а), а если так, то у них должна быть общая причина. Ее в настоящее время чаще всего видят в том, что Солнечная система каждые 26-30 млн лет проходит через облако космических тел, где подвергается массовой бомбардировке. Космологические объяснения самого данного явления рассматривать не будем, но надо отметить, что на него влияет много причин, а потому *ожидать строгой его периодичности не приходится*. Некоторые максимумы сдвинуты на несколько миллионов лет, а некоторых максимумов вообще в ожидаемых интервалах нет. К тому же вымирания бывают крупные и мелкие, резкие и растянутые. Следовательно, у вымираний должно быть несколько причин.

Прежде всего, иридиевая аномалия наблюдается во время многих вымираний (в том числе венд-кембрийского и пермо-триасового), но не по всей Земле. Так, на хорошо изучен-

ной границе пермь-триас найдено лишь одно (во Франции) место с хорошо выраженной аномалией. Это наводит на мысль, что космическая причина не служила для этой катастрофы основной причиной, она в данном случае была лишь спусковым механизмом.

Мы не раз обращались к "гипотезе Геи", автор которой Лавлок настаивает на невероятности случайного совпадения тех параметров биосферы, без которых невозможна животная жизнь, и потому считает биосферу живым организмом. С этой позиции биосферные катастрофы – периоды, когда Гея больна. Причина болезни может быть или не быть внешней, космической, но выход из нее (а он всегда наступал) зависит от самой Геи и ясно говорит о ее способности к самоорганизации.

В некоторых слоях иридиевая аномалия наблюдается, а никаких признаков массового вымирания нет. Это вполне согласуется с рис. 66а, где некоторые вымирания как бы пропущены. Но что же приводит биосферу к неустойчивости? В М/Д-случае ее мог вызвать сам "космический ливень" (кроме двух упомянутых гигантских ударов вероятно были в то время и другие, в дно океанов). В иных случаях космические следы не столь велики, а катастрофы столь же (или еще более) грандиозны, так что причины следует искать геологические и биологические.

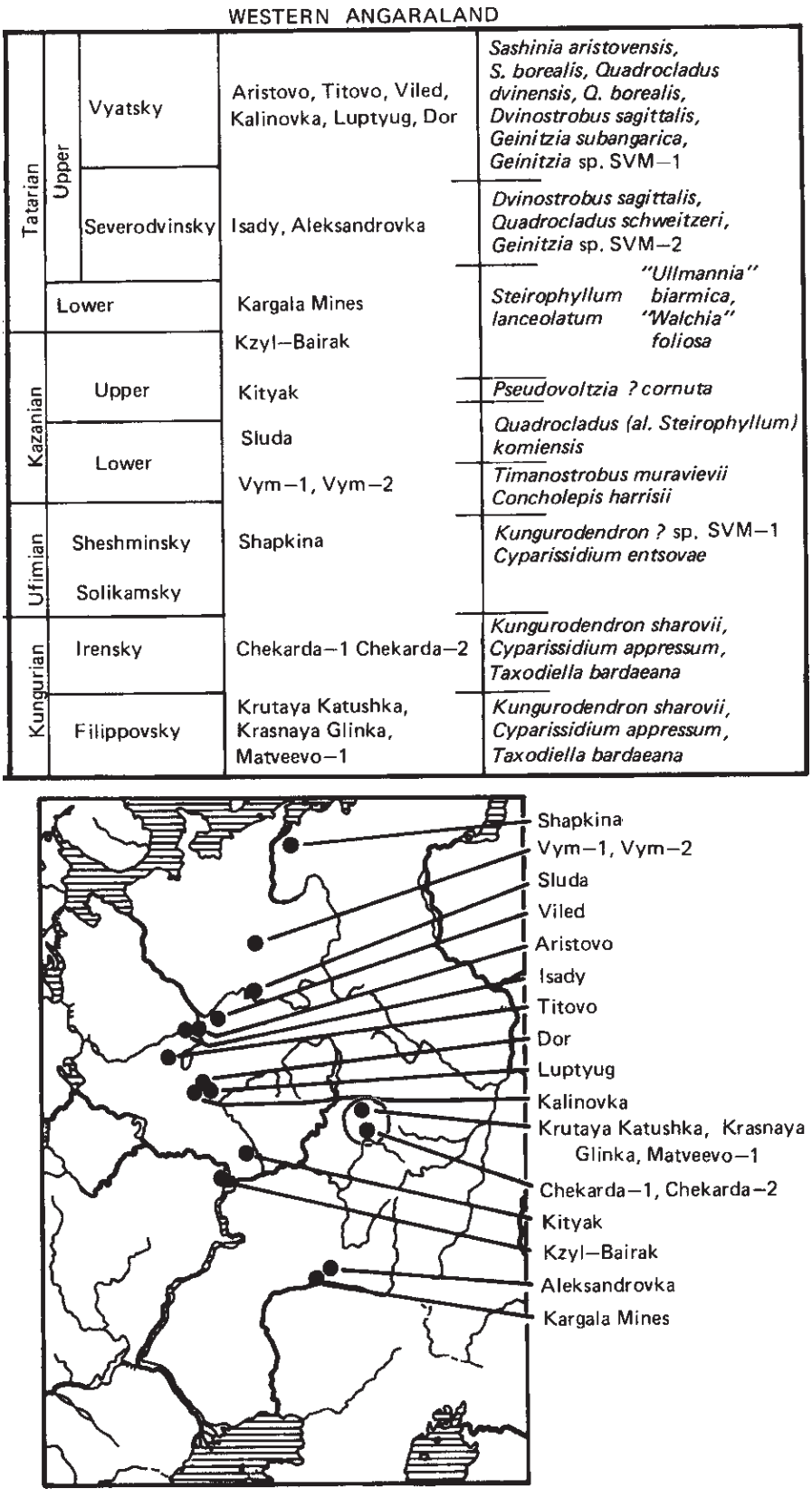


Рис. 63. Распространение и эволюция ранних хвойных в Печорской области перми (по: Meyen, 1997)

В этом отношении наиболее важно крупнейшее в истории жизни вымирание – *пермо-триасовое*. Если М/Д-вымирание носило чисто таксономический характер (одни таксоны вымерли, другие их заместили), то пермо-триасовое было в большой мере экологическим

(например, вымершие кораллы были замещены (совсем иными кораллами) лишь через 10 млн лет [*Алексеев и др.*, с. 104]). Это наводит на мысль, что причина его была очень своеобразна. Оно отличается и тем, что морские организмы пострадали намного сильнее наземных, чего ни космическая, ни биологическая модели объяснить на могут ни порознь, ни вместе. (Но есть попытки. Например, якобы вдруг прекратился размыв почв суши, оставивший морскую фауну без пищи, и столь же быстро возобновился [*Еськов,* с. 252].)

Зато все **теории расширяющейся Земли**[36] утверждают, что в прошлом были моменты (среди них и пермо-триас), когда земная кора лопалась (в силу химического и теплового расширения ядра и мантии) сразу во многих местах. Спровоцировать синхронное растрескивание *напряженной* коры мог даже некрупный астероид. Естественно, в основном трескалась тонкая океаническая кора, и океанские воды отравлялись извержениями. Погибло 9/10 родов морских животных и, в частности, все кораллы.

Кое-где тогда лопнула и кора континентов, например, в Сибири, что вызвало крупное вымирание многих групп наземных животных, например, насекомых (*Щербаков Д.Е.* // МС, 176-177). По Мейену, пермо-триасовому вымиранию предшествовал *распад экосистем*, приведший к падению прежних барьеров между флорами. Но указать причину этого он не брался: "Трудно сказать, привело ли исчезновение преград между областями к ломке прежних флор из-за многочисленных пришельцев, или общее изменение... обстановки привело как к ломке преград, так и к изменению флор" [*Мейен*, 1981, с. 126]. Так или иначе, астероид тут не мог быть главной причиной.

В диатропический анализ вымираний следует еще включить длительные похолодания, именуемые *ледниковыми периодами*. Они тоже были причиной вымираний, пусть и не глобальных, и вероятно тоже связаны с космическими причинами. Первая – это изменение наклона земной оси, из-за которого сезонность климата исчезает каждые 40 тыс. лет [*Хаин*, с. 170], чем можно объяснить короткие периодичности (но не лес на пермском Полюсе). Вторая – астероиды. "В большинстве случаев области распространения морен, связанных с покровным оледенением, совмещены с площадями широкого проявления кольцевых структур" (рис. 67), а они могут быть ударными кратерами (*Нечаева И.А.* // Советская геология, 1991, N 1, с. 70).

Оледенения для нашей темы важны тем, что именно в их время возник человек (см. п. 15), и если бы ливень астероидов вызвал тогда глобальное вымирание (как на М/Д), нас бы не было. Почему же одни ливни вызывали вымирания без оледенений, а другие – оледенения без вымираний?

Вопрос видимо выяснен: М/Д-кратеры огромны, а кратеры плейстоцена гораздо мельче и глобальной катастрофы вызвать не смогли; зато климат планеты был тогда много холоднее по *географической* причине: в кайнозое выросли возвышенности в Азии и Северной Америке, изменившие атмосферную циркуляцию и тепловой режим Северного полушария (*Раддимен У.Ф., Куцбах Дж.Е*. Воздымание плато и изменение климата // ВМН, 1991, N 5). Ливень астероидов вызывает пыль в атмосфере и похолодание, а после прояснения неба уже лежит снежный покров, который в холодном климате поддерживает сам себя, поскольку отражает в космос много тепла. Наоборот, на М/Д-границе для оледенения не было географических условий, что ясно из высокого уровня океана в тот момент истории Земли. И, когда вновь засияло Солнце, снег стаял.

Подводя итог, можно сказать, что единой причины для всех катастроф нет, да и быть не должно. Общим является то, что ***вымирание таксонов идет непрерывно, но с***

избытком возмещается появлением новых таксонов всегда, кроме коротких периодов катастроф. Им биосфера подвергалась и будет подвергаться впредь. Каждая катастрофа имеет свой особый облик, что не должно мешать нам выстраивать их в ряды и искать общие черты. Это возможно потому, что тут, как и в любой эволюции, огромное разнообразие складывается из комбинации сравнительно небольшого числа компонент (*блочность*). Понимание этого важно и для создания верной картины прошлой эволюции, и для выработки способа существования в биосфере, на наших глазах входящей в новую катастрофу.

*** Статистика вымираний и фракталы**

Сплошной массовый анализ данных о вымирании вели в последние 20 лет американские палеонтологи Дэвид Рауп и Джек Сепкоски (рис. 66а), а затем и другие. Как уже сказано, рис. 66а демонстрирует довольно ясную периодичность. Этот факт позволил авторам счесть космос причиной *всех* массовых вымираний. Однако затем Сепкоски, охватив более широкий круг данных, получил более сложную кривую вымираний (рис. 66б).

Анализируя ее на периодичность, Гизигер (BR, 2001, N 2) пишет о ее масштабной инвариантности (отсутствии характерных частот). Проще говоря, принято, что *процесс вымирания образует частотный фрактал*. Это понятно, если вспомнить о фрактальном характере самого процесса вымирания: вымирание классов складывается из вымираний отрядов, их вымирание – из вымираний семейств и т.д., а значит надо ожидать самоподобия. Его наличие говорит о том, что все таксоны (а не только виды) являются реальностью, а отнюдь не выдуманы людьми.

Близкие результаты получены примерно тогда же во Франции (это уже известный нам палеонтолог Жан Шалин, геофизик Жак Дюбуа и др. – АЕ, 12). Приняв, что процесс вымирания таксонов носит фрактальный характер, следует признать и то, что статистика вымираний должна быть близка к гиперболической. Если счесть динамику вымираний точно гиперболической и иметь в виду фрактал-древо (точки ветвления целочисленны), то моменты его ветвлений и обрывов должны быть точками целочисленных абсцисс гиперболы; это использовано в книге АЕ для обоснования моментов появления и вымирания крупных таксонов. Если нужным образом подобрать параметры, то оказывается, что все известные вымирания подтаксонов в данном таксоне достаточно хорошо ложатся на гиперболу. Это неудивительно. Но если остается целое число, которому не соответствует никакого вымирания, то можно полагать, что в данный момент вымер еще какой-то подтаксон, т.е. как бы предсказать, что последняя находка какого-то подтаксона, известного лишь ранее данного момента, будет еще найдена. Так предсказано вымирание трех групп лошадиных в плиоцене Северной Америки (АЕ, 304, 329).

Гизигер привел два класса моделей, призванных описать масштабную инвариантность – *критические* и *некритические*. Критические модели исходят из допущения, что массовое вымирание есть аналог фазового перехода в биосфере, находящейся в критическом, т.е. неустойчивом состоянии (добавлю: происходит в силу "опрокида" по Жданову, см. п. 6-6). При этом Гизигер сослался на ряд работ по "самоорганизованной критичности" (одна из них переведена на русский язык: *Бак П., Чен К.* Самоорганизованная критичность // ВМН, 1991, N 3).

Но сама по себе данная частотная динамика не обязательно говорит о какой-то критичности, и построены также "некритические" модели массовых вы-

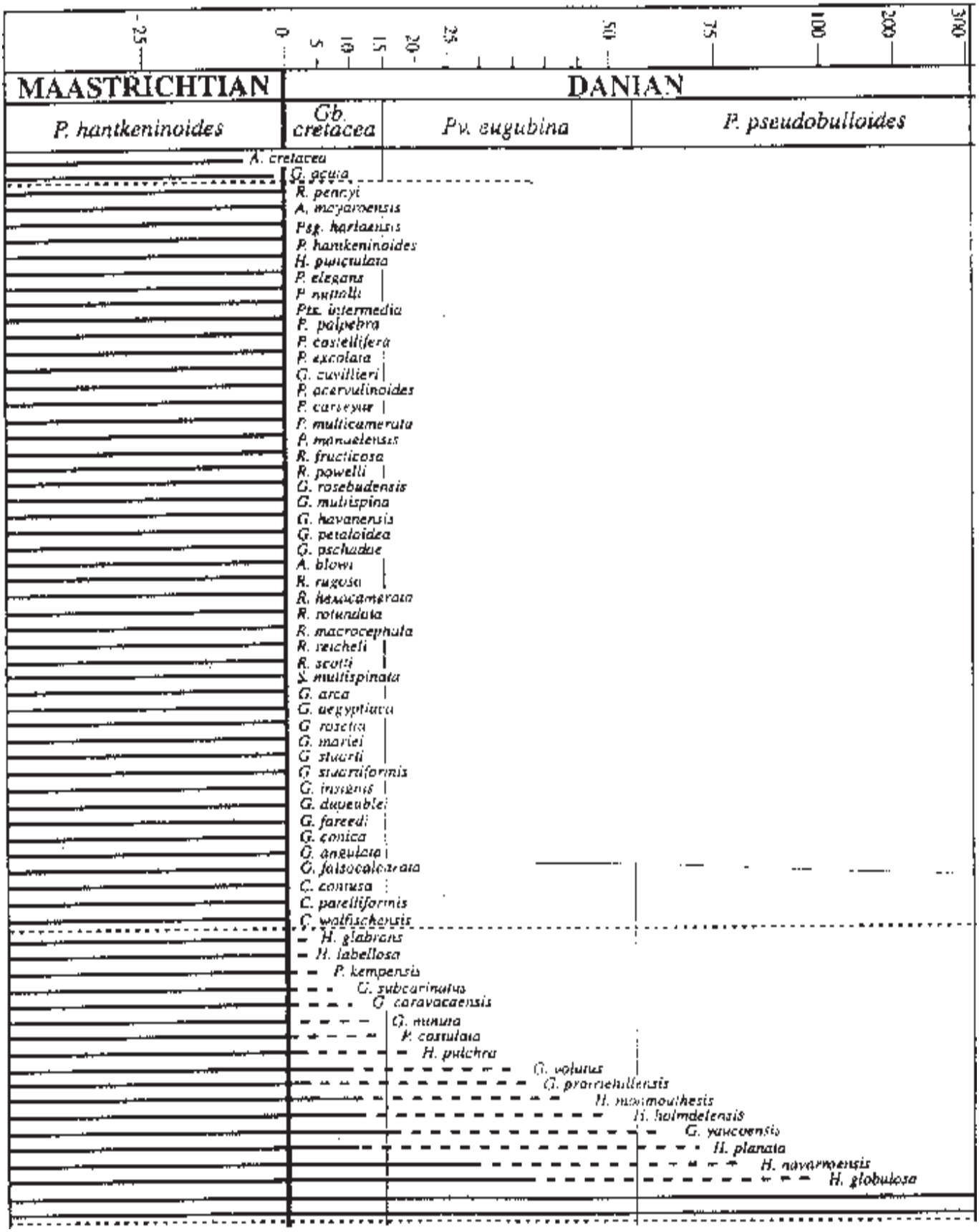


Рис. 64. М/Д-вымирание планктонных фораминифер (по: Arenillas I. e.a., 2002, упрощено). Как видим, 70% вымерших видов вымерло точно на М/Д-границе. Время указано в сотнях тысяч лет

мираний. Они описывают ситуацию не хуже, если ввести в них случайные внешние события, которые Гизигер именует как “стресс”, но которые могут означать и землетрясения, и вулканизм, и падение астероидов. Основной вывод из них: “Чем дольше время ожидания крупного стресса, тем больше должно быть последующее вымирание” (*Gisiger T.* // BR, 2001, N 2, p. 195).

То есть небольшое событие может запустить огромное вымирание. Данный тип моделей вполне описывает все те глобальные вымирания, для которых известен конкретный фактор "стресса", их запустивший. Такой способ описания выглядит более удачным, чем принятые ныне чисто биологические "модели" вымираний, в которых внешний фактор неизменно упоминается (например: "Абиотические события скорее провоцируют развитие кризисов, подготовленных состоянием сообществ, чем являются их причиной" – *Жерихин В.В., Раутиан А.С.* Кризисы в биологической эволюции // Анатомия кризисов. М., 2000, с. 40), но никак далее не учитывается.

Что касается действующих причин вымираний, то чисто биологические рассуждения (не вполне основательно именуемые моделями) относят к ним крушение пищевых пирамид, сужение экониш за счет специализации и, как обычно, конкуренцию. (Каждая из таких причин вполне могла иметь место, но ее наличие надо доказывать, а этого никогда не делается.) Обсуждая одну из таких моделей ("гипотезу эволюционного дисбаланса сообществ", которую в 1978 г. предложил палеонтолог В.В. Жерихин, и которая имеет последователей), Алексеев справедливо заметил (докт. дисс., Геол. фак-т МГУ, 1998), что она "приложима к одному-единственному сообществу, но остается непонятно, как данный механизм может привести к практически одновременному разрушению многих различных сообществ" по всей Земле. Иными словами, синхронность вымираний (то главное, что надо объяснить), не вытекает из модели, а подразумевается.

9-8. Эволюция и сдвиг материков

Выше говорилось, что материки прошлого находились не там, где ныне, что океаническая кора постоянно задвигается под кору материков и т.п. Без подобных допущений строить теорию эволюции ныне не удается. Еще в 1620 году Бэкон заметил удивительное сходство атлантических побережий Африки и Южной Америки и счел его неслучайным. Затем долгое время его считали случайным, но в XX веке выяснилось, что стоит мысленно вложить на карте Бразильский выступ в Гвинейский залив, как кристаллический архейский фундамент обоих материков сольется в единый массив. Более того, посреди Атлантического океана в XX веке прослежен срединно-океанический хребет – так и видишь, как при его поднятии расползались материки.

Взглянем снова на карту Мейена (рис. 61): почему тропическая зона заняла всю Северную Америку и пол-Гренландии, но не попала в Южную Африку и Южную Америку? Оказывается, подо льдами Гренландии лежат древние тропические флоры и фауны, тогда как в Африке их находят только близ Средиземного моря. Именно в Гренландии, обнаружив невесть как попавшие сюда диковинные ископаемые, немецкий геофизик Альфред Вегенер в 1912 году понял, что материки двигались.

Вернувшись, он прочел всё, что до него писали на эту тему, и собрал множество данных о совпадении геологических толщ, древних климатов, флор и фаун разных материков. (Приведу пример: среди юрских и меловых крокодилов есть виды одного рода, жившие по разные стороны нынешней Атлантики. Наоборот, опоссумы, возникшие в позднем мелу, в Африке отсутствовали всегда.) Естественно было допустить, что на месте Атлантики прежде было лишь внутреннее море вроде Каспия (рис. 68), раскрывшееся и ставшее океаном в меловом периоде. Так в науке родился **мобилизм**.

По Вегенеру, более легкие гранитные материки плавают в более плотной базальтовой мантии, словно айсберги в океане, и расползаются под действием центробежной силы вращения Земли. Объяснение не выдерживало критики, и автора, как водится, не

слушали, отвергнув вместе с его наивным механизмом и очевидные факты. В 1930 году Вегенер погиб в Гренландии (его последний экспедиционный отчет издан уже при фашистах), и в 1940-х годах о сдвиге материков почти все забыли. Редким исключением был прекрасный учебник: *Криштофович А.Н.* Палеоботаника. М., 1957.

Рис. 65. Кратеры — следы падения "астероидов-убийц" в конце мела: а — юкатанский; б — карский. Сплошная окружность — реконструкция внешнего борта кратера; точечная окружность — центральная впадина большого Карского кратера; штрих-пунктирная окружность — реконструкция малого Карского кратера того же возраста; треугольники — обнажения зювитов (зювит — стекловидная порода с вкраплениями нерасплавившихся обломков), свидетельствующие о космическом (ударном) происхождении кратера

Однако в 1960-е годы мобилизму был предложен механизм: земная кора бывает двух родов – толстые *литосферные плиты*, несущие на себе материки, и тонкая океаническая кора; мантия Земли за счет внутреннего жара медленно ворочается, словно закипающая густая каша, и потому плиты медленно и хаотично смещаются по ее верху. Океаническая кора рождается в разломах дна (срединно-океанических хребтах) и растекается; происходит **спрединг** (англ. spreading – растекание), онто и движет плиты. Избыточная океаническая кора задвигается под плиты в районах побережий и островных дуг – происходит *субдукция*.

Поначалу плит было названо всего лишь шесть, всё выглядело очень красиво. Однако вскоре пришлось вводить добавочные плиты – например, для субконтинента Индостан (он прежде располагался между Африкой, Австралией и Антарктидой, а затем мигрировал в сторону Азии и в момент М/Д-кризиса еще был южнее нынешнего экватора, где и треснул, излившись лавой; позже его столкновение с плитой Евразии породило высочайшие в мире горы – Гималаи). Это вполне изящно, но затем число плит пришлось увеличить до сотни, и красота мобилизма стала теряться: стройная система плит обратилась в мозаику мелких и порой сомнительных блоков.

Первый серьезный удар по мобилизму нанесла та же Африка, что его породила: вокруг нее не оказалось ни одной зоны субдукции, а она с трех сторон окружена зонами спрединга и в целом 30 млн лет неподвижна. Говорят, что Африка подымается, но как

быть с Антарктидой, которая окружена сплошным кольцом зон спрединга, а подо льдом являет почти сплошную низменность, во многом ниже уровня океана? Конечно, подняться ей некуда (давит ледяная шапка), это понятно, но куда девается вещество?

Отсутствие ясности в механизме движений коры породило конкурентные взгляды: одна школа заявляла, что Земля расширяется и этим объясняются расползание материков и пермо-триасовое вымирание (п. 7), другая – что Земля сжимается и этим объясняются столкновение материков и появление складчатых гор, третья – что Земля пульсирует; единой теории Земли, столь нужной для теории биоэволюции, до сих пор нет (см. хороший обзор: *Суворов А.И*. История мобилизма в геотектонике. М., 1994).

Очевидно лишь, что Земля устроена невообразимо сложно. Укажу на книгу: *Дмитриевский А.Н. и др.* Энергоструктура Земли и геодинамика. М, 1993, где Земля рассматривается как гигантская ДС (с тем же правом здесь можно было бы говорить о солитоне). Сверхвысокое давление порождает совсем новую физику и химию. В этих условиях идет очень сложное саморазвитие (вспомним идею Геи). Рождению единой теории гео- и биоэволюции препятствует тот факт, что оппоненты мало читают друг друга. Доводы против друг друга и подбор аргументов в свою пользу они воспринимают как доказательство своих теорий. Такова, увы, специфика всех форм эволюционизма.

На сегодня можно лишь сказать, что земная кора участвует во многих одновременных процессах, меняющих облик Земли и жизни на ней.

9-9. Реальное доказательство факта эволюции

Как бы то ни было, материки в прошлом наверняка двигались, хотя не всегда ясно, как шло движение конкретно. Организмы эволюировали на материках сперва общих, затем – раздельных, потом опять сближавшихся. Как хорошо видно на тех же архозаврах, контакт территорий часто оказывался важней приспособления: пока он был, на них возникали общие семейства и даже общие роды (иногда на очень разных широтах, а значит в различных природных условиях), но стоило ему порваться, как никаких общих таксонов уже не возникало; прежние общие таксоны, разумеется, продолжали существовать. Поскольку этот факт был установлен задолго до обнаружения сдвига материков и потому не мог быть под него подогнан, можно видеть тут непреднамеренное *реальное доказательство самого факта эволюции.* Коснемся этого вопроса чуть подробнее.

Еще Дарвин видел в различии видов вьюрков на соседних островах довод в пользу эволюции, но теперь его пример выглядит слабым: наличное разнообразие не есть эволюция и, в частности, верующему говорит только о щедрости Бога. Важнее ископаемые следы эволюции, показывающие, как организмы изменялись со временем; но примеры, приводимые в учебниках, тоже легко трактуются как примеры непрерывного творения: ничто не мешает признать, что Бог сперва сотворил рыб, затем амфибий и т.д. и что он пользовался при этом некоторыми общими правилами, которые мы воспринимаем как единый их план строения.

Разумеется, Бог мог сотворить всё, если мыслить его всемогущим, однако мы не прибегаем к идее Бога, когда наблюдаем падение камня, варим кашу или забиваем гвоздь – тут мы пользуемся известными и понятными нам свойствами вещей. Вся наука состоит в раскрытии таких свойств, независимо от того, во что верят ученые, и понять эволюцию – значит свести ее к таким свойствам. Мы очень далеки от решения этой задачи и чтобы подойти к решению, должны сперва убедиться, что сам феномен эволюции суще-

ствует, т.е. что есть естественный процесс, в ходе которого от организмов одних видов происходят организмы других видов. Эту малую задачу в наше время можно решить – в том смысле, что можно увидеть, как вместо одного вида появляется другой и при этом идет расселение, причем с нарушением контакта между территориями процесс прекращается. Именно это видно в малом на пермских хвойных, а в большом – на меловых позвоночных, живших вокруг Атлантики.

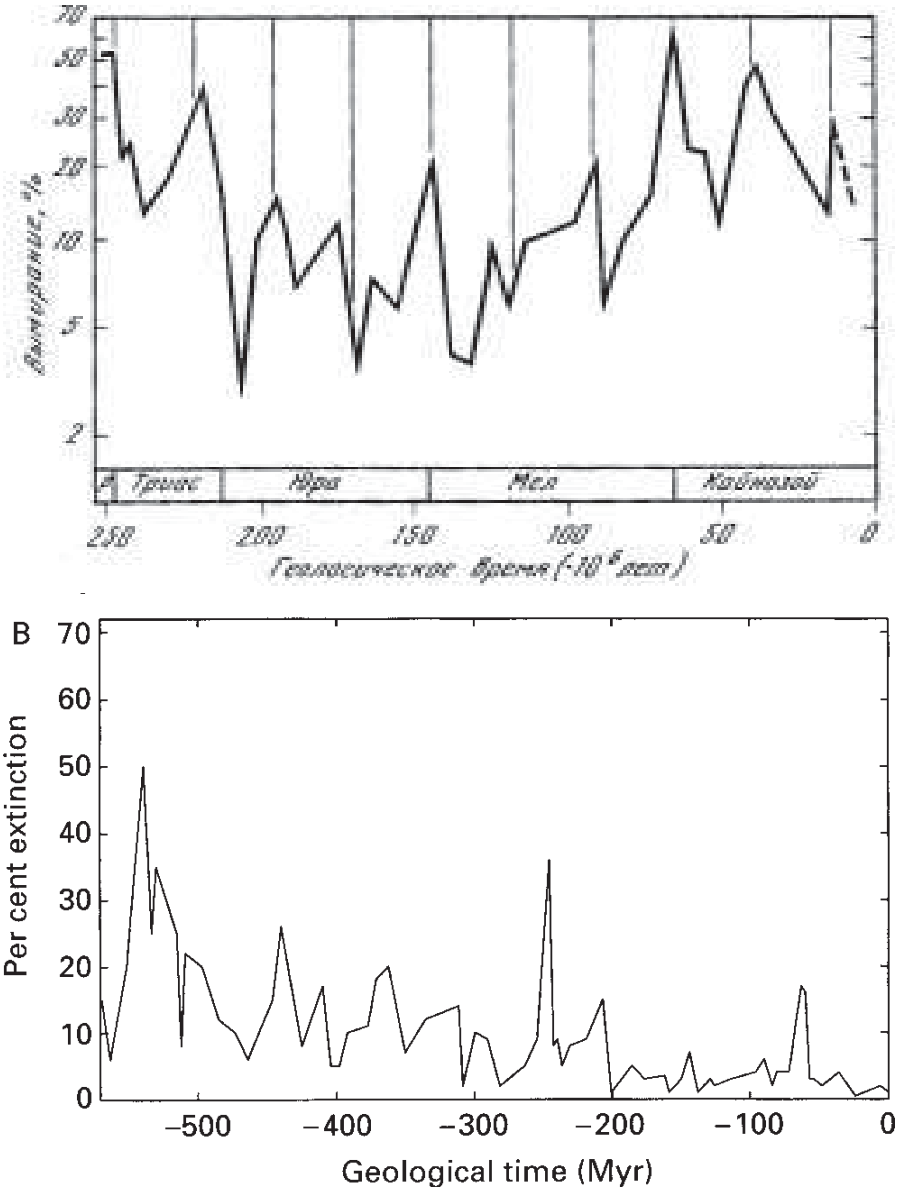


Рис. 66. а) периодичность вымираний семейств морских животных в мезозое и кайнозое (по: Raup, Sepkoski, 1984);

б) при более детальном подсчете такая же кривая (но за весь фанерозой) из почти периодической обращается в почти фрактальную (Gisiger, 2001 по: Sepkoski, 1993)

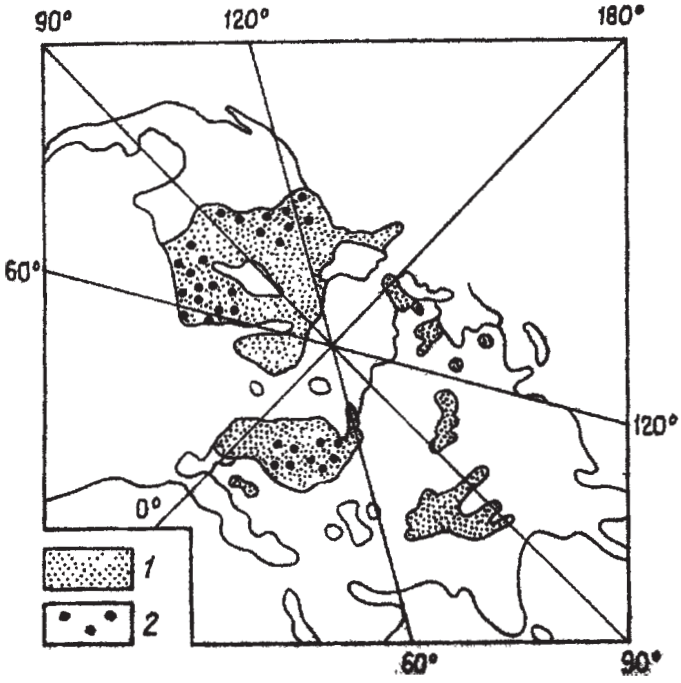
Однако это отдельные примеры, а надо показать, что такая ситуация типична, что наши примеры не извлечены из множества противоположных. Такую работу, насколько мне известно, первым проделал Мейен для наземных флор (п. 4): у него таксоны не просто сменяют друг друга, и притом массово, а еще и расселяются на север и на юг. Тем самым, именно он впервые получил настоящее общее фактическое свидетельство эволюции.

Конечно, верующий и это может назвать непрерывным творением, но ему придется признать, что Творец не просто непрерывно творил, но и *имитировал эволюцию* – в каждую эпоху соблюдал рамки существовавшей тогда конкретной биогеографии. А такого "творца" проще, естественнее и, главное, полезнее понимать как совокупность естественных законов – законов эволюции. Разумеется, этим не решить вопрос о наличии или отсутствии Творца (без кавычек), установившего сами законы, но данный вопрос в рамках науки вообще не решается – как всякий вопрос веры.

9-10. Эти живучие крокодилы

Итак, материки двигались, динозавры на них вымирали, а крокодилы выживали. Многие эволюционисты (например, Соболев и Шиндевольф) полагали, что всякий таксон, как и индивид, достигает старости и вымирает. Нельзя ли сказать, что крокодилы были в момент М/Д молоды и потому выжили? Не будем говорить обо всем отряде Crocodylia, но посмотрим на четыре его самые молодые семейства, известные с позднего

мела – пережили катастрофу лишь они. Особо интересно семейство настоящих крокодилов (Crocodylidae), поскольку в нем нашелся даже один род, *Leidyosuchus*, который без изменения перешел М/Д-границу (у остальных трех семейств родовой состав в ходе катастрофы сменился полностью) и поскольку к этому семейству принадлежат все нынешние крокодилы. Подробно я писал об этом ранее (БПС, 2000, N 46) и здесь отмечу немногое.



67. Совпадение кольцевых структур (ударных кратеров?) с основной зоной плейстоценовых оледенений.

Взгляните на рис. 69. Кажется, что на нем изображен нынешний крокодил вроде индийского гавиала (узкая морда), однако на самом деле это реконструкция пермской амфибии по имени *платиопс*. Крокодилов отличает ото всех похожих на них амфибий и рептилий наличие *вторичного нёба* (рис. 70): у них воздух идет в глотку, минуя ротовую полость, что позволяет одновременно хватать плавающую пищу и дышать воздухом. Вторичное нёбо – основное свойство, обединяющее настоящих крокодилов, и принято считать его признаком их родства. Но если это приспособление, то оно вполне могло развиться у разных крокодилов независимо; в таком случае роднит их общая тенденция, "крокодилий" облик. Т.е. можно допустить, что все они сами "изобретали" удобную носоглотку, а как раз форму тела и тенденцию его удлинения унаследовали от общего предка, которого естественно считать амфибией.

Крокодилы остались в воде (или вскоре вернулись в воду), а наибольшую сложность проявляют таксоны, в основном или нацело состоящие из наземных форм (в этом состоит террипетная тенденция – см. пп. 2-10, 8-11). Крокодилы считаются примитивным отрядом в подклассе архозавров, поскольку не проявили тех поразительных качеств, которыми знамениты динозавры. Но палеонтологи видят формы, а о функциях судят по аналогии. Насколько крокодилы маастрихта функционально превосходили тогдашних динозавров, можно только гадать, а нынешние крокодилы действительно высоко организованы: например, единственные из рептилий обладают четырехкамерным сердцем. Принцип компенсации позволяет допустить, что древние крокодилы имели более развитую физиологию, чем динозавры (имевшие более сложные формы), отчего и пережили катастрофу.

Приспособиться можно было и иначе, внешним образом: известны две группы рептилий – *плезиозавры* и *плакодонты*, независимо реализововшие в ту же эпоху совсем иную форму водного животного, похожую на черепашью (рис. 71). Медлительные плезиозавры делили эконишу с крокодилами, а некоторые из плезиозавров (*плиозавры*) охотились в открытом море и плавали быстро, деля нишу с *ихтиозаврами*. Плезиозавры, в отличие от крокодилов, явно пришли с суши и видимо имели общих

[36] Первым такую теорию развил австралийский геолог Уоррен Кэри (1950-е гг.) в довольно фантастической форме, а физические и химические механизмы расширения предложены позже [*Хаин*]. Прогревом земной коры перед растрескиванием объясняется наличие ископаемых остатков леса на пермском Полюсе (он находился близ нынешней Чукотки), не объясненное иными гипотезами, в том числе и идеей переменного наклона земной оси.

предков с птицеобразными рептилиями).

Кстати, возврат в воду нельзя целиком свести к приспособлению ко вновь возникшей среде. Самый простой и ясный пример являют ихтиозавры с их восьмипалыми конечностями (где восьмой палец представлен одной косточкой – LEG, 33). Возврат их в воду произошел в триасе, когда все рептилии имели пятипалые конечности. Никакой пользы от усложнения органа (при упрощении его работы) не было. Очевидно, что в этом ихтиозавры просто *повторили элемент прежнего рефрена* – они воспроизвели общий план ласта девонских кистеперых рыб, тоже бесполезного. С позиции нового номогенеза крокодилов и плезиозавров объединяет общая тенденция к удлинению позвоночника, а она свойственна многим рыбам, амфибиям и рептилиям (п. 6-8). К ней и приспособились, кто как сумел: одни – усилением хвоста, другие – усилением конечностей-ласт.

Такой взгляд на происхождение крокодилов прямо *противоположен* принятой точке зрения, но согласуется с фактами не хуже. У крокодилов, как и у всех организмов, хорошо видны параллельные ряды. Кроме указанных выше, отмечу такой: среди фитозавров, мезозухий и настоящих крокодилов есть короткомордые, длинномордые и узкомордые (пасть, словно пинцет) формы, есть с ластами и с лапами. Видны вариации на основе общего плана строения. Об этом надо сказать подробнее.

9-11. Блочность и планы строения

Как неоднократно говорилось ранее, эволюция носит блочный характер: в ней постоянно используются комбинации ограниченного числа структурных и функциональных блоков. *План строения* – небольшой набор структурных блоков, задающий общий облик таксона; блоки связаны между собой, но нежестко. Кроме структурных, со времен К. Бэра принято включать в план строения и один функциональный блок – путь эмбрионального развития.

До Дарвина сравнительная анатомия была наукой о планах строения (см. гл. 2). Это еще полвека назад помнил морфолог и натурфилософ В.Н. Беклемишев. Для него “проблема плана строения – важнейший раздел сравнительной анатомии”, без него “выпадает организм как целое и вся его эволюция”, хотя “именно этому вопросу и были посвящены главные усилия эволюционной морфологии” [*Беклемишев*, с. 5-6]. Главным в плане строения он считал *симметрию*. Наоборот, новейшее пособие Дзержинского (см. п. 6-13) ведет изложение в виде перечисления органов и их свойств, и лишь во введении сказано, что прежние авторы изучали планы строения. Такая анатомия удобна для “доказательства” факта эволюции (на самом деле лишь иллюстрируются рефрены), но для открытия новых черт эволюции она бесполезна. Поэтому отрадно, что недавно переведен учебник [*Ромер, Парсонс*], вновь дающий целостное, симметрийное видение анатомии.

Например: “Главная черта строения тела позвоночных – двусторонняя симметрия... Такой же тип организации характерен для большинства групп беспозвоночных... Резко отличаются от всех этих животных кишечнополостные и иглокожие, обладающие радиальной симметрией... Степень активности животных коррелирует с типом симметрии... Позвоночные... ведут обычно активный образ жизни. Активность была, по-видимому, одним из ключевых свойств, определивших успех позвоночных... У всех животных с двусторонней симметрией тело разделено в продольном направлении на несколько отделов... Тело позвоночных также делится на четко выраженные отделы... У позвоночных имеется высокоспециализированная *голова*, или головной отдел; здесь находятся все основные органы чувств, нервные центры, образующие головной мозг, а также рот и связанные с ним структуры. У позвоночных, как и у всех двусторонне симметричных животных (даже у

червей), наблюдается сильная тенденция к *цефализации*, т.е. к концентрации определенных структур и функций на переднем конце тела" [*Ромер, Парсонс*, с. 9-10].

К сожалению, провести идею симметрии через конкретный материал непросто. Ромер и Парсонс сами признали, что их схему портит тип *иглокожих*, которые радиально симметричны, "хотя некоторые из них являются активными хищниками". В самом деле, морские звезды – хищники, и пятилучевая симметрия им очень мешает. Авторы пытались обойти трудность в рамках, обычных для дарвинизма: "иглокожих нельзя считать истинно радиально-симметричными; в начале своего онтогенеза они обладают двусторонней симметрией". (Добавлю, что есть более сильный аргумент: самые древние, кембрийские, иглокожие еще не обладали пятилучевой симметрией, она известна с ордовика.) Но с позиции естественного отбора морским звездам надо было попросту потерять такую симметрию или вымереть, а они не сделали ни того, ни другого.

Ответ ясен в рамках нового номогенеза: пятилучевая симметрия – *тенденция* всего типа, она плоха для хищничества, но одному классу иглокожих, видимо в силу его экологической прочности (п. 6-2*), удалось выжить и стать хищниками. Ромер и Парсонс сами указывали на тенденции, но хочу отметить: ни одна тенденция из отбора не выводится, это отдельный феномен. В частности, всякий план строения можно понимать как набор тенденций. Самым общим планом строения обладает *тип* (п. 2).

Типы группируют в *разделы*, но лишь по отдельным сходствам. Настоящие многоклеточные животные объединены в 3 раздела: губки, радиальные и двусторонне симметричные (билатеральные). Последний делится на 2 *подраздела*: первичноротые и вторичноротые (к ним относят типы полухордовых, иглокожих и хордовых). Можно допустить, что у них был общий вторичноротый предок (иглокожие – наши "колючие родственники" [*Ивахненко, Корабельников*]), но у иглокожих план строения радиальный, а у полухордовых и хордовых билатеральный. Мы отнюдь не родственники.

Эту трудность иногда обходят просто: включают иглокожих в раздел билатеральных, на том лишь основании, что у иглокожих ранняя личинка билатеральна. Можно поступить иначе: счесть, что вторичноротость они приобрели независимо, что радиальная симметрия – исконное свойство иглокожих. Ведь у них, как правило, радиальны не только поздняя личинка и взрослая форма, но и самая ранняя стадия развития – *дробление*. Однако включить их в общепризнанный раздел радиальных нельзя, поскольку радиальные двуслойны (образуются из двух зародышевых листков), а иглокожие трехслойны. Другие обходят эту трудность, ища общего предка хордовых и иглокожих среди полухордовых; но тут приходится либо принять, что билатеральность была утеряна и затем вновь обретена, в иной плоскости (*Jefferies R.P.S.* The ancestry of the vertebrates. London, 1986, ch. 2, 3), что, на мой взгдяд, лишает значения всю идею симметрии, либо искать предка хордовых с кольчатыми червями, но тогда приходится игнорировать их первичноротость. К этому надо добавить принципиальное, по Малахову, различие онтогенезов у хордовых и других вторичноротых (п. 5-17*), что также мешает считать их предками друг друга.

По-моему, лучше не искать предков, а прямо признать "комбинаторику признаков очень высокого ранга, возникавшую при обособлении планов строения иглокожих и хордовых" (*Рожнов С.В.* Особенности эволюции раннепалеозойских иглокожих // Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. Вып. 3. М., 1998, с. 75). Картина среди многих других типов (например, одноклеточных – см. гл. 10) примерно такова же, и тем самым ***блочность эволюции типов оказывается их основным свойством***. Она – час-

тный случай рефренной структуры разнообразия: блоки так же выстраиваются в ряды, как и все свойства, от белковых цепей до планов строения. Почему так, мы еще не знаем, но так устроен мир.

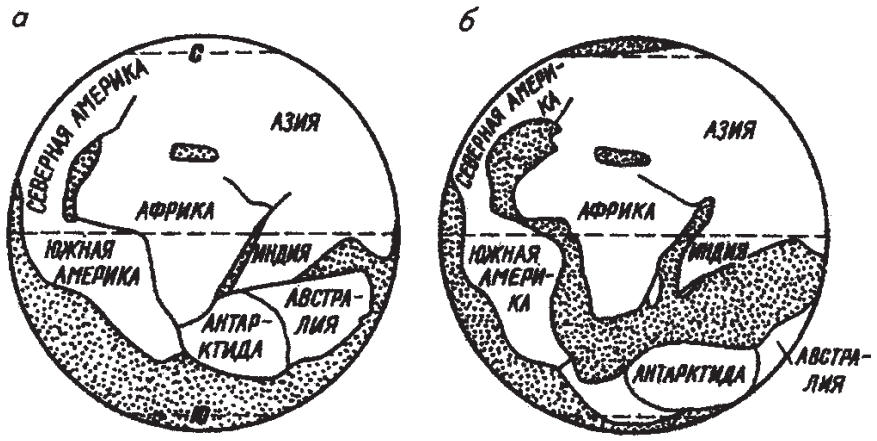


Рис. 68. Материки в позднем карбоне, по Вегенеру

9-12. Блочность и родство групп

Блок обычно состоит из блоков поменьше (позвоночник – из позвонков, путь развития – из дробления, бластуляции, гаструляции и прочего), и все связи между блоками нежестки (число и характер позвонков могут меняться, в ходе развития может меняться характер симметрии зародыша). Но если все сделано из общих блоков, то как же понимать родство? И тут некоторую ясность тоже внес Мейен.

Вспомним, что организмы обладают свойствами, а составленные из них таксоны – *меронами*. Преобразование мерона в череде последовательно живших видов именуется **семофилогенией**. Простой пример семофилогении – эволюция плавника рыбы в лапу четвероногого. Если семофилогении всех меронов, определяющих таксон А, ведут к таксону Б, то можно достаточно уверенно говорить о *филогении* (т.е. что таксон А – предок таксона Б), но в действительности так не бывает: семофилогении идут в разные стороны, в чем и выражается блочность эволюции. Так что любой систематик, если он строит филогению (термин см.: п. 2-7), вынужден признать одну или две семофилогении главными, доказывающими родство, а прочие – "более поздними приспособлениями", т.е. считать основную массу свойств таксона Б возникшими заново. Об этом писал еще Соболев, см. п. 4-12.

Мейен отвергал такой подход: "Построенные филогенетические схемы опирались на специально подобранные ряды ископаемых растений, родство которых неясно" (ПЖ, 1970, N 4 [*Мейен*, 1990, с. 17]). "Такого, чтобы показания всех признаков совпали, не случаетсся почти никогда. (Слово "почти" я вставил из осторожности. Думаю, что без него можно и обойтись.)" [*Мейен*, 1981, с. 133]. А в конце жизни он писал: реальные отношения таксонов "редуцируются до схемы, иллюстрирующей мнение филогенетика о некоей интуитивно суммируемой близости или удаленности таксонов" (Соврем. палеонтология. М., 1988, т. 1, с. 509).

Анализ разнообразия убедил его, что наследуются не сами свойства, а *спектр их возможностей* (это он назвал транзитивным полиморфизмом – п. 6-4), поэтому родство нельзя установить по одним наличным свойствам, надо еще наблюдать сам процесс превращения одного таксона в другой.

До Мейена тут был известен лишь один прием – анализ "вверх по разрезу", т.е. выявление ископаемых остатков одного крупного таксона в сплошном непрерывном по времени геологическом разрезе. Иногда при этом удавалось увидеть постепенное замещение меньшими таксонами друг друга; например, увидеть, как в отряде непарнокопытных друг друга сменяли, начиная с эоцена, *некоторые* виды – предки лошадей. Этот процесс, как мы видели в п. 4-12, впервые описал Ковалевский, а позже Соболев осмеял. Но затем процесс удалось "положить на карту" (в том смысле, что сказано, в какой части

света каждый род впервые появляется в летописи), и Соболев оказался неправ: роды, которые он счел независимо возникшими, на самом деле пришли в Европу из Северной Америки, где род за родом образуют непрерывную во времени цепочку (рисунок см.: [*Кэрролл,* т. 3, с. 104]).

Можно ли теперь утверждать, что эволюция лошадей понятна? Не вполне. Во-первых, она выстроена всего по двум семофилогениям – зубов и копыт. Считается, что именно они определяют облик семейства, но придут другие авторы, скажут, что главное в каких-то чертах черепа, желудке или еще в чем-то, и начнут работу почти заново. Во-вторых, если цепочку родов "рассмотреть в лупу", она почти нигде не даст цепочку видов. Сам Кэрролл, уверенный в наличии таких цепочек, смог привести в качестве примера всего одну мало интересную цепочку – где вид (предок копытных) "постепенно становился крупнее, пока не изменился настолько, что был признан другим видом", причем укрупнение измерено по ширине одного зуба (там же, с. 145). Даже по двум признакам вместе такое не получается. Вдоль цепочки остальные признаки меняются нерегулярно, и опять вроде бы прав Соболев со своей монополией скачков. В-третьих, никто не берется утверждать, что таким образом можно описать всё семейство, т.е. эволюцию каждого рода (уж не говоря о каждом виде). В-четвертых, таким путем описано появление одних акциденций (побочных признаков), но ни одной сущности (важного свойства), а Соболев призывал изучать их.

Мейен решил поступить иначе: не рассматривать каждый род и вид, а просмотреть весь доступный корпус фактов об очень большой группе организмов и построить схему ее эволюции за всё исследуемое время и для всей Земли. От обычного "вверх по разрезу" это отличалось тем, что судьбу каждого таксона было намечено рассмотреть по всем разрезам на всех материках. Работа была намечена колоссальная и должна была позволить увидеть, как фактически таксоны обращались один в другой. Решение задачи удалось наполовину: появилась замечательная схема глобального флорогенеза, рассмотренная нами в п. 4, однако судьбу отдельных таксонов ниже порядка Мейен выявить не успел. Подробно о его систематике мы будем говорить в главе 10, а сейчас рассмотрим пример.

* Происхождение цветковых и гамогетеротопия

Механизмом, ведущим к блочности, часто называют горизонтальный перенос генов (п. 6-9), но Мейен смотрел на этот ход мысли иронически. По его мнению, заполнение рефренной таблицы всегда ведут свои, внутренние механизмы, иначе не было бы транзитивного полиморфизма. В случае цветковых он приводил еще и такой аргумент: если горизонтальный перенос "действительно происходил, то можно ожидать его проявления в становлении не только цветка, но и других органов", тогда как на деле все они, кроме цветка, эволюировали постепенно. Было это в середине мелового периода.

Внутренним механизмом, обеспечившим появление цветка, Мейен счел гомеозис (пп. 4-7, 5-15, 5-17). Точнее, мерон "цветок" можно мысленно получить из мерона "фруктификация голосеменного", допустив **гамогетеротопию** (перенос некоего свойства с одного пола на другой).

Гамогетеротопия хорошо известна у животных – таковы, например, молочные железы самцов. На нее указывали противники Дарвина и Геккеля (ибо такие черты не могли быть ни отобраны, ни унаследованы "от общего предка") как на свидетельство того, что план строения – самодовлеющая сущность. Гамогетеротопия бывает и у от-

дельных особей – тогда она носит характер патологии (у людей: бородатость женщин, женские груди у мужчин, гермафродитизм и т.п.). С позиции диатропики такие случаи должны встраиваться в какие-то более общие ряды изменчивости.

Такие ряды существуют. В п. 11 главы 4 описано правило Кренке (уродство у данного вида часто является нормой для другого вида), и гамогетеротопия не исключение: например, у низших животных нормален гермафродитизм. Самый странный случай видовой гамогетеротопии наблюдается у пятнистой гиены: "оба пола внешне вообще неотличимы... Копуляция происходит через... канал в клиторе и поэтому вообще чрезвычайно затруднена. Через него же (т.е. через клитор) происходит и деторождение. Все это устройство поражает своей нецелесообразностью" (*Шмальгаузен И.И*. Факторы эволюции. М., 1968, с. 136).

Добавлю: хотя тут и можно произносить разные слова об особой форме отбора (что Шмальгаузен и сделал), но очевидно, что *обычный* отбор должен был отсечь эту нелепость – если бы на самом деле он был действенным. С позиции отбора факт резкого ухудшения функции немыслим (фактически это признал и сам Шмальгаузен), но с позиции экологической прочности (п. 6-2*) понятен: пятнистая гиена намного превосходит другие три вида семейства гиеновых функционально (крупнее, сильнее и активнее их, опасна даже для старых львов), она смогла выжить, и то в узком субтропическом ареале, несмотря на явный дефект строения.

Но может ли гамогетеротопия быть фактором эволюции? Как полагает биолог В.А. Геодакян, может. По его мнению, эволюционная роль самцов состоит в поиске новых приобретений, а женского – в сохранении уже найденного и апробированного; передача информации идет через половые хромосомы (*Геодакян В.А.* // Генетика, 1998, N 8).

Термина "гамогетеротопия" у Геодакяна нет, его ввел ранее Мейен в своей гипотезе происхождения цветковых: мужской *синангий* (сросшийся спорангий) голосеменного растения мог мутировать в *семязачаток* (т.е. в женский орган), простейшего цветкового (рис. 72). Существенно, что это могло произойти только сразу, скачком. Мейен указывал и то конкретное семейство (*беннетитовые* из вымершего класса цикадопсид подтипа голосеменных), чьи синангии расположены примерно так же, как семязачатки самого примитивного цветкового, имевшего плод в форме *листовки* (*Мейен С.В*. // ЖОБ, 1986, N 3 [*Мейен*, 1990, с. 236-237]).

Нам здесь не так важно, был ли Мейен прав в своей гипотезе (при нынешнем знании ископаемого материала ее нельзя проверить); важнее, что даже крупный акт прогресса ему удалось описать как сборку прежних блоков. Это значит, что в древе высших растений (рис. 61) ему удалось закрепить самую мощную ветвь (цветковые), дотоле висевшую отдельно, и сделано это чисто диатропическим (а не филогенетическим) приемом. Разумеется, что возникнув, цветок стал новым органом (блоком), а потому, переходя к анализу цветковых, надо ввести новый мерон (строку рефренной таблицы), который и будет определяющим для нового таксона.

9-13. Блочность и эволюция позвоночных

Истоки типов теряются в исторической дали, и нет надежных данных о происхождении типа, к которому принадлежим мы – типа *хордовых*. Первые хордовые документированы в раннем кембрии Китая (п. 8-9) и похожи на нынешнего ланцетника, но уже сложнее его. К тому же ланцетник – организм нынешний и являет следы прежней эволюции (его хорда состоит из хрящевой и мышечной тканей, его симметрия изменяется в

Рис. 69. Пермский стегоцефал платиопс, внешне похожий на нынешнего крокодила

ходе роста, напоминая метаморфоз камбал), а в ископаемом виде не встречается. Отнесение его к предкам позвоночных – всего лишь гипотеза.

Первые позвоночные засвидетельствованы в позднем кембрии – это класс *бесчелюстных*. К нему относятся и ныне живущие круглоротые – миноги и миксины, но они тоже несут следы долгой эволюции: в частности, миноги обладают сложным жизненным циклом (мигрируют из моря в реку для нереста), а миксины – сложным поведением (могут завязываться в узел). В отличие от нынешних, древние бесчелюстные несли покров из кожных костей, и некоторые из этих костей послужили потомкам основой для формирования челюстей. Как это произошло, мы не знаем, но у первых рыб (ранний девон) видим очень сложные челюсти, позже упростившиеся. У ранних рыб и ранних амфибий нижняя челюсть имеет 9 костей, а у нас с вами – одну. Опять налицо комбинация блоков с их последующей интеграцией в новом органе.

Любопытны примеры перекомпоновки блоков. В черепе кистеперых рыб (ранний девон) и ранних амфибий (вероятно, происшедших от кистеперых в позднем девоне) есть *теменное отверстие*, служившее для иннервации *третьего глаза* (у высших тетрапод он редуцирован, и отверстия нет). Можно ли сказать, что отверстие унаследовано? Да как сказать – у рыб оно расположено между лобными костями, а у амфибий – между теменными.

После полувекового спора выяснилось, что в эмбриогенезе хвостатых амфибий фигурируют 3 пары костных зачатков, которые в прошлом, видимо, могли соединяться как в пару лобных, так и в пару теменных костей в различных комбинациях (*Дзержинский Ф.Я.* Сравнит. анатомия, с. 40-45); в ходе эволюции так изменилась работа функциональных блоков (механизмов онтогенеза), что структурные блоки (кости) выстроились по-иному и иначе окружили определенный нерв. То есть унаследован план строения, хотя сами компоненты поменялись (нечто сходное мы видели гл. 5 с гомеобоксом).

Здесь перестройка блоков напоминает вариацию строительного проекта, когда прежняя конструкция достигается иной укладкой кирпичей. В который уже раз мы видим, что по наследству передается идея, а ее материальная реализация формируется заново.

Весьма загадочно появление у рыб их кистеперости, т.е. первое появление суставчатых конечностей. Их было три пары. Первой вероятно возникла задняя, расположенная в вертикальной плоскости (рис. 73), ни на что не годная (дарвинист Дзержинский нашел и здесь смысл: “действуют... подобно оперению стрелы”, но это обычная отговорка, нежелание думать на неприятную тему, ибо даже если “стрела” и полезна, то суставы ей явно ни к чему), однако обладатели излишнего блока не исчезли в борьбе за жизнь, а тиражиро-

вали его в горизонтальной плоскости (смена симметрии); грудная и брюшная пары суставчатых плавников стали прообразом лап четвероногих. Можно спорить, могли ли кистеперые ползать (ныне ползающие рыбы имеют лучевые плавники, а не суставчатые), но несомненно, что пользоваться своими "кистями", скрытыми в толще тела плавников, не могли. Это – классический пример преадаптации (п. 4-10), т.е. приспособления на будущее: мерон "кисть" реализован впервые не там и не тогда.

Даже дарвинистически настроенные авторы, отрицающие преадаптацию как противоречащую идее отбора, признают, что "кисти" были не результатом отбора случайных вариаций, а "счастливой случайностью" [*Ромер, Парсонс*, т. 1, с. 85]. Счастливой случайностью они сочли и лёгкие кистеперых, которые назвали "прозорливостью эволюции" (с. 25), т.е. именно преадаптацией.

Кстати, первая амфибия *ихтиостега* (девон) получила шуточное прозвище "рыба на ногах"; она и в самом деле имеет 4 пятипалых ноги, но рыбьи череп и хвост (рис. 74). Опять вместо постепенности видим блочность.

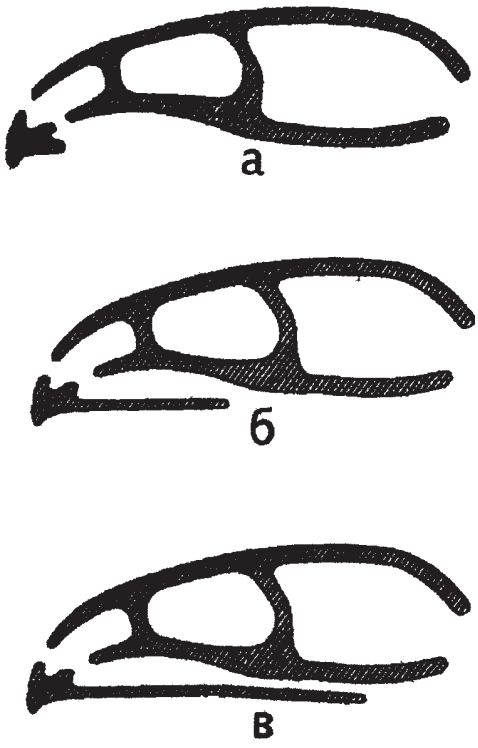


Рис. 70. Эволюция вторичного нёба рептилий: а — отсутствие (текодонты), слабое развитие (протозухии, черепахи), в — полное развитие (крокодилы)

Следующим важнейшим достижением был *амнион* (оболочка яйца, предохраняющая его от высыхания). По его наличию позвоночных делят на высших (амниот) и низших. Традиционно эту грань проводили между амфибиями и рептилиями, но новейшие данные говорят, что амниотическая организация тела впервые проявилась еще у стегоцефалов середины карбона (башкирский ярус), а настоящее амниотическое яйцо известно лишь из нижнего триаса. И в становлении наземной организации мы снова видим блочность: несмотря на черты наземного облика, похожие на рептилий стегоцефалы обрели ряд наземных черт (например, барабанную перепонку в ухе) лишь в конце перми; притом перепонка возникала минимум трижды (*Laurin M.* La conquиte de l'environnement terrestre par les vertйbrйs // LEG, 31-32). Факт многократности обретений исключает ссылку на редкость нужных мутаций – налицо номогенез.

Блочность эволюции ведет к тому, что вопрос о предках приводит к нескончаемым спорам и переделкам систем. Каждый систематик строит систему по различиям лишь некоторых органов, и устойчивость системы достигается там, где удается договориться, какие органы брать.

Таковы, например, птицы: общепризнано, что определяющим для всего отряда является наличие перьев. Именно благодаря отпечаткам перьев был отнесен к птицам знаменитый *археоптерикс* (верхняя юра): "в строении скелета археоптерикса так равномерно представлены при-

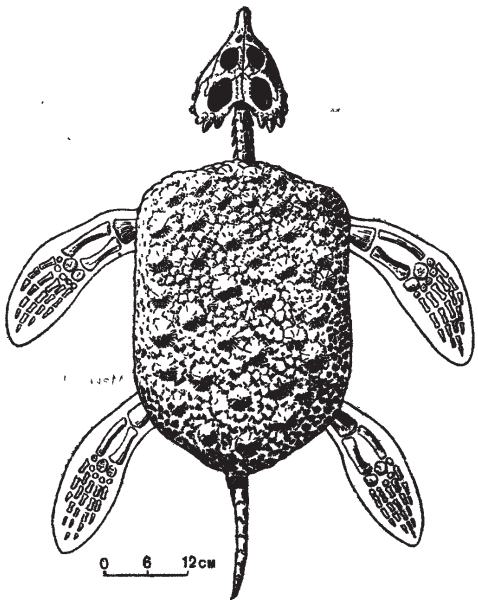


Рис. 71. Плакодонт — мезозойская водная рептилия, чьим основным движителем был не хвост, а ласты (панцырь был не у всех плакодонтов; триас — юра)

знаки архозавров и современных птиц, что его положение в системе оставалось бы неясным, если бы вместе со скелетом не сохранились бы отпечатки перьев" [*Ромер, Парсонс,* т. 1, с. 97]. Опять налицо блочность.

Но недавно выяснилось, что перья были у небольших динозавров; у них «локализация перьев ограничена головой, хвостом или вдоль позвоночника" (*Lange-Bardй B.* Temoin cйlиbre... // LEG, 26). То есть блок "перо" возник не как адаптация к полету, а, вероятно, как преадаптация к нему: "Эволюция показывает, что нет корреляции между наличием перьев и полетом, перья предшествуют ему на многие десятки миллионов лет. Участие перьев в полете – итог изменения функции предсуществующей структуры" (там же).

По словам Ромера, ***систематика млекопитающих – это систематика не животных, а их зубов***. Другими словами, в качестве их филогении тут все берут одну-единственную семофилогению – эволюцию зубной системы. Иногда используются две семофилогении. Таков "парадный пример" дарвинизма, эволюция копытных: сперва появились годные к бегу длинные ноги, а затем – годные к перетиранию жестких трав зубы. Разное по времени формирование основных адаптаций известно как **мозаичность эволюции**; она замечена английским палеонтологом Дэвидом Уотсоном в 1910-х годах и является частным случаем блочности эволюции. Мозаичность есть следствие поочередного отбора квантов селекции (п. 5-11).

Блочность видна во всех линиях эволюции, но в некоторых таксонах видна особенно хорошо и удобна для демонстрации на уроке. Среди млекопитающих это – вымершее семейство *халикотериевых* из отряда непарнокопытных. Вот два рода халикотериев (олигоцен – плиоцен Старого Света): виды одного – с виду почти гориллы и с ногтями вместо копыт, но с почти лошадиными черепами (рис. 75 а, б); а другой – с виду почти лошадь, но с почти кошачьими когтями вместо копыт (рис. 75 в).

Недаром халикотериевые выделены в особый подотряд Ancylopoda (буквально: непонятноногие). О том, к чему они таким странным образом приспособились, до сих пор идет спор. Разумеется, умение достать последний лист с обглоданной ветви полезно, но утверждать, что ради этого был утрачен лошадиный облик, наивно. У всех халикотериев была очевидная тенденция – ослабление зубов, и к ней они, полагаю, приспособились, кто как сумел: первый объедал высокие растения, второй что-то выкапывал.

Источником блочной изменчивости можно, как обычно, считать генетический поиск: в данном случае, он, видимо, начался в силу долгого стресса от потери тех экологических ниш, которые требовали полноценных зубов. Но сколь долго мог протекать стресс, не убивая своих носителей? Либо вызванные стрессом эволюционные преобразования шли очень быстро (в считанные поколения), либо слово "стресс" тут – метафора.

9-14. Блочность и лазаревы таксоны

Блочность должна вызывать повторение одних и тех же форм. Еще до ее уяснения Мейен писал: "По-видимому, подобные возвраты часто осуществляются не путем постепенного перехода в длинном ряду поколений, а через быструю смену немногих альтернативных состояний, обладающих наибольшей устойчивостью" (ПЖ, 1970, N 4 [*Мейен*, 1990, с. 17]).

Всем известно, что кистеперые рыбы вымерли в мезозое, но один их род – латимерия (3 вида), ныне живет в глубинах Индийского океана; в ископаемом виде не встречен.

Принято писать, что кистеперые *сохранились* с мезозоя, но доводов в пользу этого допущения приводить не принято.

Менее известно, нечто сходное у яйцекладущих млекопитающих: они живут только в Австралийском регионе, причем семейство утконосовых известно трижды: в раннем мелу, в среднем миоцене и (нынешний утконос) с плиоцена; остальные нынешние яйцекладущие (два рода ехидн) известны с плейстоцена [*Кэрролл*, т. 3, с. 208-209]. На других материках они известны не позже палеоцена; чем заполнить дыры в истории утконосов, никто не знает.

Совсем мало кто знает про крохотный класс (5 видов) морских моллюсков *моноплакофор* (вроде улитки, но панцырь не спиральный, а в форме конической шапочки), вымерший в девоне, но вновь обнаруженный в живом виде. Самый же длинный (среди тканевых) разрыв летописи дают бесчерепные: между Pikaia (кембрий) и нынешним ланцетником.

Очередной такой таксон открыт совсем недавно. В 2001 году молодой германский зоолог Оливер Цомпро описал ископаемое насекомое, похожее на представителей сразу двух отрядов – богомолов и палочников. Образец находился в куске балтийского янтаря. Весной 2002 года тот же Цомпро, в составе международной экспедиции, обнаружил сходное живое насекомое в горах Намибии (Юго-западная Африка). Для новой группы пришлось учредить отряд Mantophasmatodea (богомоло-палочники), так что говорят про крупнейшее открытие в зоологии, сравнимое с открытием латимерии (*Красильников В.А.* Сенсация в зоологии: открыт новый отряд насекомых! // БПС, 2002, N 36). Если это не путаница сообщений, то совершение обоих открытий одним Цомпро поразительно.

Подобных примеров можно привести десятки, и естествен вопрос: сохранились ли "живые ископаемые", но до сих пор их посредники не попали в наши коллекции ископаемых, или возникли заново?

Не решая вопрос прямо, Красилов (ПЖ, 1999, N 3) однако предложил обозначение для повторно появившихся таксонов – **лазаревы группы**, от имени библейского персонажа, воскресшего Лазаря, и привел примеры из палеоботаники. (Признанием таких групп отрицается "закон Долло", и прежде весьма сомнительный – о нем см. пп. 4-17, 6-13*.) Они выглядят вполне реальной чертой эволюции, поскольку речь никогда не идет о повторном появлении того же вида и поскольку блочность эволюции (как следствие рефренной структуры разнообразия) делает довольно полное повторение свойств вполне реальным, а для крупных групп почти неизбежным.

Фактически феномен лазаревости не раз отмечен. Например, "гаттерия (Sphenodon punctayus), которую чаще всего приводят в качестве примера живых ископаемых, ... по палеонтологическим данным неизвестна. Близкий к гаттерии вид ... известен из поздней юры, но это другой вид" (*Северцов А.С.* Темпы эволюции. Как их изучают // БШ, 1998, N 4, с. 8).

Высказывалась мысль, что нынешние утконос и ехидна могли заново произойти от сумчатых (в частности, у яйцекладущих есть не только сумка для яйца, а затем детеныша, но и "сумчатые кости"). В таком случае налицо деградация сумчатых[37], которую можно рассматривать как конкретный механизм возникновения лазарева таксона.

В сущности, лазаревость – частный случай *полифилии* (независимого происхождения сходных форм), а именно, тот случай, когда точно известен разрыв групп

во времени. Так, появление первоптиц зафиксировано дважды во времени: Protoavis (верхний триас, Техас, 3 экземпляра) и Archaeopteryx (верхняя юра, Бавария, 8 экз.); их относят к разным подклассам. Разрыв в 35 млн лет позволяет допустить, что перед нами повторное возникновение птиц в той же области (Еврамерике). Наоборот, Praeornis, описанный А.С. Раутианом по единственному маховому перу (Каратау, верхняя юра Казахстана) и тоже отнесенный им к отдельному подотряду в силу иного, чем у всех птиц, строения пера (ПЖ, 1978, N 4), геологически современен археоптериксу, и оба – пример обычной полифилии.

Хотя непонятно, от кого могли произойти нынешние латимерии, но это еще не основание считать их происшедшими от триасовых кистеперых. С диатропической точки зрения скачок в пределах рефренной таблицы понятнее, чем скачок через сотни миллионов лет и через материки, не оставивший следов в ископаемых. Встретив выражение "живое ископаемое", всегда надо задать себе вопрос: действительно ли данный вид (род) пережил многие миллионы лет без значительных изменений или же возник заново, повторив своими основными чертами давно вымерших предков?

К первому варианту относятся, например, род голосеменных растений гинкго (*Ginkgo*), известный с мезозоя (а возможно даже с перми), найденный во многих более поздних слоях и представленный одним видом в нынешней флоре (культурные растения многих теплых стран); и род двоякодышащих рыб рогозуб (*Neoceratodus*), до сих пор живущий в двух реках Австралии, в которой его кости находят в древних слоях, начиная с верхнего мела.

Но чаще наблюдается второй вариант: "живое ископаемое" в ископаемом состоянии неизвестно вообще или обнаружено лишь в молодых слоях (плейстоцен), тогда как его ближайшие "родственники" жили на другом материке и вымерли давным-давно. Этот факт вынуждает задать еще один вопрос: всегда ли можно уверенно говорить о непрерывной линии предок-потомок в случаях, когда перерывы в летописи невелики – миллион лет и меньше? Вопрос оказывается актуальным при изучении эволюции человека.

9-15. О происхождении человека

Всем известно, что человек произошел в тропиках, и наиболее впечатляющие результаты этого получены из Африки. Процесс шел на удивленье медленно: 2 млн лет наши предки ходили прямо, но не оставляли никаких орудий труда, затем еще около миллиона лет оставляли всего один тип орудий – заостренные камни. Характерно, что этими орудиями никаких изделий не изготовлялось: они служили только для разбивания крупных костей. Лишь много позже (считается, что 50 тыс. лет назад) наши предки стали оставлять изделия: наконечники копий, глиняные горшки и т.п.; началось то, что принято называть *палеолитом* (древним каменным веком). И тут эволюция пошла поразительно быстро.

Происхождение человека — тема, требующая отдельного разговора, и здесь мы ограничимся тем, что нужно для завершения нашего экскурса в эволюцию. Почти все пишущие на эту тему пишут о форме костей и заняты одной проблемой — как выстроить предков человека в единый исторический ряд. Это геккелева традиция. Но в силу блочности эволюции и транзитивного полиморфизма любая филогения человека будет произвольной и недолговечной. Пока об ископаемых знали мало, их филогении их строили легко (рис. 76а), но к концу XX века от них ничего, кроме слова "филогения",

не осталось, а недавно (2002 г.) схема эволюции гоминид опубликована под заголовком "Филогения или филогении" (*Senut D.* Philogйnie ou philiogйnies: exemple des Hominidйs // LEG, 37-39) и являеся набором точек и черточек (рис. 76б).

По-моему, принцип филогении себя исчерпал (мы вернемся к этому вопросу в п. 10-2). Ему противостоит (тоже со времен Геккеля) призыв видеть в эволюции гоминид не древо, а сеть. Спор этих традиций верно называют беседой глухих (*Clark G.A.* Origine de l'homme: Le dialogue des sourds // LR, 1994, N 263), и мы в него вступать не будем, поскольку нам интересно становление механизмов. Даже если вообразить, что древо, сеть или ряд предков человека выстроены, основная, на мой взгляд, проблема даже не будет поставлена: как возникло человеческое мышление?

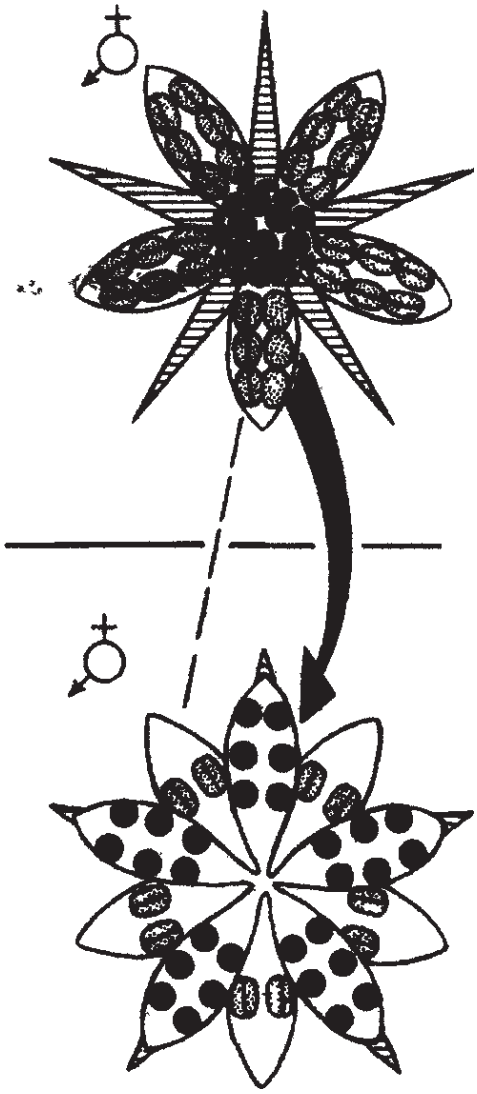


Рис. 72. Возможное преобразование обоеполых фруктификаций беннетитового (В) в примитивные обоеполые цветки (А) путем гамогетеротопии. Синангии и пыльники показаны крапом, семязачатки — черными кружками, части обвертки и околоцветника заштрихованы (по: Мейен, 1986)

В эволюции человека явственны два аспекта: происхождение биологического вида, которое мы можем пытаться понять в рамках всего, о чем шла речь ранее, и появление того, чем этот вид в корне ото всех отличается, что пришло в мир только вместе с ним.

Мышление и всё то, что с ним связано, настолько отличает людей от остальных существ, что человека не раз выделяли в отдельное *царство* живой природы. Оставляя этот вопрос до главы 10, заметим здесь одно: даже в рамках традиционной зоологии видны две совсем разные стадии очеловечения.

Первая стадия шла в тропиках, и возникшее при этом семейство *гоминид* (иногда выделяемое в подотряд) расселилось далеко на север; согласно концепции биотогенеза (пп. 4, 5), это характерно для становления высших таксонов. Наоборот, вторая стадия — становление вида Homo sapiens, шла в средних широтах под воздействием локальных катастроф (периодического наступления ледников). Сейчас поговорим о первой стадии, как она видится в свете работ нескольких московских ученых (о происхождении человека как рода и вида скажу немного в конце параграфа).

Системолог и натурфилософ Ю.А. Урманцев в 1970-х годах показал, что крупные биологические приобретения связаны с **диссимметрией**, т.е. с искажением симметрии (но не с ее уничтожением — не надо путать диссимметрию с асимметрией, т.е. с отсутствием симметрии) объектов (*Урманцев Ю.А.* Симметрия природы и природа симметрии. М., 1974). Тогда же историк Б.Ф. Поршнев, к концу жизни ставший антропологом, верно отметил ведущую в антропогенезе роль диссимметрии больших полушарий мозга: их функции несколько различны. Хотя сама диссимметрия известна и у животных, но у человека она, по словам Поршнева, "закреплена". В частности, у людей речевой центр расположен в левом полушарии.

Вопреки тогдашней догме "труд создал человека", Поршнев считал главной в очеловечении

речь. “Увы, почти всякий современный автор, рассуждая о роли труда в становлении человека, подразумевает именно единичную особь, манипулирующую с материальными предметами”, а “отдельные упоминания о социальных отношениях остаются чисто словесным придатком”. Речь же социальна по сути (*Поршнев Б.Ф.* О начале человеческой истории (проблемы палеопсихологии). М., 1974, с. 428).

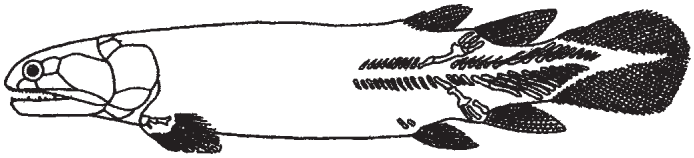


Рис. 73. Девонская кистеперая рыба. Задняя пара суставов уже окостенела, а грудные и брюшные — еще нет (из “Номогенеза” Л.С. Берга). Верхняя суставчатая конечность (а возможно и нижняя) адаптивного смысла не имеет

Вскоре химик А.В. Камерницкий высказал общую догадку — о том, что жизнь “параллельно использует два языка наследственности. Один, известный нам, основан на последовательной записи “букв” генетического кода... А в другом, еще совершенно не изученном, используются... скорее принципы пиктографического письма, где каждый знак выражает сразу целое сложное понятие” (*Жвирблис В.Е.* Два языка жизни // Техника молодежи, 1990, N 11). Почти о том же шла речь у нас в Доп. к п. 5-5.

Два “языка” известны и в человеческом сознании, где связаны с диссимметрией мозга: за интуитивное мышление ответственно, в основном, правое полушарие, а за понятийное — левое. Роль диссимметрии часто затрагивается в связи с различием мужского и женского (еще Дарвин выводил эволюцию интеллекта из гипотезы о предпочтении глупыми самками наиболее умных самцов — см. п. 3-3).

Известно, что женщины часто превосходят мужчин в интуитивном мышлении, а мужчины — в понятийном. Недавно Паршин (о нем см. п. 5-6) высказал, беседуя со мной, уверенность, что обе эти диссимметрии тесно связаны и лежат в основе процедуры познания людьми мира — как внешнего, так и внутреннего. По его мнению, мир так устроен, что для познания его требуется взаимодействие интуитивных и понятийных процедур: правое полушарие схватывает суть явления или процесса, а левое разворачивает найденное в последовательность слов (в то, что можно сказать и запомнить). Что можно извлечь из этого для понимания эволюции?

Напрашивается мысль в духе Геодакяна: самцы “экспериментировали” с мозгом, а самки сохраняли лучшее. Вероятно, что у человека передача новаций идет не только между полами, но и между полушариями одного мозга.

Та идея Паршина, что для становления понятийного мышления нужны две «матрицы», оказывается очень глубокой и далеко идущей. Если интуитивное схватывание сути возможно, значит мир устроен так, что в нем можно по части восстанавливать целое. Это свойство мира подмечали многие и давали ему различные названия, а Мейен называл его типологической упорядоченностью (п. 6-3**). Благодаря ей можно проводить классификацию объектов, в том числе — биологическую систематику. Как отметил Мейен, всякая систематика строится с помощью последовательной процедуры: на основе какого-то представления об объектах строится их система, на основе которой создается новое представление о самих объектах, после чего улучшается их система и т. д. Или, в терминах Мейена, таксономия и мерономия строятся взаимодополнительно. Такую же взаимодополнительность Паршин видит в любой процедуре познания, проводимой совместно двумя полушариями мозга. Именно типологическая упорядоченность мира делает возможным прогноз. К нему способны и животные (опережающее отражение действительности, см. п. 6-14).

Если так, то человек возник в тот момент, когда научился давать опережающему отражению действительности понятийно-речевое выражение. Как это произошло, мы не знаем, но известно, что для этого понадобилось не только сформировать речевой центр в левом полушарии, но и разделить функции полушарий так, что за опережающее отражение ответственно правое. При этом очеловечение предстает как изобретение

(по Тейяру) той конструкции мозга, при которой полушария взаимодействуют так, как, по Геодакяну — Паршину, взаимодействуют женская и мужская части вида. В математике существует свой аппарат (теория двойственности), которым, как надеется Паршин, можно будет все это описать, но это — задача для будущих эволюционистов.

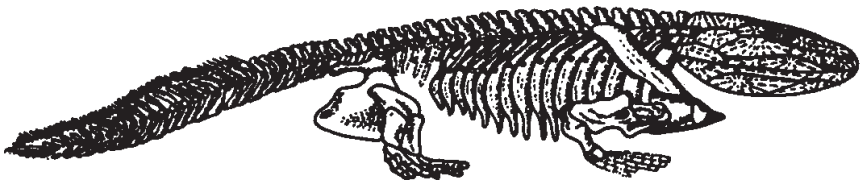


Рис. 74. Ихтиостега (“рыба на ногах”; поздний девон)

Нам остается снова (как в гл. 6) допустить, что блоки, приобретенные в ходе становления адаптивного иммунитета, были использованы при создании памяти, а затем и психики вообще. Об этом в 1987 году писал Эдельман (о нем см. п. 8-12). Суть его мнения в том, что “развитие нервной системы и ее способность изменять свои свойства под влиянием индивидуального опыта (ранее он открыл аналогичную способность иммунной системы, за что получил нобелевскую премию) следует рассматривать как процесс непрерывного отбора предсуществующих групп нейронов и их синаптических связей” (*Роуз С.* Устройство памяти. М., 1995, с. 355). Это Эдельман назвал “нервным дарвинизмом”, но Стивен Роуз (английский нейробиолог) возражает против такой параллели. В самом деле, если уж нужна параллель, то по-моему тут напрашивается аналог синтеза дарвинизма с ламаркизмом, рассмотренного выше, в п. 1.

Шесть тенденций очеловечения. Как говорилось в п. 8-11, очеловечение было итогом совместного действия двух общих тенденций (террипетность и цефализация).

Третьей тенденцией можно назвать эмбрионизацию (пп. 4-15* и 5-11*). Она в чем-то сходна с террипетностью: “Эмбрионизация является средством перехода из более простых в более сложные условия существования, она увеличивается при переходе а) из морской воды в пресную; б) из пресной воды в почву; в) из почвы на ее поверхность” (*Захваткин А.А.* Сб. науч. работ. М., 1953, с. 376). При иных усложнениях естественно ожидать и новых ступеней эмбрионизации. Напомню, что у человека эмбриогенез дольше, чем у других приматов, а особенно долго взросление.

У млекопитающих налицо четвертая, более частная, тенденция — “эмбрион в личинке” (см. Доп. к п. 8-12), которую Сахарова сочла важной и для человека. Возможно, что это не тенденция, а общее свойство всех плацентарных.

Пятой можно назвать тенденцию приматов к двуногости (*Dambicourt-Malass*ий *A.* Nouveau regard sur l’origine de l’homme // LR, 1996, N 286).

Наконец, шестая тенденция — приматам свойственно размножаться круглый год. Иногда ее толкуют как особое приспособление, повышающее размножаемость (что не мешает толковать сезонное размножение остальных тоже как приспособление), но для очеловечения тут важнее другое — появился *избыток активности*. У животных с внесезонным размножением есть “избыточная энергия, которая может тратиться на исследование обстановки и ее деталей, на манипулирование, на игровую деятельность... и другие формы поведения” [*Алексеева,* с. 105]. Но если у обезьян самки доступны для самцов лишь несколько дней из каждого полового цикла, то женщины приобрели (как бы по Геодакяну) мужское свойство постоянной способности к половому акту. В итоге

“сексуальность человека не имеет аналогов в мире животных. Половые сношения у человека стали возможными во все фазы цикла, во время беременности и

лактации, они стали не столько служить своему биологическому назначению, сколько превратились в самоцель, в способ получения удовольствия. Это весьма типично для человека. Ведь только Человек сделал удовольствие из утоления голода (гурманство) и жажды..., превратил в источники удовольствия тяжелые физические действия (туризм, альпинизм, спорт). Только Человек способен получать удовольствие от труда, от науки, от различных видов творчества" [*Алексеева,* с. 176].

Не всё тут верно (многие животные совершают трудоёмкие и опасные действия ради удовольствия), но основное отмечено правильно: человек покорил мир с помощью избыточной энергии, преимущественно (но не только!) мужской. Поскольку самцы обезьян в половом отношении сходны с мужчинами, можно полагать, что это сходство обще для всех гоминид и потому работало в ходе всего антропогенеза. А вот самки стали женщинами намного позже (когда — неизвестно), и до этого самцы вынуждены были тратить избыток половой энергии на внеполовые цели.

Механизм, запустивший взаимодействие всех шести тенденций, состоял, если следовать Аршавскому, в стрессе, вызванном изменением условий жизни и заставившем наших предков повысить поведенческую (прежде всего двигательную) активность и изменить сам ее характер. Изменения условий были весомы: похолодание в плейстоцене повлекло сокращение лесов в тропиках и оледенение в странах, прежде умеренных. К сожалению, неясно, что такое стресс в течение сотен поколений.

Очеловечение состояло в появлении не прямохождения (что было у других приматов, у ящеров, птиц, и, возможно, халикотериев), и не изготовления орудий (рубила перволюдей гораздо проще плотин бобров или тлей в рабстве у муравьев), а культуры и понятийного мышления. Их надо отличать от социальной организации. Она очень высока у высших обезьян и тоже связана с полом, что показал, например, голландский этнолог Франс дэ Ваааль (*de Waal F.D.M.* Chimpanze politics. Power and sex among apes. Baltimore - London, 1998). Но даже у шимпанзе самки резко отличны половыми возможностями от женщин, и естествен вопрос: на какой стадии эволюции (до появления понятийного мышления, одновременно с ним или позже) самки обратились в женщин? Никаких данных на сей счет нет, но ясно, что очеловечение сексуальности самок должно было сильно изменить (завершить?) ход антропогенеза.

Хотя очевидно, что человеческое сознание возникло вследствие взаимодействия указанных шести тенденций, однако остается совершенно неясным, как именно это было. Полагаю, что сознание возникло так же, как у кистеперой рыбы возникли ее плавники: само по себе, на будущее. Преадаптациями полна эволюция, и одни видят здесь промысл божий, другие — рациональное поведение Геи, третьи — реализацию объективно существующих рефренов, а четвертые ничего не видят.

Одно можно сказать определенно: люди возникли из стадных животных с очень сложной организацией стад, вне связи с конкуренцией внутри стад и борьбой самцов за самку[38]. "Большинство авторов считают основной силой, объединяющей приматов в стада, тяготение к себе подобным" [*Алексеева,* с. 172]. Это значит, что никакой "проблемы социогенеза" на стадии антропогенеза нет, а есть противоположная проблема — как в стаде смог возникнуть мыслящий индивид? Решать ее не берусь.

Когда и сколько раз? Принято считать, что очеловечение проходило в последние 3 млн лет. Однако есть данные что сходные с людьми существа, обладавшие культурой каменного века, жили целых 50 млн лет, в течение большей части кайнозойской эры. Почти все антропологи отказываются даже рассматривать такие данные, заранее утверждая, что они либо ошибочны, либо подложны — поскольку

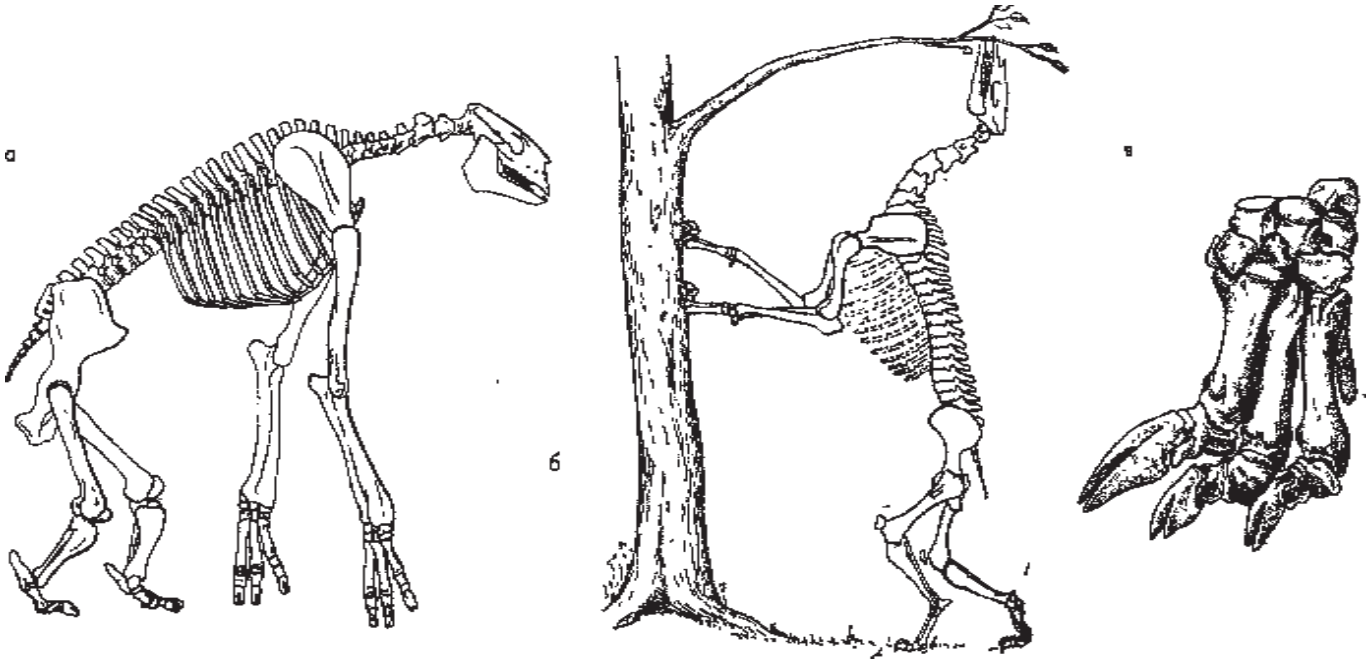


Рис. 75. Халикотериевые (отнесены к непарнокопытным по строению черепа): а — *Chalicotherium* (миоцен Европы), быть может, ранняя попытка природы создать нечто вроде человека; б — *Borissiakia* (олигоцен Казахстана) мог откидывать голову назад; *в* — *Moropus* (миоцен Азии и Северной Америки), вероятно, имел втяжные когти

общепринятый каменный век в тысячу раз короче (начало 50 тыс. лет назад для Старого света и 30 тыс.

[38] Приматолог Л.В. Алексеева по всей книге подчеркивала, что обостренная борьба за самку свойственна только видам с сезонным размножением, но не приматам.

для Америки), а возраст рода *Homo* оценивается в 3 млн лет. Но общепринятые взгляды на появление человека слишком часто приходится менять, а фактов большой древности человека набралось слишком много. Некоторые собраны в книге: *Кремо М., Томпсон Р.* Неизвестная история человечества. М., Философская книга, 1999.

Ее авторы – религиозные деятели (кришнаиты), но многие из собранных ими данных вполне научны в западном смысле: они взяты из старых научных журналов, и некоторые ссылки мне удалось проверить (*Чайковский Ю.В.* "Юбилей загадки" // БПС, 2000, N 32). Многие датировки и определения видовой принадлежности ненадежны, но совершенно ясно, что *сами находки никак не могут все быть вымыслом.*

В их книге можно видеть лишь набор загадочных фактов, который мы сами должны осмыслить. Факты делятся на две группы: очень много кайнозойских находок, начиная с эоцена (их трудно, но можно пытаться вплести в ткань привычной науки, так как нигде нет четких доказательств того, что найден именно Homo sapiens, а значит, можно говорить как о лазаревых таксонах, так и о независимых актах рождения культуры), и небольшое число более древних находок (надо или отрицать их, или искать в нашей науке принципиальные изъяны).

Авторов не интересует, например, как мог существовать человек на безжизненной суше *кембрия*, в котором найдена единственная находка (след обутой правой ноги); ее можно отвергнуть, поскольку сходство чисто внешнее. Наоборот, данный ими на с. 219 снимок *триасового* куска подошвы обуви ставит в тупик: в лупу видна крученая нить прошивки, уходящая в отверстия. Находку рассматривали многие, и ссылаться на подделку несерьезно (хоть и делается некоторыми). В триасе человек

жить мог, но ему не из кого было произойти. Тут как раз можно говорить об инопланетянах, визит которых отрицают, ибо "нет их следов".

На этот труд официальная наука почти не откликнулась. Лишь археолог и культуролог Тим Мёррей (Австралия) признал ее неуспех в попытках дать картину появления основных черт строения человека и отметил, что данный труд открывает новую эру в науке: *вера и наука как бы меняются местами*: «Кремо и Томпсон делают различие между их истинной и обоснованной верой и `ненаучными' взглядами их эволюционных оппонентов. Для них таковы последователи эволюционной теории в силу их невежества, страха и слепой веры»; «весомая работа Кремо и Томпсона ясно показывает, что теперь в игру вступают другие» (*Murray T.* // The British Journal for the History of Science, 1995, N 3, p. 378). Об этих "других" поговорим в главе 11, а сейчас расскажу об одной находке, которая осталась неизвестна кришнаитам.

* Ископаемые мозги

В указанной моей статье рассказано еще и о сделанной в 1925 году близ Москвы (пос. Одинцово) находке двух кремневых образцов (возраст 300-500 тыс. лет), которые точно воспроизводили форму человеческих мозгов (что подтвердили русские и западные анатомы), но были отвергнуты тогдашней наукой. Их сочли "игрой природы", не убоявшись этого позорного термина и параллели с конфузами прошлого (см. стр. 21). В моей статье сделано предположение, что образцы могли быть как естественными, так и искусственнными слепками мозгов тех времен, когда жили их обладатели.

Естественные слепки мозгов (*эндокраны*) известны для человека и многих животных, но не кремневые, а известковые; искусственные могли быть сделаны с целью запечь мозги, чтобы съесть их. В обоих случаях мозги могли окремнеть в почве (известно окремнение даже столь нежной материи, как медузы). Ученые объясняли свой отказ признать одинцовские находки за эндокраны именно их необычным материалом, но истинная причина отказа видится мне в другом – находки противоречили (и противоречат до сих пор) официальной антропологии, и их проще не замечать, чем обсуждать.

Дело в том, что в горизонте залегания (первое межледниковье) нынешнему человеку быть не полагалось: находки явно старше 300 тыс. лет, тогда как первый "культурный взрыв" (появление речи и прочего) был, как принято считать по другим находкам, явно позже 200 тыс. лет назад. Мозг "одинцовского человека" уже внешне неотличим от нынешнего. Если признать его как факт, то окажется, что обладатель «нашего» мозга 200 тыс. лет не оставлял свидетельств культурной эволюции. К тому же привычная археология относит заселение Русской равнины людьми к позднему палеолиту – 40 тыс. лет назад (*Величко А.А. и др.* // Природа, 2003, N 3).

Недавно историк науки Г.Г. Кривошеина любезно обратила мое внимание на архивное дело, несколько проясняющее судьбу одинцовских находок. Геолог Павлов (о нем см. п. 4-10), два года упорно уклонявшийся от "одинцовской" темы, был в августе 1927 года вынужден высказаться в докладе для Главнауки. Он так резюмировал отношение ученых к находке: "Но человек не существовал в каменноугольный период, и следовательно данные геологии не позволяют признать кремневую массу, найденную в Одинцове, окаменевшим человеческим мозгом"; однако сходство с мозгом "делает желательным дальнейшее всестороннее изучение" (Архив РАН, ф. 48, оп. 1, д. 48, л. 2об.). Вывод не красит Павлова, и вряд ли стоило звать крупнейшего специалиста ради столь тривиальной речи.

Интереснее последний лист дела. Член Комиссии по изучению находок А.Н. Розанов доложил в декабре 1927 года, что в распиле большого образца не нет карбоновой фауны; что надо подвергнуть "гистологическому изучению те шлифы, в которых были обнаружены структуры, напоминающие несколько органическую ткань" и сделать новые шлифы (л. 24, 24об.). Судьба этого предложения мне неизвестна, а общее впечатление от дела то, что признать находки "булыжником" не получилось, никаких идей не было, ученые не знали, как им быть, и охотно всё забыли. Вот если бы возраст находок был 100 тыс. лет, их сочли бы важнейшим открытием и они вошли бы в учебники. Им нашли бы механизм окремнения, а о внешнем сходстве их с лежавшими рядом булыжниками карбона никто бы не заводил речи.

Факт вне теории не имеет ни смысла, ни даже места (п. 3-7*), но сказанное в предыдущих главах дает основание считать, что не признанные тогда данные достаточно совместимы с нынешней наукой.

Во-первых, согласно одинцовским находкам, у человека давно не меняется мозг – тот орган, благодаря которому он стал человеком. Но если остальное тело за то же время заметно изменилось, то налицо обычная мозаичная эволюция: сперва меняется ведущий эволюцию орган, а затем остальные. Первые 2-3 млн лет это был опорный скелет (шло становле-

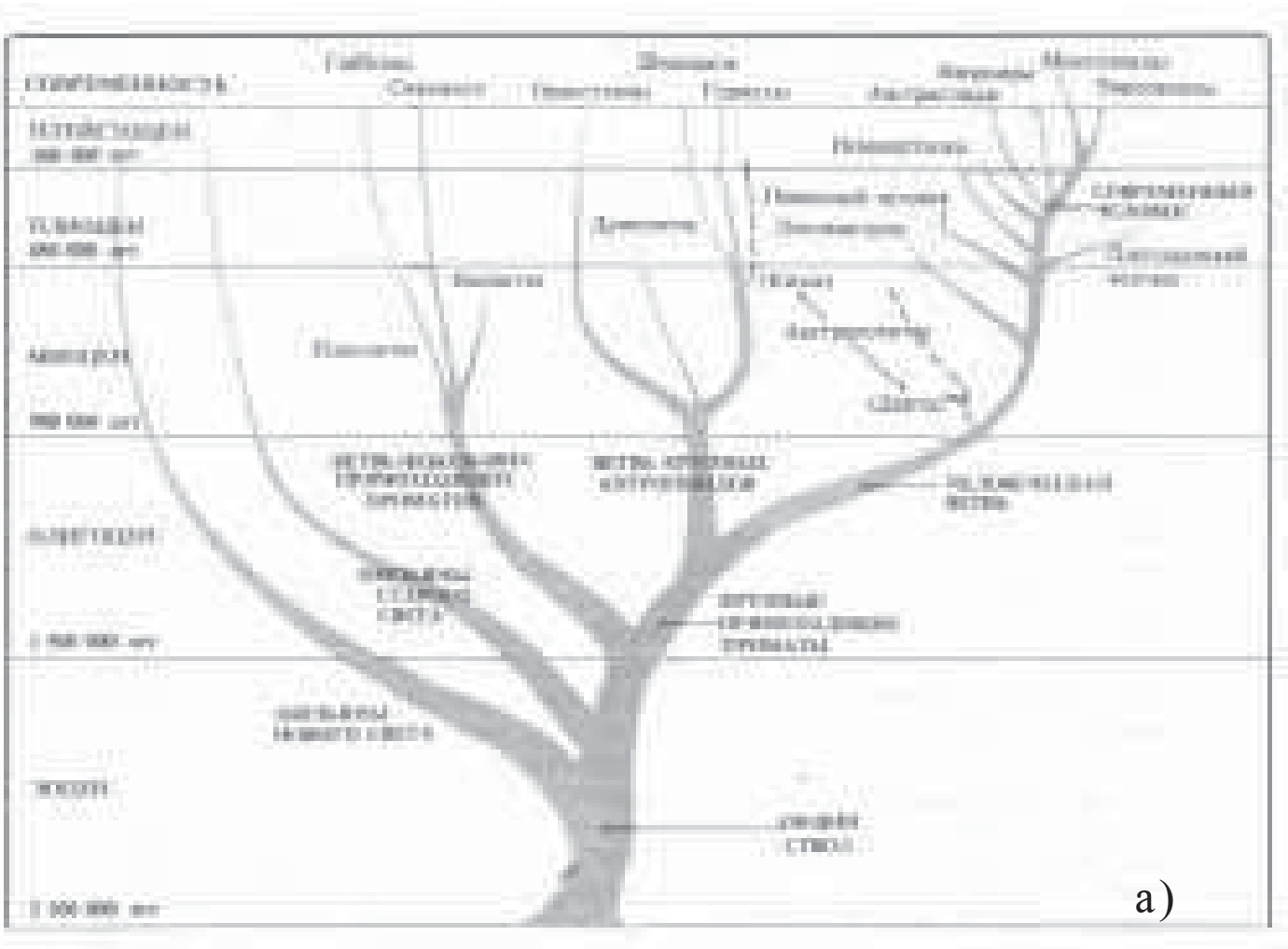
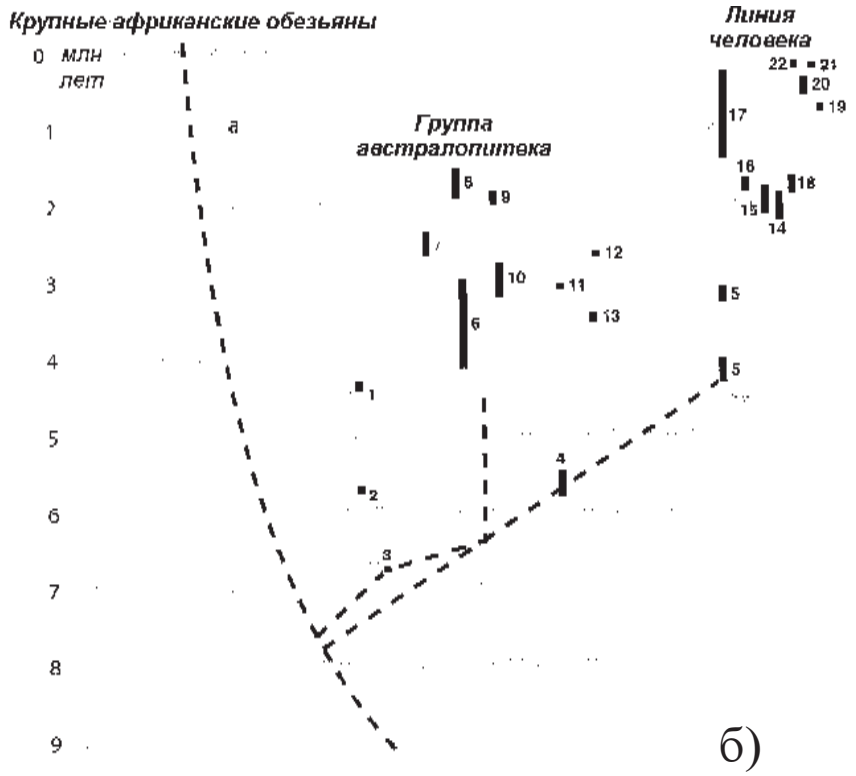


Рис. 76. Родословные человека: а) красивое древо (по: А. Кизс, 1931); б) вот что осталось от его верхней части к нашему времени (*Senut B.* // LEG, 38). Замечу, что нижняя его часть выглядит теперь так же мало похожей на древо; соответствующий рисунок (Джохансон, 1984) см.: БПС, 2000, N 32, с. 16

[37] Как всегда, она, в силу принципа компенсации, относительна: так, ехидна весьма живуча, а лобные доли ее мозга даже крупнее, чем у человека. См.: *Рисмиллер П.Д., Сеймур Р.С.* Ехидна // ВМН, 1991, N 1; *Уинсон Дж.* Смысл сновидений // ВМН, 1991, N 4. К сожалению, мне ничего не известно об иммунитете яйцекладущих.

ние двуногости), а мозг мог развиться в следующий миллион лет.

Во-вторых, если эволюция являет собой постепенное и многократное заполнение клеток одной и той же огромной многомерной рефренной таблицы, то и человек мог возникать не раз. Идея лазаревых таксонов допускает предположить, что выявленная кришнаитами "неизвестная история человечества" – это *последовательные попытки очеловечения*, точнее, овладения культурой; попытки, кончавшиеся неудачей и, возможно, вымиранием. То есть, что человек – лазарев род или даже вид; в том числе, что люди, которым принадлежали одинцовские мозги, вероятно вымерли, и в таком случае мы – не их потомки, а новая попытка природы, оказавшаяся более результативной (я не говорю "удачной").



Вариант филогении гоминид

1 = *Ardipithecus ramidus ramidus*
2 = *Ardipithecus ramidus kadabba*
3 = *Sahelanthropus tchadensis*
4 = *Orrorin tugenensis*
5 = *Praeanthropus africanus* (= *Australopithecus anamensis* + *A. afarensis pro parte*)
6 = *Australopithecus antiquus* (= *A. afarensis pro parte*)
7 = *Australopithecus aethiopicus*
8 = *Australopithecus boisei*
9 = *Australopithecus robustus*
10 = *Australopithecus africanus*
11 = *Australopithecus bahrelghazali*
12 = *Australopithecus garhi*
13 = *Kenyanthropus platyops*
14 = *Homo rudolfensis*
15 = *Homo habilis*
16 = *Homo ergaster*
17 = *Homo erectus*
18 = *Homo georgicus*
19 = *Homo antecessor*
20 = *Homo heidelbergensis*
21 = *Неандертальцы*
22 = *Нынешние люди*

В-третьих, примитивные и продвинутые формы древних людей жили, как мы теперь знаем, одновременно (рис. 76б), так что продвинутость мозга "одинцовского человека" не вступает теперь в конфликт с иными находками. Если вспомнить, что представители рода Homo еще употребляли огонь 1,4 млн лет назад, а 600 тыс. лет назад уже строили каменные жилища в Средней Евпопе (*Зубов А.А.* // Современная антропология... М., 1995, с. 21), то "одинцовский человек" не столь уж выпадает из общего ряда.

В-четвертых, "одинцовский человек" кое в чем помогает понять механизм эволюции человека вообще. Скажу об этом чуть подробнее.

** Дитя жары и мороза

Один из первых исследователей антропогенеза Карл Фогт писал в 1863 году, что у человека не было единого предка, что он произошел путем многих скрещиваний, а видно это из того, что его тело можно мысленно собрать, если взять голову ревуна, руку шимпанзе, скелет туловища гиббона, ногу гориллы и мозг оранга (см. [*Чайковский*, 1990, с. 181]). Очевидно, что он писал о блочности, а мы ее теперь умеем объяснять без скрещивания, через рефрены. Точнее, предок у человека на каждой стадии его эволюции вероятно был, но его нельзя указать в силу транзитивного полиморфизма.

Фогт преувеличивал сходства, но суть дела выразил верно: предок человека ищется на основе тех или иных семофилогений, так что каждый вариант теории уязвим и каждое новое открытие приводит к новым недолговечным вариантам. Вот нынешняя цитата: «Правильнее всего будет сказать, что сегодня у нас больше нет ясного представления о том, кто от кого произошел» – признала в 1986 году антрополог Пэт Шипман (*Кремо М., Томпсон Р.*, с. 457). Ее вывод подтверждает и новейшая схема (рис. 76б), где вместо филогенетического древа мы видим набор точек и черточек. В частности, на ней под номером 4 указана новейшая (2000 г.) находка, ногами похожая на австралопитека, а зубами на человека, но на 1,5 млн лет более древняя, нежели древнейший австралопитек (*Senut B.*// LEG, 38). Налицо одно из многих свидетельств крушения филогенетического принципа, о чем пойдет речь в главе 10. К сожалению, популярная и учебная литература продолжают рисовать красивые древа.

В 1870-е годы среди антропологов выросло целое течение, видевшее в обколотых кремнях третичных (см. сноску к п. 2-10) слоев свидетельство реальности *третичного человека*. (Именно это течение возрождено книгой Кремо и Томпсона.) Любопытно, что тогдашняя аргументация затрагивала и то, что мы теперь именуем биотогенезом (п. 4): вероятнее, что человек возник в "третичном раю", когда в Европе были субтропики, нежели в четвертичных оледенениях (*Павинский А.* Вопрос о существовании человека в третичной формации // Варшавские Университетские известия, 1882, N 2). Напомню: в тропиках течет биотогенез, вероятно порождающий высшие таксоны, а эволюция в рамках рода может течь и в холодном климате.

Холодовой стресс рассматривался Аршавским как ведущий фактор такой эволюции. Поэтому любопытно, в каком климате жил «одинцовский человек». Между одинцовскими моренами найдены следы как тундры, так и нашего леса (см.: Московский ледниковый покров Восточной Европы. М., 1982). Мы не знаем, в тундре ли жил «одинцовский человек» или в привычном нам березняке, но ясно, что он мог жить за три ледниковья до нас и за три климатических зоны до тропических лесов. Похоже, что наступая и отступая, ледники способствовали чему-то вроде "закалки по Аршавскому", а с тем и последним стадиям антропогенеза. "Некоторые исследователи (первой трети XX в. – *Ю. Ч.*) признавали положительную роль оледенений в антропогенезе, полагая, что резкое похолодание во время ледникового периода могло стимулировать биологический и социокультурный прогресс" (*Козлова М.С.* Концептуальные подходы к эволюции человека. М., 2001, с. 37-38).

Ну а что касается отсутствия следов культурной эволюции, то Кремо и Томпсон считают это просто заблуждением: следов предостаточно, надо только уметь и хотеть их видеть. Особенно эффектны находки в недрах Столовой горы в Калифорнии: они извлечены при поисках золота из галечника третичных слоев, перекрытых слоем застывшей лавы, а потому не могли быть занесены «обычными» людьми.

Кремо высказал (в беседе со мной) интерес к одинцовской находке, но не спросил, где об этом можно прочесть. Жаль, но и без этого его труд весьма полезен тем, что напоминает о забытом. Особенно интересен американский материал, поскольку принято считать, что люди появились в Америке всего 30 тыс. лет назад. Кстати, ни там, ни у нас речь не идет о наших прямых предках. Мы, возможно, лазарев вид, итог последнего оледенения.

9-16. Конец эволюции?

Часто можно прочесть, что с появлением цивилизации биоэволюция человека закончилась. Серьезной аргументации при этом не дается, а вопрос слишком важен, чтобы ограничиваться заявлениями.

Вспомним феномен коэволюции. В п. 6-1 термин использован для обозначения совместной эволюции видов, но употребляется он шире, для обозначения любой совместной эволюции – не только видов, но и любых объектов. В частности, Э. Янч (п. 7-6) любил говорить о коэволюции звезд и атомов, молекул и планет, экосистем и видов, организмов и органов. То есть *с уменьшением системы увеличивается ее характерный элемент*. Мне эта мысль показалась полезной, и я детализировал ее диаграммой [*Чайковский*, 1990, с. 218], которую можно найти также в БПС (2000, N 46, рис. 22); на ней развитие выглядит *конусом*, вершины которого мы достигли в XX веке. Из нее видно, что *с появлением человека и цивилизации макроуровень слился с микроуровнем*: человек выступает и как как отдельный вид, и как генератор новых генов, и как главный деятель биосферы (царство человека – см. гл. 10).

Можно не верить в то, что эволюция шла "по Тейяру", т.е. к заранее намеченной Богом конечной цели, но надо признать, что ***в одном смысле эволюция своего конца достигла***: коэволюция большого с малым достигла того предела, когда большое от малого не отличить. К тому же выводу приводит и рассмотрение фактора времени: время жизни системы и ее элемента сомкнулись. Например, в XX веке за время жизни одного поколения людей возникла, расцвела и почти сошла с арены целая *историческая формация* – социализм (в довольно-таки чистом виде он остался в Северной Корее и Туркмении, а в других социалистических странах клонится к новой формации, которую описывать здесь не место).

Нечто сходное дает анализ технического прогресса, который тоже дал за 150 лет больше новых позиций, чем за предыдущие 3 тыс лет (*Валлизер О.Х.*//ВРАН, 2002, N 10, с. 917). Это не значит, что эволюция кончилась, это значит лишь, что она приняла иную форму, не допускающую описания в прежних терминах. Новую форму биолог Р.М. Зелеев (Казань) предложил в виде *схемы двух конусов*: к вершине прежнего сужавшегося конуса приставлена вершина нового, расширяющегося во времени сообразно росту нашего знания о мире. В основном это – "накопление Культурной информации" (*Зелеев Р.М.* К опыту геометризации представлений о картине мира и путях его познания // ЛЧ, 1999). Добавлю, что это, прежде всего, информация о виртуальных мирах. Однако это не биология.

Что же касается биоэволюции, то она, как отмечено в начале книги, идет и притом весьма бурно. Мы вернемся к этой теме в главе 11.

Часть 4. Приложения эволюционной теории

Глава 10. Эволюция и систематика

До сих пор нас занимало становление не таксонов, а структур и механизмов. Но от систематики никуда не деться, поскольку без нее нельзя даже назвать те организмы, эволюцию которых мы обсуждаем, и, как оказывается, нельзя всерьез обсуждать процесс эволюции (хотя и можно обсуждать ее механизмы). До сих пор мы пользовались названиями групп организмов как чем-то заданным, но можно ли так поступать? Ведь сам факт включения исследуемых организмов в какую-то группу

задает возможный круг вопросов. Так, вопрос: "Почему из всех архозавров не вымерли только крокодилы?" – теряет смысл, если крокодилов не считать архозаврами.

Признание правоты той или иной теории тоже зависит от систематики. Например, пунктуализм (п. 5-1), утверждая, что таксон образуется быстро, а затем долго не меняется, молчаливо допускает, что любую историческую последовательность организмов можно уверенно разбить на таксоны; их противники уверены в ином – что эволюция идет непрерывно, а потому на ископаемом материале границы таксонов проводятся условно, что и создает иллюзию скачков; по их мнению, на уровне анализа особей скачков не будет.

Есть и более насущные вопросы. Систематика обслуживает всю биологию и не только ее. Она должна быть удобной и понятной, чего о нынешней никак не скажешь. Может ли тут помочь новая теория эволюции?

10-1. Система, таксоны и названия

Систематика сформировалась в XVI-XVIII веках без всякой связи с эволюционной идеей. Именно эту систему дарвинизм и поставил целью рационально истолковать. Недаром Дарвин назвал свою первую и главную эволюционную книгу "Происхождение видов", а Коп назвал свою первую эволюционную статью "Происхождение родов". Ныне ситуация иная: система видов, родов и прочих таксонов мыслится не как нечто заданное и постигаемое умом, она *строится как итог эволюции*. А значит, если понимание механизма и процесса эволюции меняется, неизбежен вопрос: соответствует ли им наличная систематика? Отрицательный ответ вовсе не должен означать, что систематику надо тут же менять. Нет, сперва следует проделать то, чем пренебрегли в годы Геккеля: выяснить, насколько система таксонов – итог эволюции. Напомню, что есть иная точка зрения: номогенез видит эволюцию как процесс заполнения объективно заданной таблицы, которая сама от эволюции не зависит (от эволюции зависит лишь степень заполненности таблицы).

Уточним термины. Согласно полуофициальной (рекомендательной) работе английского ботаника Чарлза Джеффри, *систематика* ставит целью "создание таких систем классификации, которые наилучшим образом отражали бы различную степень общего сходства живых организмов". Она состоит из "двух основных областей" – классификации и номенклатуры. *Классификация* – "процесс установления и характеристики систематических групп" и, одновременно, результат этого процесса. *Номенклатура* – это "распределение названий между установленными таким путем таксонами" и, одновременно, результат этой процедуры [*Джеффри*, с. 14-15]. Тем самым, систематика не обязательно связана с эволюцией: зато номенклатура тут строго следует за классификацией, а это, как увидим, плохо практически.

От Геккеля идет уверенность, что все таксоны возникают в ходе эволюции и притом возникают по единой схеме. При этом вопрос обоснования самого феномена эволюции больше вообще не ставится, в полном соответствии с тезисом Витгенштейна (п. 3-7). Здесь принятию факта эволюции в качестве постулата сопутствовало неосознанное принятие еще одного постулата: что эволюция имеет вполне определенную форму – форму *филогении*, т.е. порождает родословное древо.

Кажется, Любищев первым заметил, что постулат этот ниоткуда не следует, а в биологию попал из логики иерархической классификации времен Линнея. В самом деле, в XVI-XVIII веках было принято всё на свете классифицировать в форме древ (даже,

---

[38] До него Конрад Лоренц уже рассматривал антропогенез как аналог доместикации — см.: *Гороховская Е.А.* // ВИЕТ, 2002, N 3, с. 551-552.

например, способы обретения царской власти [*Чайковский*, 1999, с. 9]). От данного приема давно отказались все, кроме большей части биологов (отказались бактериологи и отчасти палеоботаники), причем биологи вынуждены то и дело пересматривать свои системы. Согласие при этом отнюдь не близится и, видимо, не ищется. В итоге ***нет стабильных названий, и страдают все***.

Для практических целей нынешняя систематика мало пригодна – в том смысле, что для пользования ею надо иметь личный контакт с узким специалистом в каждой из систем, какими пользуешься. Джеффри: "Названия, которые обычно сообщают систематики в ответ на запрос, являются правильными... по общепринятой в настоящее время классификации рассматриваемой группы" (с. 58). Для исторических и экологических работ нужно большее: прежние названия и синонимы, их зависимость от ареалов и т.п. Требуется личный контакт.

При всем том за экспертизой может не стоять никакой теории. Вот что пишет систематик-зоолог К.Г. Михайлов: <<В случае возникновения противоположных мнений об одном и том же таксоне спорящие стороны редко прибегают к морфологическим доказательствам. Нормальному обсуждению подвергаются только таксономические проблемы на уровне класса и выше... Основной результат работы систематика-практика – это иллюстрированные определительные ключи, диагнозы и описания новых, а также переописания ранее известных таксонов. Как правило, научные публикации такого рода не сопровождаются какими-либо обоснованиями выделения того или иного уровня (ранга) таксона... Более того, попытки введения прямых доказательств вызывают удивление ("Зачем это, ... мы тебе доверяем")>> [*Михайлов*, с. 41]. Запомним этот *тезис Михайлова*.

Сами систематики считают (насколько могу судить по нескольким беседам) такое положение вполне удобным, поскольку чувствуют свою незаменимость, но с этим, по-моему, пора кончать – как потому, что тормозятся охрана и разумное использование видов, так и потому, что в нынешней таксономической чехарде нет объективной нужды.

До сих пор у систематиков господствует тезис "Изменение названия, под которым таксон уже известен, разрешается кодексами только в том случае, если необходмо исправить номенклатурную ошибку, *внести изменение в классификацию* или исправить допущенное в прошлом ошибочное определение" [*Джеффри*, с. 53]. По-моему, его действие надо ограничить, а подчеркнутые мною слова следует переосмыслить.

Ведь само по себе изменение классификации вовсе не требует изменения названий, если понимать их просто как адреса ("Название – это просто условный символ или шифр, который дает возможность ссылаться на тот или иной таксон" – [*Джеффри*, с. 19]), так что изменять их надо только тогда, когда они грозят вызвать путаницу. Джеффри сам подчеркнул, что "номенклатура до некоторой степени независима от классификации" и что та номенклатура, которая изменяется при изменении классификации, ущербна (с. 15, 34), но практический его вывод противоположен.

В принципе задача стабилизации названий не нова, и для ее решения надо обратиться к истории науки. Линней не знал наших эволюционных догм, зато был великим систематиком. По Линнею, требуются *две системы: искусственная* и *естественная*. Первая нужна для адресации, вторая – для уяснения "сути вещей". Естественную систему он не разработал, а лишь бегло описал ее эскиз в 3-ей главе "Философии ботаники".

Насколько понимаю, речь у него шла о том, что ***естественная система дол-***

жна классифицировать сущности, а искусственная – использовать акциденции, удобные для адресации (об акциденциях см. п. 1-6*). Увы, следующие поколения биологов взяли искусственную систему и стали модифицировать ее в естественную, как они ее понимали, причем слово "естественная" стали после Геккеля трактовать как "эволюционная", а "эволюционная" – как "филогенетическая". Вопрос о своей правоте почти никем из авторов не ставился, и ничего путного выйти не могло. Далее (п. 2) будет изложена точка зрения на естественность системы, описанная в статье [*Любищев*, 1972], в параграфе 1.3 книги [*Корона*, 1987] и параграфах 6.1 и 6.2 книги [*Чайковский*, 1990], где есть и ссылки на литературу.

Мне уже случилось писать о стабильности названий [*Чайковский,* 1990, с. 19-20, 46-48, 140-141], но единственный известный мне отклик состоял в том, что некорректный критик упрекнул меня в призыве отменить латинские названия. На самом деле речь у меня шла о другом – о том, что *нельзя менять латинские названия по произволу всякого, кто понял родство данных организмов по-новому,* и что *латинские названия надо попытаться сделать столь же устойчивыми, каковы бытовые названия*. То есть я предлагал вновь, как у Линнея, отделить номенклатуру от вечных споров о "естественной системе". Если, например, состав рода Canis (собака) меняется от сводки к сводке, это не основание столь же часто и покорно изменять во всех книгах название Canis vulpes (так названа Линнеем *лисица обыкновенная*) на Vulpes vulpes и обратно (как мы видим в нынешних системах). По-моему, будет лучше, если тот, кто вводит отдельный род *Vulpes,* будет писать: "вид Canis vulpes L. из рода Vulpes (точно так же, как сейчас пишут: род Vulpes из семейства Canidae)" [*Чайковский,* 1990, с. 47]. Кстати, примененное мною обращение к бытовому названию ("лисица обыкновенная") с целью прояснить суть дела – довольно обычная в номенклатурной практике процедура. К сожалению, огромное большинство видов не имеет бытовых названий.

Сходную процедуру предлагает для надвидовых таксонов питерский систематик Н.Ю. Клюге в своей концепции "объемной номенклатуры": <<Например, "*Libellula* sensu Linnaeus, 1758"... означает то же, что объемное название "Odonata">> [*Клюге*, с. 62]. Предложить столь архаичный термин, как "Libellula в смысле Линнея", его вынудил тот печальный факт, что номенклатура отряда "стрекозы" весьма переменчива и потому запутана – достаточно отметить хотя бы, что оба приведенные им термина (Libellula и Odonata) введены в XVIII веке, однако я не нашел их в двух обстоятельных энциклопедиях начала XX века, но нашел в нынешней. (Обычное хождение номенклатуры по кругу.) Недостатки же идеи Клюге состоят в том, что она тоже – запутанная и более юридическая, чем биологическая.

А меня устроит минимум: пусть систематики, без конца споря о составе семейства псовых (Canidae) и месте лисицы в нем, будут помнить, что имеют в виду вид Canis vulpes в смысле Линнея. При этом можно использовать, например, обозначение: "Canis vulpes * L", где звездочка указывает на использование старого имени в новой системе. (Обозначать отход от нынешней номенклатуры каким-нибудь значком предлагает также и Клюге.)

На мой взгляд, разумный путь – это путь Линнея: для практики удобна постоянная номенклатура, а постоянство несовместимо со следованием какой-либо моде. Латинские названия организмов не должны меняться, как не меняются их бытовые названия; как не меняются имена людей ни с изменением названий улиц, на которых они проживают, ни с переездом их в другие дома; как не меняются названия химических элементов с прогрес-

сом химии и физики. А вот "естественная система" меняться вынуждена, хотя это вовсе не значит, что она должна меняться часто.

Отсюда следует, что *для номенклатурных целей нужна особая классификация, не связанная с естественной системой жестко*. Наоборот, сама эта классификация должна быть жесткой: будучи принятой международным органом, она не должна меняться ни при каких обстоятельствах, кроме случаев, когда обнаружена ошибка, ведущая к противоречию в самой номенклатуре – к гомонимии (одним словом названо два таксона и более) или синонимии (один таксон имеет два или более названий). Иными словами, принцип приоритета отдельных названий желательно заменить на принцип постоянства номенклатуры каждого таксона в целом, если она уже вошла в употребление. Надеюсь, что такая практика станет обычной, когда систематики осознают, что нынешняя чехарда в номенклатуре – тупик. Однако в этом теория эволюции им помочь не может.

На мой взгляд, наличную систему названий (номенклатуру) надо принять как данную и пользоваться ею, не пытаясь ее менять. И саму систему надо, по-моему, строить заново только в тех ее частях, где ныне нет устойчивой (долговечной) системы. Тут-то и понадобится эволюционизм.

*** Тезис Короны**

Давней беседе с зоологом Н.Н. Воронцовым (около 1965 г.) я обязан пониманием того факта, что постулат о представимости процесса эволюции посредством родословного древа есть всего лишь проекция дворянских генеалогий на мир растений и животных. Вскоре стали появляться статьи Любищева, где тот напомнил свои сомнения в универсальности иерархии.

Поэже ботаник-структуралист В.В. Корона (Екатеринбург) сказал более обще и четко: древо, как форма системы, связано не с идеей эволюции, а *с удобством*, с тем, что "наиболее рациональной формой упорядочения информации является форма дихотомического ключа". Так что "Монофилия и дивергенция – это логиче следствие принятых постулатов, а не собственная форма системы" [*Корона*, 1987, с. 32]. Сформулируем это в такой форме: ***Древо как форма классификации отражает свойства не объекта, а мышления***. Принять этот *тезис Короны* – значит признать, что сам способ изображать систему древом искусствен по-существу.

Тезис Короны доказать или опровергнуть невозможно, и могу лишь сказать, что с его позиции многое становится понятнее. В нем, по словам Короны, кроется "причина устойчивости филогенетической систематики" как явления науки, хотя она и не решает ни одной из стоящих перед нею задач (в частности, не дает конкретных устойчивых систем). Задач этих он видел три: "построить естественную систему органического мира, выяснить историю его развития и найти наиболее упорядоченную форму представления существующего многообразия". Как видим, историчность и естественность у него – разные понятия. Могу еще добавить, что удобство рассуждений – тоже понятие историческое: 300 лет назад в виде древ классифицировали всё на свете, и это было удобно, поскольку в умах царила идея иерархии; а сейчас она доживает век в биологических системах, и то не во всех.

Век этот будет долог (систематику невозможно сменить декретом, да и неясно, будет ли иная систематика удобнее – см. далее), но на эволюционную мысль идея иерархии таксонов влиять не должна. Если в процессе эволюции и есть какая-то иерархия, она должна быть *выявлена собственно эволюционными средствами*, а не извлечена из сис-

тематики.

10-2. Филогенетика, кладизм и систематика

Ситуация, когда классификация организмов строится как итог реально текшей эволюции, а сама эволюция мыслится как реализация старинного классификационного принципа, есть порочный круг. Иногда это признают сами систематики: "Это порочный круг – что корректная филогения требует установить обстоятельства конвергенции[39], тогда как для установления факта конвергенции надо построить корректную филогению" (*Moore J., Willmer P.* Convergent evolution in invertebrata // BR, 1997, N 1, p. 48).

Порочного круга можно избежать, если процедура попеременного обращения к зависящим друг от друга массивам данных *итеративна*, т.е. если сами массивы от шага к шагу видоизменяются. Такую процедуру предлагал Мейен (п. 6-3**). "Хочется надеяться, что по мере прохождения такой процедуры систематик последовательно приближается к истине" [*Михайлов*, с. 42]. Однако из математики известно, что отнюдь не все итеративные процедуры сходятся; некоторые блуждают вокруг искомой точки, другие удаляются от нее (расходятся). Приведенные в п. 1 примеры (о собаках, осах) говорят, что надежды Михайлова сбываются не всегда. Непонимание этого непрестанно порождает путаницу.

Ее допустил и Джеффри, чья работа ставила цель прекратить путаницу. Целью систематики он назвал поиск сходств, а не родства, но на той же странице объявил единственной причиной возможности построения систем феномен эволюционного родства. Далее (с. 16) единственной формой системы назвал иерархию (древо), что не помешало ему в конце работы (с. 85) заметить, что "если систематики принимают какую-то иную, не иерархическую… систему классификации, лежащую в основе существующих кодексов, то они не только могут, но и должны принять систему номенклатуры…, отличающуюся от тех, которые установлены кодексами". Как понимать это важное заявление, не сказано.

Дарвинизм, равнодушный к теме анализа своих основных понятий, мог терпеть эту путаницу (порочный круг), но вне его всегда жила оппозиция ей. Появление мероно-таксономического анализа Мейена дало удобную основу для новой рациональной систематики. О ней и поговорим.

Должна ли естественная система организмов отражать их эволюцию? Если да, то будет ли она иерархической или какой-то иной формы? Если нет, то что она должна отражать и какую форму иметь? Только ли эволюционную систему можно считать естественной? Должна ли эволюционная система строиться на идее полезности свойств? Эти и подобные вопросы почти не обсуждаются, но каждый систематик имеет на них свой особый ответ, поэтому систематика вязнет в противоречиях.

Еще Линней понимал, что естественность системы – нечто более глубокое, нежели удобство адресации, и предложил две системы растений: искусственную (для целей адресации) и естественную (для уяснения "сродства" видов, которое он понимал как некую общую близость, но не как родство). Мишель Адансон, его младший современник, видел естественной ту систему, в которой рядом стоят таксоны, близкие по максимально возможному числу признаков. В 1820-х годах Бэр уточнил естественность как сходство общего строения, а не отдельных, пусть и многих, частей или свойств. Он полагал, что естественную систему следует то и дело пересматривать в связи с новыми данными, и это мнение бытует до сих пор.

Наоборот, английский логик и историк науки Вильям Уэвелл вскоре предложил понимать естественность системы как устойчивость: чтобы ее не требовалось пересматривать при появлении новых для классификации признаков (т.е. при более детальном изучении прежних объектов).

Систематику принято строить на "устойчивых" признаках, а ими часто оказываются бесполезные. Этот прием противоречит тезису дарвинизма "всё долговечное полезно", но на деле всеми используется. Мейен делал иной вывод: "функциональность в принципе непригодна к объяснению всего разнообразия живого", и соглашался прилагать ее "лишь к отдельным особенностям организмов"; на это Заварзин возражал: "Да, в живом организме не все целесообразно, но эта нецелесообразность не превосходит таких пределов, которые препятствовали бы существованию организма" [*Заварзин*, 1990, с. 121]. (Последний тезис уже введен в п. 6-2* как "экологическая прочность".) Замечу: не будет противоречия, если *перевернуть установку Мейена*, т.е. признать, что как раз отдельные особенности чаще у всего бесполезны, а вот общие свойства обычно нужны его обладателям. Вместо этих противоположных точек зрения лучше признать, что систематику нельзя строить априорно (на функциональных свойствах или на отрицании их значения); систему каждого таксона надо строить на том, что именно для него понадобится при построении.

Для Дарвина и Геккеля естественность системы состояла в общности предка каждой группы, и это понимание стало господствующим в XX веке. Тезис "сходство свидетельствует о родстве" игнорирует ту истину, что само понятие родства почти всегда основано на сходстве и ни на чем другом.

Сто лет назад математик Анри Пуанкаре высказал уверенность, что никакая детальная система не может быть выстроена окончательно, и в качестве естественной предложил понимать *параметрическую* систему, в которой положение объекта задается одним (как в системе Менделеева), двумя (как на географической карте) или несколькими параметрами. Примером двух *равно естественных* систем может служить указание химического элемента его номером и парой координат (строка и столбец).

Любищев в 1923 году фактически соединил Пуанкаре и Уэвелла, признав естественной ту систему, "где все признаки объекта определяются положением его в системе". Образцом он считал систему Менделеева, в которой номер элемента определяет его свойства.

В те же годы друг Любищева зоолог Беклемишев, признав негодность принципа родства для систематики, сохранил, однако, идею иерархии как единственно годную для построения естественной системы. Эта вроде бы странная позиция вызвана тем, что саму естественность он понимал отнюдь не как выяснение какой бы то ни было "природы вещей", а лишь как краткую адресацию, и считал идеалом понимание ее по Адансону (*Беклемишев В.Н.* Методология систематики (1928). М., 1994, с. 28). С позиции тезиса Короны, Беклемишев описал идеал вовсе не естественной, а искусственной системы.

Но и его книга полезна для нашей темы: в ней показана невозможность построить работоспособную чисто комбинативную систему (сеть) – она слишком избыточна и потому громоздка; она возможна лишь как часть иной системы, что мы и увидим.

Вавилов и Кренке видели естественность системы в возможности прогнозировать свойства ее элементов (находить новые формы).

В 1966 году французский культуролог-структуралист Мишель Фуко писал, что естественность системы определяется ее соответствием тем представлениям о структуре мира и порядке вещей в нем, которые в данное время господствуют в обществе. Никакое накопле-

ние противоречий не заставит отказать системе в естественности, пока не сменится картина мира (вспомним "бритву Оккама" и тезис Витгенштейна).

Согласно главе 5 книги [*Чайковский*, 2001], картина мира, усвоенная обществом, порождает в нем познавательную модель (см. сноску к п. 6-3). Не имея здесь возможности сопоставить таксономическую и эволюционную позиции каждой эпохи с ее моделями, скажу только, что эпоха рождения иерархического понимания системы вообще и естественной в частности (XVI-XVII века) характерна господством *знаковой* познавательной модели, в которой мир понимается как текст или шифр (у Короны – "фигуры подобия"). Эта модель обычна для времени становления научной дисциплины, а затем сменяется моделью, господствующей в данную эпоху (так, в генетике знаковая модель ныне сменяется на системную). Мне ближе всего *диатропическая* модель.

Систематик-ламаркист Е.С. Смирнов в те же годы видел естественность системы в ее общепризнанности, окончательности и единственности, "не допускающей вариантов". Этим он тоже развил Уэвелла, но неудачно: до сих пор всякое "окончательное" решение оказывалось временным. И все-таки позиция Смирнова заслуживает внимания, поскольку в неявном виде присутствует у многих: вряд ли систематик, предлагающий новую систему, не надеется, что она окажется естественной по Смирнову.

По Мейену и Шрейдеру, *классификация* – это "разбиение любого множества (класса) объектов на подмножества (подклассы) по любым признакам", а *систематика* – установление такой классификации, которая признана привилегированной, "выделенной самой природой", т.е. в некотором смысле *естественной* (*Мейен С.В., Шрейдер Ю.А*. Методологические аспекты теории классификации // ВФ, 1976, N 12). Как видим, авторы назвали саму систематику естественной классификацией. (Вряд ли этот термин удачен, но работать с ним можно.) Они отметили, что факт существования естественной системы неочевиден. Актуален вопрос о том, есть ли способ достичь естественной системы даже в предположении, что она существует. Законен и вопрос: что именно должна упорядочивать систематика? Ведь "***Помимо системы собственно таксонов, существуют, по меньшей мере, еще две – система морфологических уровней и система жизненных форм***" [*Михайлов*, с. 42]. Далее нам понадобятся все три.

Сказанное почти неизвестно практическим систематикам. Связано это прежде всего с тем, что в науке ныне доминирует англоязычная культура, которая далека от идей структурализма (п. 6-11), а с тем и от планов строения. В итоге систематики попросту не знают, что такое естественная система, не говоря уж о различии в ее пониманиях. Так, в новейшем руководстве читаем: <<Систематика живых организмов традиционно строится как отражение их филогении (или "естественной системы", как ее называли до создания эволюционной теории), так что именно систематика позволяет объяснить существование у тех или иных живых организмов тех или иных свойств, т.е. перейти от описательного этапа биологической науки (отвечающего на вопрос "как?") к следующему этапу – выявлению причин (т.е. к ответу на вопрос "почему?")>> [*Клюге*, с. 7].

Как видим, автор счел естественную систему ушедшим в прошлое понятием и сделал странный вывод, что систематика выполняет те функции, какие принято относить к остальной биологии. Сперва это кажется обычным преувеличением роли своей отрасли (выше мы говорили о такой же позиции многих эволюционистов, генетиков и иммунологов), но чтение книги убеждает в ином: для автора вопрос "почему?" означает всего лишь одно – от кого? Это не только чересчур узко, но и не всегда осмысленно. В частности, вопрос о том, всегда ли можно указать для данного таксона таксон-предок

хотя бы в принципе, далеко не прост, однако в книгах такого рода он никогда не ставится.

Нас же интересует не эта *систематика для систематиков*, а наука, полезная всем. Она не должна быть чисто эволюционной, поскольку главный вопрос систематики – "кто это?" Наоборот, вопрос "от кого?" (и прочие исторические вопросы) осмыслен постольку, поскольку помогает ответить на главный, а не запутывает его.

Есть как системы чисто исторические (всевозможные хронологии), так и чисто структуралистские (самые известные – система химических элементов и грамматика). Все учебники подают грамматику как систему правил, невесть откуда взявшихся, и только будущим филологам дают знать об их происхождении. Это правильно: вряд ли многим интересно, что такие русские понятия, как склонение, падеж, спряжение, наклонение и т.п., суть кальки с греческого. Однако предмет "Историческая грамматика" существует, и никакой филолог без его усвоения не состоится. (Химикам вообще не рассказывают об эволюции элементов.) Для биологии эта аналогия означает, на мой взгляд, что историческая систематика необходима узкому классу специалистов, занятых именно эволюцией, тогда как остальным гораздо важнее, чтобы она четко отвечала на вопрос "кто это?". Именно так, насколько понимаю, видел задачу всякой систематики Любищев.

В биологии царит понимание эволюции как процесса приспособления, однако систематика всячески избегает "адаптивных сходств" (трактуя их как параллелизмы, каковые игнорирует). Отметив этот факт, И.М. Мирабдуллаев (Ташкент) напомнил о наличии иной систематики, *экоморфологической*, и заключил: "По-видимому, филогенетическая и экоморфологическая систематики – законные и взаимодополнительные (в представлении Н. Бора) дисциплины, описывающие две стороны процесса эволюции – дивергенцию и адаптацию" (*Мирабдуллаев И.М.* // УСБ, 1994, N 1, с. 32). Мысль о двух систематиках очень важна (хотя никак не объяснено, почему параллелизмы надо считать адаптациями) и повторяет Линнея. Мы к ней вернемся далее.

Иерархическую систему организмов часто сравнивают с библиотечным каталогом и с адресной книгой. Но вряд ли найдется библиограф, который по мере получения новых книг переписывает карточки старых, тасует старые карточки в ящиках и переставляет сами ящики. Аналогично, имя и адрес жителя не меняются от того, что рядом кто-то поселился. А ведь биологи-систематики заняты как раз подобными изменениями – изучив одни виды, меняют названия и "адреса" других. Но каталог и адрес – искусственные системы, от которых требуется только удобство поиска. Никто не ищет в них историю книгопечатания или города. Для этого есть другие способы записи – книги по истории. И только в биосистематике царит странное обыкновение извлекать адрес из истории, притом не из реально наблюдаемой, а из реконструируемой по тем же адресам.

Каталог иерархичен (шкафы состоят из ящиков, главы – из параграфов и т.д.) и потому *допускает любую степень детальности отдельных тем, зато крайне ограничен в возможностях учитывать сходства*. В сущности, такая возможность тут одна: помещать сходные объекты в общую группу. При этом невозможно избежать ситуации, когда две соседние карточки отведены очень различным объектам. Она возникает всякий раз, когда кончается один раздел и начинается другой, и единственное, на что способен тут систематик – завести новый ящик (даже если прежний почти пуст).

Наоборот, карта (план) обладает тем достоинством, что *близкое в природе всегда близко на карте и наоборот*; поэтому естественно отображается феномен общей границы, что каталогу недоступно. Положение объекта просто и однозначно задается парой его координат (параметров системы). Для первого знакомства с городом простенькая

карта куда полезнее, чем адресная книга. Зато *детальность карты жестко задана ее масштабом*, для всей карты единым, и если детальность надо увеличить, приходится всю карту заново чертить на гораздо большем листе, что лишает ее прежней наглядности.

Словом, *каталог и карта друг друга заменить не могут*, и нет смысла спорить, какая из этих систем более естественна. Линней хотел изобразить (но так и не сделал этого) систему цветковых в виде карты и полагал как раз такую систему естественной. Наоборот, последующие ботаники строили различные графические системы, в какой-то мере напоминавшие карту. Из них сошлюсь на систему голосеменных Мейена, где на рисунке соединены исторический и географический принципы (о ней см. ниже). Наглядность их несомненна, однако возможности детализации в них малы.

*** Кладизм**

Если мы можем упорядочить мероны, то, проведя сперва разделение объектов по принципу значений первого мерона, затем – второго и т.д., то получим иерархию. Так, толпу военных легко упорядочить, разделив их сперва по родам войск (все роды войск суть состояния одного мерона – "род войск"), затем в каждом роде войск разделить людей по званиям, а всех лиц одного рода и звания выстроив по росту. Таким же образом можно упорядочить всё что угодно, даже набор случайных чисел: сперва разделить их на четные и нечетные, затем в каждой из этих двух групп – на кратные трем и все прочие, затем на кратные пяти и т.д. Похожим способом и Линней построил свою систему цветковых (см. [*Любищев*, 1972]; *Чайковский Ю.В.* Систематика видов и систематика царств // БШ, 1996, N 4).

Такая система (в которой иерархия получена путем упорядочения меронов), называется *кладистической*. Ее можно построить для любого множества неодинаковых объектов, и она всегда окажется иерархической. В ней самой по себе никакой истории нет. *Тем не менее именно кладистические системы в последнее время распространены в качестве эволюционных. Пока это противоречие не осознано, нет оснований надеяться на построение системы, которая окажется долговечной*.

Для примера рассмотрим обширную новейшую статью "Филогения змей" (*Lee M.S.J., Scanlon J.D.* Snake phylogeny based on osteology, soft anatomy and ecology // BR, 2002, N 3). Авторы заявили, что кладистический анализ подтвердил монофилетичность подотряда змей, т.е. что все змеи произошли от единого предка. Работа проделана огромная – для анализа взято 263 мерона, и значения их выписаны для всех рассмотренных групп змей. Однако удивляет полное отсутствие упоминания *яда и ядовитых зубов* – того, что для большинства людей главное у змей. (Сто лет назад змей классифицировали именно по наличию и форме ядовитых зубов, по их положению во рту змеи, а в середине XX века было выяснено, что яды бывают двух совсем разных типов и что это говорит о родстве.) Оказывается, авторы не анализировали надсемейство ужеобразных (Colubroidea), в котором состоит 3/4 всех видов змей, в том числе все ядовитые. Оно взято лишь как единица, равноценная остальным, мелким, причем в характеристику ужеобразных включено только 8 меронов. Столь урезанный анализ привел к цели, но в весьма странном смысле: от прежних групп пришлось отказаться и ввести те, какие диктовал кладистический метод, да и то весь подотряд охватить не удалось. Мне не удалось сравнить их систему ни со старыми, ни с новой (в руководстве Кэрролла, о нем см. гл. 9), настолько различны названия. Становится досадным правилом – вводить свою филогению-однодневку, даже

не сопоставив ее с практически принятой системой.

Практически такая филогения бесполезна и явно не будет принята систематиками, но она вряд ли нужна и теоретически, ибо не говорит об эволюции змей почти ничего. В самом деле, *ядовитость* (одна из главных тенденций эволюции змей) не рассмотрена; если же ее учесть и включить в анализ хотя бы некоторые другие из важных меронов надсемейства ужеобразных, то его монофилия рухнет и будет не к чему пристраивать остальные группы змей. А ведь Майкл Ли – ведущий австралийский систематик (см. ниже), да и Джон Сканлон – известный палеонтолог, изучающий как раз змей. И насилие над материалом они произвели, полагаю, исключительно из слепой веры в моду.

Кладизм является лишь развитием до логического предела (а он на практике обычно означает абсурд) иерархической идеи, и его обсуждение не имет смысла, пока не выработано отношение к методу иерархии вообще.

Мне вся ситуация представляется прямым следствием утери общебиологической культуры у предыдущего поколения англоязычных биологов (см. п. 4-17, петит), повлекшей забывание основной таксономической проблематики биологическим сообществом. И Зелеев прав, говоря: "Для создания непротиворечивой системы организмов иерархический подход неприемлем, так как, наряду с субъективностью выделения ведущих признаков, здесь очевидно смешение степеней родства и уровней организации. В целом естественная система видится, по меньшей мере, трехмерной, где кроме оси времени, отражающей историческую преемственность организмов, должны быть отражены уровень организации и экологический параметр – место организма в экосистеме" (*Зелеев Р.М.* Подходы к построению системы организмов // ЛЧ, 2000). Кладизм не видит ни одной из этих осей.

Удивительно, что кладисты уверены в строгой обоснованности своего метода, но на самом деле в центральном пункте их рассуждений всякий анализ отсутствует. Дело в том, что у них выбор признака, годного для классификации, ведется из соображений ничтожно малой вероятности совпадений: "Кладистический анализ базируется на предположении о неповторимости и необратимости эволюционных преобразований (известном, как закон Долло). А это предположение, в свою очередь, основывается на соображениях вероятности: вероятность того, что одно и то же изменение в генотипе может произойти независимо несколько раз, настолько мала, что ее можно считать равной нулю. Таким образом, предполагается, что каждая апоморфия (признак, годный для классификации – *Ю.Ч.*) возникла один раз и унаследована всеми потомками того вида, у которого она возникла" [*Клюге*, с. 15]. То же в иных терминах говорят и другие [*Медников*].

Но в основе такого подхода лежит очень частное понимание случайности (принято, что все варианты равновероятны) и противоречивое понимание задач систематики (целостное по форме заявлений, но на самом деле оперирующее отдельными признаками) [*Чайковский,* 2001, гл. 9].

** Какую же систему считать эволюционной?

Итак, естественная и эволюционная системы – различные понятия. Даже признав историю таксона важной стороной его понимания, надо признать, что есть и другие стороны ("организмы связаны не только генеалогическими, но и многими другими типами связей со средой и друг с другом, поэтому даже строго и однозначно установленная генеалогическая система не более естественна, чем любая другая, построенная на иных типах связей" [*Корона*, 1987, с. 32]). Поэтому построено много систем, прямо игнорирующих исторический

подход к систематике. Некоторые из них интересны и приведены Короной (там же), но наша тема – эволюция.

Беда всех таких построений в том, что они пытаются *заменить* существующую филогенетическую систему, а это вряд ли возможно, поскольку она лежит в основе всех руководств и сводок, так что заменять ее поздно. Возможно, что она сама собой понемногу будет вытеснена из науки и практики, как в течение XIX века была вытеснена половая система цветковых Линнея, но сделать это волевым актом невозможно. Единственное, что мне представляется реальным и разумным, это обрисовать эволюционную систему, которая будет изображать то, чего филогенетическая изобразить не может, но не взамен ей, а в дополнение.

Примечательно, что вне биологической систематики мало кто отображает историю в форме древ, а если говорить специально о графических отображениях, то чаще всего используется *карта*: историю очень удобно изображать как распространение явления в пространстве, а его возникновние – как точку в этом пространстве. Именно так Мейен хотел изобразить флорогенез, но карта не обязана быть географической: явление может возникать и распространяться в любом абстрактном пространстве.

По-моему, система-карта должна, если пользоваться ботанической аналогией, являть собой план парка, в котором рассажены кусты и деревья, соответствующие частным системам. На деле у нас речь пойдет о кустах, поскольку нынешние системы на прежние древа непохожи. Для сравнения на рис. 77 приведены две филогенетические системы млекопитающих – по Геккелю, 1866 год (ветвистое древо), и по новейшей официальной схеме. Последняя являет собой куст без единого достоверного ветвления, причем все немногие гипотетические ветвления отнесены в далекое прошлое.

Именно повсеместное вытеснение крепких "древ" робкими "кустами", происшедшее в течение XX века, наводит на ту мысль, что сам принцип филогении исчерпан (ср. п. 9-15), что ныне он неадекватен материалу и потому неинформативен, что вскоре он будет вытеснен более реальным.

Главная причина ущербности всех филогений – объективно существующая рефренная структура таксонов и связанные с нею параллелизмы. "Причину параллелизма С.В. Мейен усматривает в мозаичном типе эволюции частей целого... В этом принципиальном аспекте позиция С.В. Мейена, основанная на палеонтологическом материале, близка к позиции... биологов, использовавших сравнительный метод изучения многообразия, в том числе и позиции рецензента" [*Заварзин*, 1990, с. 120-121].

Система-парк будет описана в п. 8, но сперва необходимо ввести и обсудить ряд понятий.

10-3. Альтернативы кладизму и филогенетике вообще

Царящая ныне в биологии филогенетическая систематика лежит вне рамок данной книги, поскольку в ней изложена не филогенетическая, а диатропическая концепция эволюции. Однако следует объяснить, почему такой подход представляется лучшим, чем господствующий.

1) Как сказано в начале главы 8, один и тот же эволюционный итог может быть достигнут различными путями. Причин у этого ныне известно две: генетическая (горизонтальный перенос) и диатропическая (комбинаторный характер разнообразия), причем первая означает, что таксон может иметь двух *одновременных* предков. О филогении

[39] О конвергенции см. п. 6-2.

(родословном древе) нет смысла говорить в обоих случаях. Если так, то древо – чисто мысленная конструкция, не имеющая эволюционного смысла (тезис Короны).

Однако фактически древо может достаточно хорошо описывать систему, если разнообразие группы устроено так, что связями между ветвями можно в первом приближении пренебречь. По всей видимости, такова ситуация в систематике высших растений (см. далее).

2) В самой филогенетической систематике за последние полвека пришел к господству *кладизм*, суть которого состоит, как сказано выше, в последовательном выборе признаков. Как верно отметила Гречко, в основе тут лежит далеко не очевидный "постулат о том, что предковый вид перестает существовать при видообразовании, давая начало двум новым видам". Столь же сомнителен постулат о "молекулярных часах", т.е. предположения о равномерности и равновероятности накопления мутаций.

И всё же кладизм царит в США, где глава Общества систематиков заявляет даже, что "современная систематика не имеет биологического смысла" и должна быть заменена кладистической (см. *Гречко В.В.* // ЭГ, 1015). На мой взгляд, такая позиция вызвана полным неведением всего, что сделано в науке вне рамок личной практики сообщества кладистов.

3) Люди самых разных взглядов на эволюцию скептически относятся к кладизму. Еще на его заре Любищев отмечал чисто формальный его характер и указывал на случаи, когда он явно непригоден даже в качестве формальной классификации, ибо ведет к нелепостям: приняв кладистический метод, надо бы, например, включить в единый таксон птиц и крокодилов, противопоставив последних остальным рептилиям [*Любищев*, 1982, с. 71]. Прошли годы, нелепостей накопилось много (так, описано сходство одного гена у быка и у рептилии, "что ставит эти группы в одну неестественную кладу" – *Гречко В.В.* // ЭГ, 1016), однако кладизм (опять в соответствии с тезисом Витгенштейна) перестал быть для его приверженцев объектом проверки, став основой оценки "благонадежности" самих фактов.

Как бы нарочно для иллюстрации этого положения в новейшей статье написано: "Молекулярные признаки позволяют строить филогенетическое дерево независимо от морфологических признаков. Это дает возможность рассматривать эволюцию последних вне рамок априорных гипотез о закономерностях морфологической эволюции и независимо от наличия и интерпретации палеонтологических находок" (*Алешин В.В., Петров Н.Б.* // ЖОБ, 2002, N 3, с. 195). Заключив "по молекулярным данным", что Trichoplax, не имеющий никаких органов, произошел от более сложного животного (какого, не сказано), авторы пишут о предке: "Он как бы стал собирать крошки со дна, все шире раскрывая рот, который теперь проходит по краю тела" и т.д. (с. 201-202). По-моему, эту пародию на ламаркизм обсуждать невозможно (так освещали эволюцию репортёры в дни Дарвина). Это особенно досадно потому, что в своей основной мысли (нынешние низшие произошли от высших – см. п. 6-13) авторы, быть может, правы, но анекдотичность их аргументации отталкивает.

Напомню лишь, что сами "молекулярные данные" друг другу противоречат: "Не было построено двух одинаковых деревьев даже в одной лаборатории" (*Карпов С.А.* "Рибосомальные" деревья // Протисты. Ч. 1. СПб., 2000, с. 126). Это противоречие давно взято на вооружение серьезным научным креационизмом (ЮШ, с. 118-120).

Серьезная аргументация была бы в том, чтобы изучить несколько молекуляр-

ных древ и, если удастся получить *одну и ту же родословную*, сопоставить ее с данными о морфологической эволюции. Возможно, что данная задача невыполнима, но это вовсе не значит, что ее можно считать решенной. Иными словами, не стоит делать отдельные сопоставления ныне живущих и думать, что всерьез изучаешь эволюцию.

Всерьез (к счастью, немногими) предлагается в самом деле соединить крокодилов с птицами, ибо так диктует кладизм. (Обсуждение см. *Lee M., Doughty P.* // BR, 1997, N 4; *Gower D.J., Weber E.* // BR, 1998, N 4. Первая статья не различает филогенетику и кладизм – о ней речь далее, а вторая относится к кладизму скептически.) Такая система была бы бесполезна. Даже Б.М. Медников, идейный антипод Любищева, пишет, что в допущениях кладизма "каждый признак возникает только один раз. Но мы знаем, что это неверно. Еще Н.И. Вавилов открыл закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, из которого следует, что каждый признак фенотипа может возникать (и теряться) многократно" [*Медников,* с. 13].

Ряды описывал еще Дарвин, а назвал их гомологическими Коп, на которого Вавилов всегда ссылался, так что об открытии говорить не стоит. В остальном совпадение аргументации с любищевской полное. Что ряды являют главную трудность для кладизма, признал и Клюге. Тем более странно, что Клюге аттестует кладизм как единственную научную систематику. Впрочем, таков, как уже говорилось, метод дарвинизма вообще – признать трудность, а теорию не менять.

4) Авторы, не склонные к анализу используемых принципов, часто без обсуждения называют кладистическую систематику естественной и даже единственно научной (а естественной принято, тоже без обсуждения, называть эволюционную систематику). Поэтому считаю долгом заметить, что все 50 лет идет непрестанный спор об уместности данного отождествления.

Образованные биологи знают об искусственности такого подхода. Например: "Филогенетический (генетический) подход к объяснению всех особенностей, исходя[щий] из истории происхождения, представляет вековое заблуждение" (*Заварзин Г.А.* Роль комбинаторных событий в развитии биоразнообразия // Природа, 2002, N 1, с. 16). Однако основная масса систематиков не знает ничего, кроме филогенетической идеи, и поэтому ведет беспредметные споры.

Вот образец. Австралийские систематики Майкл Ли и Пол Даути в своем обзоре (*Lee M.S.Y., Doughty P.* The relationship between evolutionary theory and phylogenetic analysis // BR, 1997, N 4) провели на широком материале сравнение кладистического (они его называют филогенетическим) подхода с традиционным (они его называют эволюционным, хотя он в наших терминах как раз и есть филогенетический). Все 119 ссылок – англоязычные, и никаких иных подходов авторы явно не знают ("Все биологи согласятся, что имеет место единственная история жизни, в которой определенная серия эволюционных событий породила конкретную филогенетическую картину" – с. 473).

Обзор интересен тем, что авторы предлагают выбирать для систематики каждого крупного таксона тот метод, который *лучше подходит к материалу*. В обоснование приводится интересное соображение: еще Уэвелл в 1840 году утверждал, что логическая индукция разными путями приводит к одним и тем же выводам, и за ним будет разумно последовать (с. 491). Иными словами, обращено внимание на то свойство природы, которое Мейен называл типологической упорядоченностью (п. 6-3**).

Авторы признают, что кладизм – чисто структурный подход (реконструирующий pattern of relationships), но о существовании структурализма (см. п. 6-11) вряд ли знают. Они приводят примеры, в которых кладизм работает лучше, чем "эволюционный принцип" (так они именуют *адаптационизм*, т.е. объяснение всякого приобретения через его пользу).

Например, сравнительная анатомия среднего уха четвероногих ложится в хорошую кладограмму, тогда как его эволюция авторам непонятна: неясно, как получилось, что у млекопитающих 3 косточки (молоточек, наковальня и стремечко), а у рептилий, птиц и амфибий одна (стремечко). Предлагается принять тут кладизм и отказаться от "внутренне несостоятельного" эволюционного объяснения. Если строго следовать кладизму, надо совершить биологически странные членения: например, отнести бесхвостых амфибий (имеющих стремечко) к рептилиям, а хвостатых к рипидистиям (из подкласса кистепёрых рыб), и авторы на всё это согласны. (Поясню: трудность в том, что эволюция слухового аппарата демонстрирует явную блочность – см. п. 8-11.)

Наоборот, появление теплокровных не укладывается в кладистичесий "паттерн", зато хорошо объясняется "эволюционно". Авторы предлагают отказаться от кладограммы, "видимо неверной в основе", и признать происхождение птиц и зверей от общего теплокровного предка (с. 481), т.е вернуться к старой идее Оуэна. Добавлю: аргументация тут чисто морфологическая, о физиологии теплокровности нет ни слова.

Вообще, идея дополнить кладизм "эволюцией" напоминает мне русскую сказку о мужиках-пошехонцах, которые много лет решали вопрос, чем засевать поле – репой или брюквой, и вымерли от голода. Обзор Ли и Даути предлагает решить проблему, как бы делая салат из репы и брюквы. Как и всюду, мы видим, что дарвинизм во всех его формах донельзя суживает поле теоретического зрения.

5) Кладизм, филогенетика и систематика – мысленные конструкции, о соотношении которых можно спорить, тогда как эволюция есть реально шедший в природе процесс, свойства которого надо не постулировать, а искать. Что касается кладизма, он не является ни описанием, ни моделью эволюции ни для одной группы, он исходно задуман как средство классификации ныне живущих организмов. Поэтому представляется верной та мысль, что такая систематика неестественна и бесперспективна, что ее породили избыток техники и «отсутствие склонности к размышлению» [*Головлев*]. Но и она может быть полезна, если поставит свой рабочий прием в единый ряд с другими. Кладизм надо анализировать еще и потому, что он очень распространен и лежит в основе геносистематики, на которой строятся многие новые эволюционные концепции.

Геносистематика – способ классификации организмов по близости составов их ДНК. В ней господствуют методы, в которых определяющим служит единственный признак (маркер) – чаще всего, нуклеотидная последовательность одной из рибосомных РНК. Популярное изложение см. в статьях: БШ, 1999, NN 5-7; 2000, N 1. В последнее время появились работы, где исследуется сразу до 15 маркеров, но при этом встают все те трудности, какие обычны при совместном анализе семофилогений (см. п. 9-12).

В наше время нет оснований видеть в геносистематике новый вариант систематики как таковой. Это, в общем, признаёт ведущий геносистематик А.С. Антонов: "По аналогии с классической систематикой… мы будем называть группы организмов со сходными генотипами *генотаксонами*" (ЭГ, 752-753). Он приводит примеры разительных отличий таксонов от генотаксонов: род лягушек Rana в геносистематике будет выше отряда, а рыб семейства цихловых – один геновид. Но сам отдает предпочтение генотаксонам, ничего не предполагая для исправления ситуации, как это, повторю, и принято в дарвинизме.

Самые известные и активные американские адепты геносистематики, уверенные, что только молекулярная биология может реально судить о ходе эволюционного процесса, прямо писали, что "систематика в будущем должна основываться прежде всего на последовательностях, структуре и взаимоотношениях молекул, а классические обычные свой-

ства клеток и организмов – использоваться для их (молекулярных сходств – *Ю.Ч.*) подтверждения и украшения (embelish)" (*Woese C.R.*, *Kandler O.*, *Wheelis M.L.* Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucaria // PNAS, 1990, v. 87, N 12, p. 4577). Как ни странно при данной "теоретической" установке, ни здесь, ни в других статьях данного направления не говорится ничего об организации генома: он предстает просто как набор букв. И все-таки свою систему Карл Вёзе и соавторы именуют естественной. Замечательно смело, но что делать, если «классические свойства» не пожелают ни подтверждать, ни украшать систему новаторов?

Ответа дано не было, а через 2 года те же авторы заметили совсем иную трудность (известную тогда уже 20 лет) – горизонтальный перенос генов. Суть дела в следующем.

6) Удивительным образом, филогении упорно продолжают строить даже там, где всеми признано наличие у эволюирующего объекта двух и более одновременных предков. Ведущие авторы честно признали: "Наиболее серьезный потенциальный источник трудности – горизонтальный перенос генов. Известно, что он встречается у самых разных видов бактерий, как и между бактериями и эвкариотами ... Горизонтальный перенос генов может произвести организмы, чьи геномы столь химеричны, что всякое понятие филогении организмов теряет смысл. К счастью для систематики, генный перенос через широкие таксономические расстояния не кажется существенным (за исключением, вероятно, происшедшего на весьма ранних стадиях эволюции)" (*Wheelis M.L.*, *Kandler O.*, *Woese C.R.* On the nature of global classification // PNAS, 1992, v. 89, N 7, p. 2932).

После данного признания авторы предложили именно филогению и именно для весьма ранних стадий эволюции. Это странное для ученых действие не стоило бы упоминания, если бы оно не породило досадную традицию: как верно отметил Галимов, "все еще доминирует представление об иерархическом строении филогенетического древа, отвечающее логике дарвинизма, хотя все больше данных указывает на то, что геномы организмов черпают генетический материал из общего генетического пула биосферы" [*Галимов*, с. 139-140]. В подтверждение Галимов привел два изображения системы, взятых из западной литературы, – традиционное, в форме древа, и новое, в форме сети, причем оба бытуют в западной литературе, основаны на одном и том же фактическом материале и оба именуются филогениями (хотя второе отрицает принцип филогении в его привычном понимании).

Ныне геносистематика начинает разочаровывать: ее данные часто противоречат всем прочим, и <<представления о том, что молекулярные маркеры в области изучения эволюции являются панацеей, слишком оптимистичны. Одна из основных трудностей – несостоятельность... идеи "молекулярных часов">> (*Гречко В.В.* Молекулярные маркеры ДНК в изучении филогении и систематики // ЭГ, 1015). Но без идеи "молекулярных часов" геносистематика вряд ли имеет смысл.

7) Для англоязычной систематики характерно полное неведение всего, что касается структурализма вообще и гомологических рядов (хотя открыл их Коп) в частности. Даже вдумчивые авторы, видящие непригодность кладизма (а то и всей филогенетики), не предлагают ничего взамен.

В виде примера приведу статью английских зоологов "Конвергентная эволюция у беспозвоночных", где сказано: "Непохоже, что методология, основанная на допущении минимальной конвергенции, способна породить корректную филогению", но иной методологии не названо. Зато отмечено, что идя по ключу определителя, постоянно открываешь параллелизмы, говорящие о независимых повторах свойств (*Moore J., Willmer P.* // BR, 1997, N 1, p. 49). (Напомню:

Любищев всю жизнь указывал, что эти повторы в ключах требуют пересмотра принципов систематики, и призывал не забывать о рядах Вавилова; см. далее, п. 5). В той же статье можно прочесть, что Рэфф, уже известный нам как заново открывший значение морфологии для эволюционизма, до этого отдал дань молекулярной систематике и пришел (с соавторами) к выводу, что она не лучше прежней.

Далее попробуем включить идею гомологических рядов в систематику.

10-4. Макросистемы в рамках филогенетики

Макросистемой именуют систему царств живой природы. С древности организмы делили на растения и животных, и в этом видели разделение их функций: растения производят, а животные потребляют. За последние сто лет выяснилось, что животные отходы становятся пищей для растений в основном после их минерализации микробами и грибами, которых, тем самым, нельзя относить к растениям, коль скоро растения определены экологически. Уиттекер (п. 8-2) свел новые знания в формальную схему: царство растений – *продуценты*, т. е. производят органическое вещество путем фотосинтеза; царство грибов – *редуценты*, т. е. разлагают тела и отходы растений и животных; а царство животных – промежуточное звено, *консументы* (потребители). Подобно трем лепесткам, эти три царства вырастали в схеме Уиттекера из общего основания – царства протист (простейших), в котором тенденции всех трех высших царств перемешаны (представлены у одного и того же организма одновременно). При этом речь шла только о тенденциях, но не о точных абсолютных законах и не о четких границах. Для построения макросистемы этого вполне достаточно, поскольку она призвана выявить именно тенденции.

Итак, макросистематика исходит из того, что царства являются эко-физиологическими единствами, но отнюдь не монофилетическими, т.е. нет оснований искать для каждого из них единого общего предка. Это очевидно с той точки зрения, что во все эпохи жизнь существовала в форме экосистем, а потому единый общий предок немыслим. Однако до появления ЦТБ можно было спорить, утверждая, что первый организм жил в потоке органических веществ и лишь по их исчерпании породил экологическое разнообразие; с ее появлением стало ясно, что жизнь никогда не могла быть представлена одной формой. Еще оставалась возможность допустить единого предка всех эвкариот, но и она отпала по выявлении их разнообразия: слишком велико сходство одноклеточных эвкариот с соответствующими прокари отами.

Правда, до рождения диатропики было эмоционально трудно принять, что столь сложная и единообразная структура, как эвкариотная клетка, могла появиться несколько раз независимо – отсюда и популярность гипотезы симбиогенеза. Однако последняя рухнула в качестве научной (п. 8-6*) и бытует лишь в учебниках. Возникшая на ее руинах гипотеза *сериального эндосимбиоза* признаёт многократность рождения эвкариотной организации. Она не объясняет появления ядра. Замечу, что с позиции диатропики появление ядра – одна из самых четких картин многократной реализации одной структуры в рамках общего рефрена.

Тем самым, удобство построения макросистемы в форме таблицы очевидно; однако развитие макросистематики пошло по иному пути: возникла *мегатаксономия*, т.е. мода строить многоцарственные филогенетические системы. В каждой вводится около 20 монофилетических царств без какого-либо (кроме монофилии) принципа, вводится простым перечислением царств. Такую систему можно только заучить, но и это бесполезно, так как через год-два появляется новая, а о старой вскоре уже никто не вспоми-

нает.

Как признаёт новейшая работа украинских (Харьков) авторов, “во второй половине XX в. в мегатаксономии разразился глубокий кризис. В реформировании нуждались уже не сами системы органического мира, а принципы их построения”. И авторы предложили свой принцип: “отказ от использования в мегатаксономии морфофизиологических критериев (тип питания, строение вегетативного тела и др.) и переход к применению цитолого-генетических признаков (ультраструктура клетки и строение генома)” (*Леонтьев Д.В., Акулов А.Ю.* Революция в мегатаксономии: предпосылки и результаты // ЖОБ, 2002, N 2).

Поясню: как и всю нынешнюю систематику, мегатаксономию строили филогенетики, уверенные, что единственным механизмом эволюции является *дивергенция* – расхождение одного вида на два. Считается, что она вызвана накоплением случайных мутаций и их отбором, и что царства формировались по тем же законам, что виды, роды и т.д. Если эволюция шла в самом деле так, то *филема* (филогенетическая система) не должна содержать никаких структур и инвариантов, понимать в ней нечего и ее можно в самом деле только заучить. Другое дело, возможно ли ее построить в принципе, но этот вопрос никем в мегатаксономии не ставится.

Эта позиция прямо противоположна диатропической, в основе которой лежит структурализм. Он, как уже говорилось в п. 6-11, почти неизвестен в англоязычных странах. Отрадно, что отказ от прежних принципов систематики, который мы видели в п. 3 в статьях из PNAS, наконец-то выражен явным образом. Но верны ли украинские авторы своим принципам на деле? Читая их статью, легко видеть, что нет: ни ультраструктура клетки, ни строение генома в основу их системы не положены – она построена на разрозненных единичных признаках (сходстве фрагментов генов, трактуемых как набор букв). Как принято в мегатаксономии, систему они отобразили на рисунке в виде древа, в тексте же описали ее в виде сети (поскольку сами признали многочисленные акты горизонтального переноса). Разумеется, их макросистема никем принята не будет (как не приняли они сами ни одну из таких же систем, ссылок на которые много в их статье).

Вот самая обширная сводка: *Кусакин О.Г., Дроздов А.Л.* Филема органического мира. СПб., 1994 (т. 1), 1998 (т. 2). Список литературы превысил тут тысячу названий, он претендует на обзор всех филем прежних и материала для филемы новой. А вот итог.

Даже число царств авторы назвать не могли. В разных местах книги их от 21 до 25. Из привычных всем царств (бактерии, растения, грибы и животные) названы только грибы, остальные разнесены на мелкие и мельчайшие новые «царства» (есть даже из одного вида). Не упорядочены и типы внутри царств. «Диагноз» каждого таксона тоже почти ничего не говорит. Образец “диагноза” одного из их “царств” рассмотрен мной ранее (БПС, 2000, N 7, с. 6). Поскольку фактического описания в нем нет, то осталось бы тайной, чему он посвящен, если бы авторы не обронили мимоходом, что это – *миксомицеты* плюс несколько мелких групп, которые по невысказаным причинам авторы объединили с миксомицетами в одно царство. Словом, системы как таковой не дано.

Давно пора спросить: когда это кончится? Когда появится система царств, о которой можно будет, наконец, рассказать в школе или хотя бы в вузе? Ответ прост и исторически проверен – тогда, когда авторы прекратят громоздить перечни и задумаются о сути дела, т.е. займутся теорией.

Прежде всего, спросят себя: что такое родство групп, существует ли оно объективно и если да, то как его в принципе можно найти? При наличии горизонтального переноса

а)

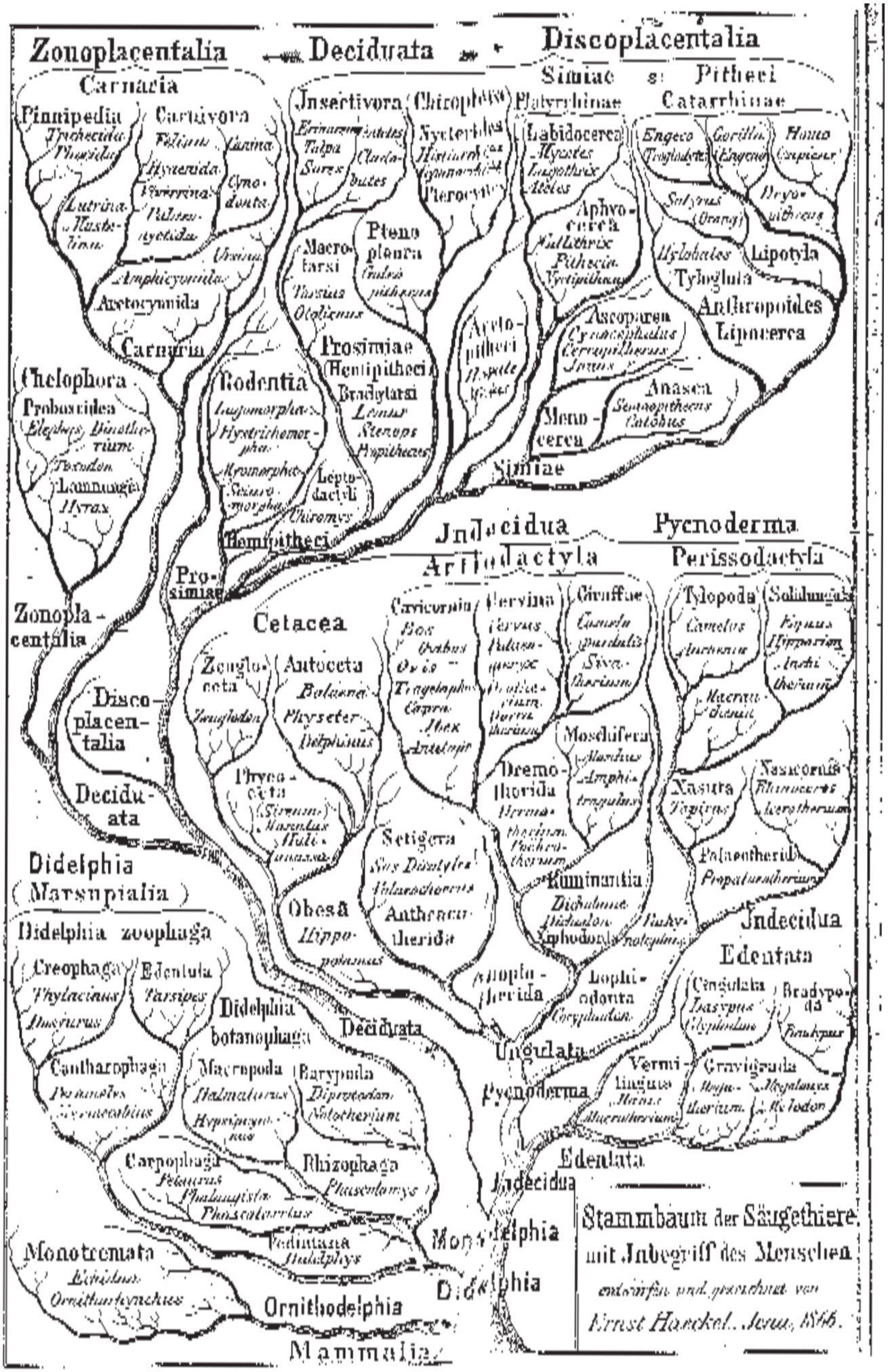
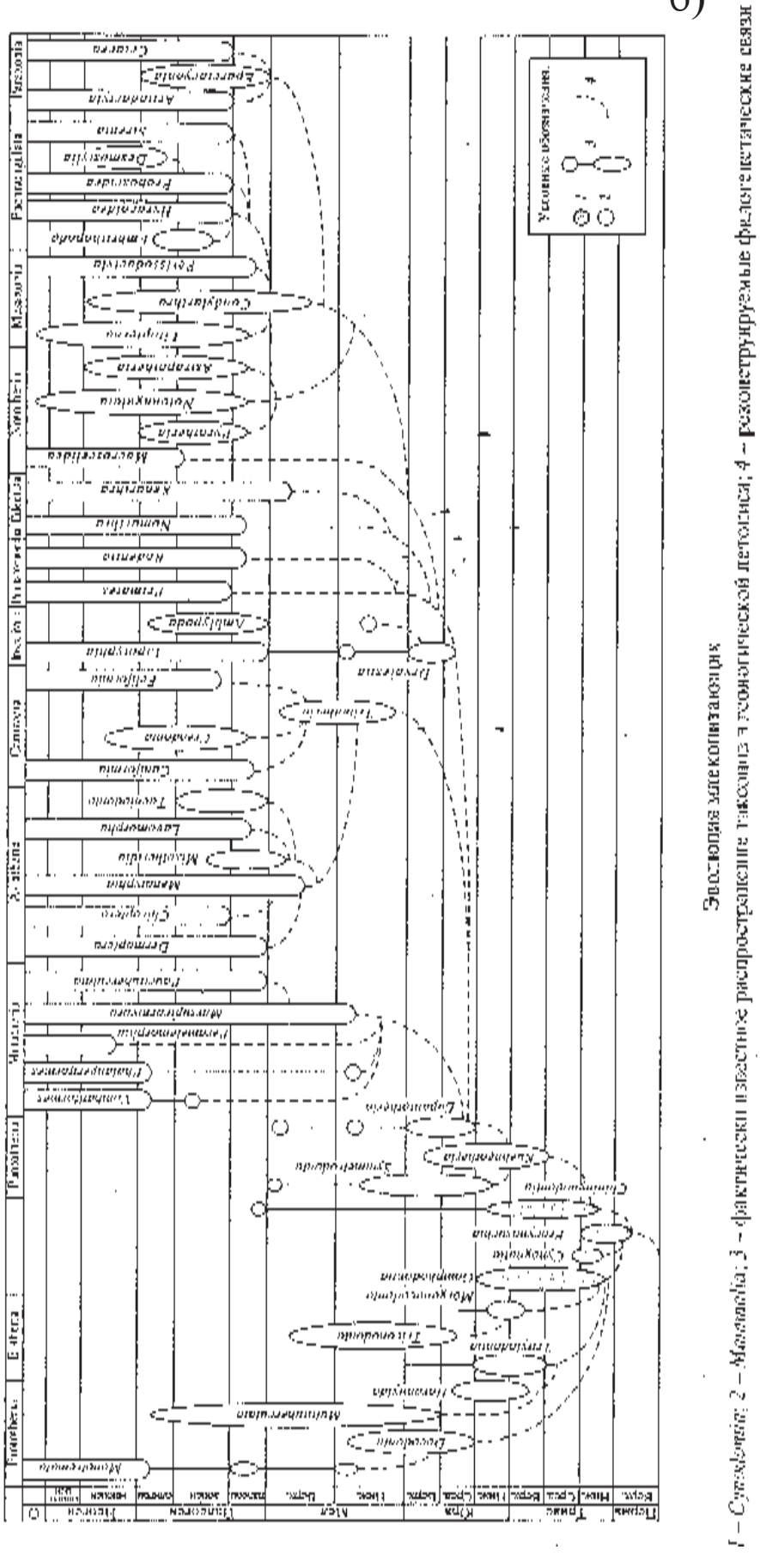


Рис. 77. Филогения млекопитающих: а) по Геккелю, 1866; б) по официальной схеме Палеонтологического института РАН (см. ВРАН, 2001, N 4, с. 363). От древа почти ничего не осталось

идея родства не может быть использована для классификации. Литература об этом огромна и едина в том, что отрицать горизонтальный перенос у одноклеточных невозможно. Трудность в том, что если таксон выделяется по принципу родства, то вопрос о наличии или отсутствии родства даже задать невозможно – всякий таксон состоит из родственников по определению. Вопрос о том, родственны ли данные группы, входящие в таксон, осмыслен лишь тогда, когда каждая группа задается своим определением, не оперирующим идеей родства. Именно этот принцип в многоцарственных системах то и дело забывается.

Чтобы система была хоть сколько-то долговечна, она должна быть лишена грубых внутренних противоречий, характерных для мегатаксономии. Поэтому вспомним, что до сих пор успех в систематике сопутствовал тем эволюционистам, которые не забывали, что такое *план строения* организма, и что все свойства, включая цитогенетические, подчинены условиям жизни, в том числе типу питания (так легко украинскими коллегами отвергнутому). В частности, как раз тип питания лежит в основе различения царств растений, грибов и животных, о чем будет сказано в п. 8.

б)



Эволюция клеток и организмов

1 – Cyanobacteria; 2 – Mamalia; 3 – фактически известное распространение таксонов в геологической летописи; 4 – реконструируемые филогенетические связи

Мегатаксономия даже не упоминает план строения. Карл Вёзе, главная фигура в мегатаксономии, писал: “Существует две группы прокариот, (eu) Bacteria и Archaea, которые имеют не более отношения друг к другу, чем к Eucaria” *(Woese C.R.* Microbiology

in transition // PNAS, 1994, vol. 94, N 5, p. 1602). Начисто игнорирован тот факт, что все бактерии (включая археи) имеют один план строения, а эвкариоты – другой.

Есть признаки того, что мегатаксономия клонится к упадку, как и вся молекулярная филогенетика. Даже ее приверженцы пишут: "Современный этап развития молекулярной филогенетики... близится к завершению" и предлагают сочетать молекулярные методы с "классическими", т.е. со всей остальной биологией (*Петров Н.Б., Алёшин В.В.* // ЭГ, 1043-1045). В отличие от своих украинских коллег, они справедливо видят в молекулярных методах смысл лишь там, где те сопоставимы с "классическими", где систематика строится на основе планов строения. Тогда молекулярные методы могут указать на возможные в прошлом пути от одного плана строения к другому.

*** Родство и сущность**

Может ли новатор "мегатаксономии" объяснить суть своей системы, не перечисляя самих царств? По-видимому, новаторы себе этот вопрос не задают, и кто-то должен выполнить данную работу за них. Недавно ее начал систематик А.И. Шаталкин. Он напомнил: есть два подхода к к систематике, в равной мере обоснованных – *сущностный* и *филогенетический*. Первый подход Шаталкин связал с именем Линнея (хотя, замечу, он гораздо старше); и состоит он в том, что в один таксон объединяются организмы, имеющие одинаковое строение. Линней выразил это в своем знаменитом афоризме: «Не признаки задают род, но род задает признаки».

Другой подход формирует таксоны по принципу родства, причем Шаталкин отмечает, что само родство нам обычно неизвестно, и мы судим о нем по общности тех признаков, которые считаем для этого пригодными.

Примирить подходы можно, по Шаталкину, давая такое понимание таксона: «О таксоне обычно говорят, имея в виду морфологическую общность видов, обусловленную единством их происхождения» [*Шаталкин*, с. 13]. Добавлю, что в обоих подходах главное – интуиция: как сущность, так и родство ухватывается интуитивно, после чего ищутся признаки, формально выражающие убеждение исследователя. Проще говоря, авторы принимают в качестве классификационных только те сходства в строении, которые не противоречат внутреннему убеждению автора системы о родстве, а все прочие именуют независимыми приспособлениями.

Шаталкин понимает, что такой прием произволен, и предлагает строить макросистему на сущностной основе, как строил свои системы Линней. Единственное важное отличие нынешней сущностной систематики он видит в том, что «суть вещей» трактуют не по Платону, не как что-то интуитивно ухватываемое, а как «главное свойство» каждого таксона. (Добавлю: для царств это – свойства, выявленные Уиттекером.)

Понятие таксона нельзя, по Шаталкину, дать вне всей системы. Для макросистемы это означает вот что: если мы хотим, чтобы каждое царство было таксоном, надо все царства определять на основе одной и той же логики. (О ней пойдет речь в п. 8.) Каждое из привычных нам царств (растения, грибы и животные) Шаталкин аттестовал не как таксон, а как "систему жизненных форм", но он уверен, что определить царства как таксоны можно. Этим и займемся (сам Шаталкин никакой системы не дал).

10-5. Диатропика и систематика

Чтобы быть общей, одной для всех, систематика должна изменяться очень редко, как можно реже. Но желание строить естественную (в смысле родства) систему ведет к непрестан-

ным перестройкам, ибо то, что один считает родством, другой – параллелизмом. "Конвергенция и параллелизм... – бич систематиков, источник ошибок. Сходство не всегда свидетельствует о родстве" [*Медников*, с. 9]. Но если так, то не поискать ли иной принцип – такой, который отражает сущность, более реальную, чем предполагаемое родство? Не попробовать ли построить естественную систематику на законах разнообразия? Вавилов, например, полагал, что усвоение биологами идеи гомологических рядов открывает перед систематикой новые перспективы.

"Вместо бесконечно путанной номенклатуры, которую не удерживает ни одна память, перед систематиком ставится важнейшая задача – создать общую, выдержанную и однотипную номенклатуру, в которой тождества форм, их гомология были бы поставлены в основу системы. Этот путь покажется систематику революционным и его необходимо провести осторожно по отношению к установленным формам. Гораздо проще, хотя все же сложно, приведение в общие системы определителей разновидностей и рас. ... Для изучающего многообразия форм вместо бесконечного запоминания бесконечных названий... открывается возможность легкого и планомерного изучения целой системы признаков. ... По опыту систематики мы хорошо осознаем всю трудность и огромность задачи, которая открывается перед исследователем. Мы понимаем, что понадобится, может быть, столетие усилий ботаников и зоологов, чтобы путем коллективной работы подготовить общую систему организованного мира. Но это путь неизбежный" [*Вавилов*, с. 21].

Вопреки ожиданиям Вавилова, за последующие 80 лет движение в указанном им направлении было минимальным, и некоторый успех достигнут не в самом низу, а в самом верху таксономии – далее будет приведена комбинаторная макросистема. С призывом, подобным вавиловским, выступал также Мейен. Однако в целом XX век характерен ухудшением дела: номенклатура усложняется в прежнем направлении, постепенно *превращаясь из биологической дисциплины в юридическую*, но нормы отнюдь не спасают ее от бесконечной смены бесчисленных названий. Надо отметить, что классификация завела номенклатуру в отмеченный Вавиловым тупик во многом из-за господства дарвинизма в его геккелевом варианте: почти все систематики убеждены, что их цель – в выяснении родства, и не подозревают, что систему можно строить как-то иначе.

Мир систематиков распался на два: одни видят у Геккеля "собрание филогенетических анекдотов", другие считают его творцом современной систематики, в том числе и молекулярной (*Richardson M.K., Keuk G.* Haeckel's ABC of evolution and development // BR, 2002, N 4). А номенклатура покорно следует геккелевой традиции, хотя еще Линней указывал, как мы видели, иной путь: ***нужно строить две системы: одну, искусственную, для целей удобной адресации, а другую, естественную, для выяснения "сути вещей"***. Такой подход в науке известен.

Так, первая классификация звезд была произведена, когда небо представляли сферой, вращающейся вокруг неподвижной Земли; система оказалась искусственной, но ею продолжают пользоваться: звезды группируют в созвездия – так их удобно находить для наблюдения, хотя все понимают, что члены созвездия могут быть очень далеки и в пространстве, и в отношении своих свойств. Никто не спорит о том, что лучше – группировать ли звезды «естественно» (например, по спектрам и светимости) или «искусственно» (по угловым координатам) – оба способа необходимы.

То же в географии: объект удобнее всего указать парой координат (сеть) или адресом (иерархия), и оба способа искусственны в том смысле, что чужды природе объекта, зато всем понятны и достаточно стабильны. Можно, наоборот,

описать объект «естественно» (например, по его принадлежности горному хребту, речной системе, времени формирования, структуре), но это будет сделано по-своему у каждого автора.

Величие Линнея видится в том, что он не только различал два типа систем, но даже искусственную систему строил рационально: клал в ее основу признаки, отражающие суть строения организмов. Подробнее см. статью [*Любищев*, 1972], где признано, что разные уровни и объекты надо систематизировать разными методами. Постараемся усвоить этот урок.

Во-первых, признаем, что *все нынешние филогении суть искусственные системы* (построены по воображаемому критерию родства с бессознательной целью удовлетворить тезису Короны), а во-вторых, попытаемся выстроить естественную (в точно оговоренном смысле) макросистему. Если принять ее за основу, то станет ясно, как строить системы частные. Одну из частных систем мы сперва и рассмотрим.

10-6. Система голосеменных растений Мейена

Мейен предложил свою систему голосеменных, в которой учитывал родство групп в форме ветвей, исходящих от общего корня (т.е. как принято в филогениях), а прочие сходства отображал *соседством* ветвей (*Мейен С.В.* // ЖОБ, 1982, N 3). Вскоре он осознал абсолютно новое и неожиданное для него обстоятельство, которое сформулировал таким выводом: "В целом можно сказать, что в филогении высших растений, если говорить о происхождении семейств и таксонов более высокого ранга до отдела включительно, безраздельно господствует монофилия" [*Мейен,* 1986, с. 50]. Монофилия (о ней см. п. 6-6) является результатом филогении, а прежде Мейен полагал, что филогению, как правило, построить невозможно (п. 9-12) и что эволюция представима в форме не древа, а сети.

Вывод о монофилии очень важен для нашей темы, но его фактических обоснований у Мейена нет. Есть схема глобального флорогенеза (рис. 61), именуемая в подписи к рисунку филогенией, и только. Внимательно рассмотрев схему, можно убедиться, что она противоречит приведенному выводу: семейств на ней нет, зато отдел покрытосеменных "повис", т.е. ни к какой ветви не отнесен; "повисли" и 6 порядков из отдела голосеменных. Идее монофилии тут противоречит тот факт, что толстые ветви часто (особенно в нижней части схемы) переходят одна в другую без сужения. Мейен объяснил, что это означает: порядок (отряд) переходит в порядок, но – "с широкой трансгрессией признаков", т.е. определяющую роль тут играет транзитивный полиморфизм (см. п. 6-4). Поэтому нельзя сказать, какое семейство переходит в какое, а значит, о монофилии говорить нет смысла.

В своей последней статье Мейен писал: "если учесть всю систему ранних хвойных и длительные тенденции в семофилогенетических преобразованиях органов, то обнаруживаются более или менее устойчивые состояния некоторых признаков и соответственно их разный вес в филогенетических и, следовательно, таксономических построениях". Поэтому "в эволюции палеозойских хвойных намечается несколько основных тенденций... Это именно тенденции, а не отчетливые семофилогенетические ряды форм... Для растений характерна блочная ("модулярная") структура, причем в эволюции отдельные блоки легко меняются местами". Итог: "В целом мы видим в эволюции позднепалеозойских хвойных комплекс родов, в котором прихотливо переплетаются признаки... Как бы мы ни группировали эти роды, будут получаться и параллелизмы, и реверсии примитивных состояний" (*Мейен С.В.* // ПЖ, 1990, N 2, с.

6-7). Как видим, он не нашел не только филогений, но и хороших семофилогений.

Симпатия к филогении в ее обычном смысле выявилась у Мейена в другом: само сближение таксонов он в последних работах проводил в соответствии с тезисом Михайлова (п. 1), т.е. перечислял семофилогении, которые считал базовыми, не приводя архетипических соображений. Очевидно, что *интуицию архетипов (Оуэна) Мейен сменил на интуицию древ (Геккеля)*. Почему? Могу лишь допустить, что ему в конце жизни (а он остро ощущал краткость оставшегося ему срока уже года за три до смерти, наступившей в 1987 г.) стал близок привычный в его науке стиль мышления. Это вряд ли можно описать в рациональных терминах, тут лучше подходит *каталепсис* стоиков (п. 1-7): Мейен вдруг осознал удобство и результативность интуитивных сближений в форме древ.

Вместо прежнего понимания филогении как универсального детального процесса эволюции путем *дивергенции* (расхождения одного таксона на два), Мейен дал совсем новое ее понимание: эволюция выглядит как сеть, однако отдельные ее части связаны слабо: между порядками и между классами сращений мало, они похожи на ветви, и эволюцию в рамках этих областей (таксонов) можно представить древом. То есть у Мейена *древо – грубая схема, не допускающая детализации*: виды, роды и многие семейства эволюируют "с широкой трансгрессией признаков".

Да и на этих уровнях монофилия вовсе не "господствует безраздельно". Детальный анализ работ Мейена показывает, что "филогенетическое" древо он обычно строил на основе единственной семофилогении (например, мужской или женской фруктификации), а свой выбор именно данной семофилогении в качестве базовой обосновывал "географически" в том смысле, что соединял родством исключительно роды, жившие в общей географической зоне. К сожалению, другой свой "географический" принцип – отображать сходство соседством, он после 1982 года не применял.

Вот наиболее ясный пример. На рис. 78 приведена семофилогения женских фруктификаций ранних хвойных. Она распадается на три ветви: сверху экваториальные (N, S, T, U, V), посреди северные (L, M, O, P, Q, R) и внизу справа южный (K) роды. Ее в точности повторяет изображенная на рис. 79 "пробная филогения ранних хвойных" (*Meyen S.V.* // Review of Palaeobotany and Palynology, 1997, N 96, c. 422, 432). Это значит, что "филогения" основана на той семофилогении, какая "легла на карту", т.е. согласно которой сходные формы росли в одной зоне. Слово "филогения" я взял в кавычки потому, что форма древа соблюдена весьма приблизительно (особенно в отношении семейств, названия которых помещены в "облаках"). Более четких древ у Мейена мне не известно.

Свои *детальные* принципы классификации Мейен изложил так: "в признаковом пространстве растений есть свои регулярности", однако они не выражаются общепринятой систематикой; нужна система, основанная на трех положениях: (1) признаки не связаны жестко, (2) любой признак может у какого-то члена таксона отсутствовать и (3) параллелизмы должны быть учтены системой [*Заварзин*, 1990, с. 118]. Ими мы и воспользуемся.

10-7. Ядро и периферия

Бэр в 1825 году высказал простую важную мысль: всякий крупный таксон имеет **ядро** из многочисленных характерных для него форм и **периферию**, состоящую из сравнительно небольшого числа нечетких форм. Например, "четвероногие" (так тогда называли млекопитающих) в основной своей массе ходят на четырех ногах и тем самым образуют ядро класса,

тогда как на его периферии мы видим китов (похожи на рыб), рукокрылых (похожи на птиц) и людей (ходят на двух ногах). Именно наличие ядра типичных форм (а отнюдь не сведения о родстве) позволяет выявлять таксоны и строить систематику[*Чайковский*, 1990, с.43]. Она получается хорошей, если периферии таксонов малы в сравнении с их ядрами, и в соответствующем выборе состоит искусство систематика. То свойство природы, благодаря которому обычно это удается, Мейен и называл типологической упорядоченностью.

В силу фрактальности разнообразия таксонов ситуация та же в подтаксонах крупного таксона: в каждом тоже есть ядро и периферия. Так, все кошки, собаки, гиены и медведи относятся к ядру отряда хищных, а большая панда (растительноядный "бамбуковый медведь") и калан (морской зверь с задними ногами в форме ласт) – к его периферии. Периферии таксонов проявляют сходство друг с другом, что часто отражено в их названии: енотовидная собака, рыбоящер (ихтиозавр), лавровишня и т.п.

Природа периферий бывает различной – если кит и ихтиозавр заведомо не рыбы (дышат легкими и т.д.), то енотовидную собаку в самом деле можно отнести как к енотам, так и к собакам, что и делалось. Последний случай нам особенно важен, поскольку тут *периферии таксонов пересекаются*. Таких пересечений множество: *гепард* между кошачьими и псовыми, *ихтиостега* между рыбами и амфибиями, *эвглена* между растениями и животными и т.д.

Наличие периферий у всех крупных таксонов сильно затрудняет систематику и порождает бесконечные споры о принадлежности нечетких (*incertae sedis*, т.е. неопределенного положения) групп. Но если филогенетик видит здесь незаконченность исследования, т.е. уверен, что все такие группы должны со временем найти четкое место, то с диатропической позиции такие группы вполне естественны и именно в качестве таковых (incertae sedis) и должны быть описаны. Что же касается адресации нечетких групп, то она должна оставаться четкой, и сделать это просто – приписывая адрес волевым актом. Именно так енотовидная собака ныне отнесена к семейству псовых. Подробнее см. [*Чайковский*, 1990, с. 48].

Выявление ядра таксона – то же самое для естественной системы, что иерархия для искусственной. Косвенным признанием этого является тот факт, что на смену термину "incertae sedis" приходит термин "саттелитный подтаксон", означающий периферию таксона. Надо только привыкнуть располагать такие подтаксоны *между* таксонами и не пытаться от них избавиться. Тогда соседство ветвей системы станет информативным и приблизит иерархический принцип к естественному. Так сделано в первом варианте системы голосеменных Мейена (*Мейен С.В.* // ЖОБ, 1982, N 3).

Учение о ядре и периферии являет собой другую ветвь диатропики, которая дополняет ветвь, разработанную Мейеном (мероно-таксономический анализ). Например, почти полное сходство разнообразий половых процессов (на клеточном уровне) в трех эвкариотных царствах (растения, грибы и животные) выступает, в терминах Мейена, как реализация в них одного и того же рефрена, однако то, что у растений бывает часто (например, слитнополость у высших форм), у животных бывает редко и наоборот. Это удобно выразить так: ядро одних является периферией других и обратно.

Аналогичное видим и вне систематики. Так, ядро физики составляют общие законы, а анализ разнообразия отодвинут на периферию этой науки; в химии же, наоборот, ядром является анализ разнообразия веществ, тогда как общие ее законы являются по сути (а часто и по форме) физическими и, по-моему, могут быть названы периферией

химии.

Пользуясь понятиями ядра и периферии, можно решать задачи, для которых в обычной систематике нет языка. Приведу в качестве примера макросистему, соединяющую все три аспекта, указанные Михайловым (п. 2). Ее назначение не в том, чтобы заменить множество нынешних систем, а в том, чтобы дать *общий абрис живого мира*, какового ни обычная систематика, ни иные отрасли биологии не дают. В ее основе лежит известная схема царств Р. Уиттекера, улучшенная Г.А. Заварзиным.

10-8. Логика макросистемы

Пока биологи насчитывали всего два царства – растений и животных, вопрос о смысле слова "царство" не был ни актуальным, ни сложным: их попросту задавали перечислением. Но едва возникли предложения о выделении третьего царства, ситуация изменилась. Почему грибы или одноклеточные надо вывести из царства растений? Пришлось вспомнить, что никакого определения царств не существует, что до тех пор всех удовлетворял афоризм Линнея: «растения растут и живут, животные растут, живут и чувствуют». Афоризм неточен: он позволяет лишь отличить животных, имеющих нервную систему, от прочих организмов, а потому излишне расширяет царство растений – к ним, по Линнею, относили, например, кишечнополостных. Для выявления новых царств афоризм помочь не мог, и они были выделены, исходя из формы организмов (у грибов, например главным считали гифы – нитевидные клетки).

Определение царствам дал только в 1947 году Уиттекер; после уточнений (1959 и 1969 гг.) его макросистема приняла следующий вид.

Он, как мы знаем, поделил все организмы на *продуценты*, т.е. синтезирующие органику из веществ неживой природы, *редуценты*, т.е. разлагающие органику (в принципе – до неорганики) и *консументы*, т.е. потребители органики, не разлагающие ее до конца, зато строящие более сложные формы, чем наблюдаются в первых двух группах.

Наряду с этой экологической триадой он наметил физиологическую, а именно три типа питания: *растительное* (синтез органики из неорганических веществ путем фотосинтеза), *абсорбционное* (всасывание органики из внешней среды) и *животное* (активный захват пищи и ее переваривание). Сообразно трем способам питания он отнес все многоклеточные организмы к трем царствам – растений, грибов и животных, а всех одноклеточных поместил в одно царство – протисты. Физиологическая характеристика растений попросту уточнила экологическую, а вот в отношении двух других многоклеточных царств Уиттекер подметил нечто новое: оказывается, абсорбционное питание тесно связано с экологической функцией (редукция органики) и формой организмов (гифы); аналогично, захват пищи и пищеварение тесно связаны с экологической функцией потребителей и с их способностью порождать огромное разнообразие весьма сложных структур.

Красота и глубина этой простой схемы состоит в открытии хорошего соответствия между тремя триадами:

(1) продуценты – редуценты – консументы

(2) фототрофы – осмотрофы – фаготрофы

(3) растения – грибы – животные.

Поскольку соответствие верно не на всех видах (так, паразитическое цветковое зара-

зиха питается осмотрофно, а хищное цветковое росянка – фаготрофно), речь должна идти не о точных определениях царств, но лишь о *тенденциях*, господствующих в трех царствах. То есть соответствие триад выявляет *ядра* трех многоклеточных царств.

Те же типы питания есть и у одноклеточных, однако Уиттекер предпочел не делить их на царства по данному признаку и имел на то серьезные основания: микроорганизмы способны переходить от одного способа питания к другому. Так, эвглена зеленая может захватывать пищу клеточным ртом. У бактерий собственно фаготрофного питания нет, но переходы в рамках триады (1) и у них обычны. Поэтому Уиттекер ограничился тем, что выделил среди одноклеточных те формы, которые не имеют клеточного ядра – прокариоты (Procaryota), а ядерных одноклеточных объединил в царство Protista, существовавшее уже более ста лет, но мало кем признанное. Тем самым, среди одноклеточных деление на два царства было проведено не по экофизиологическому, а по структурному принципу.

Несмотря на многие возражения, эта схема широко принята, другой хоть сколько-то признанной, насколько знаю, нет, поэтому любое обсуждение макросистем нужно, на мой взгляд, начинать со схемы Уиттекера.

Хотя биологи еще и не договорились, сколько существует самих царств, но почти все согласны в том, что их следует делить на два *надцарства*: прокариоты (Procaryota), т.е. безъядерные, и эвкариоты (Eucaryota) т.е. клетки с ядром. Первое надцарство почти у всех систематиков состоит из единственного *царства*, которое сейчас принято называть царством бактерий. Второе надцарство составляется очень поразному, но нам сейчас достаточно вспомнить, как делал это Уиттекер: он делил многоклеточных на животных, растения и грибы в их традиционном понимании, а одноклеточных оставил одним царством – *протист*.

Главное, что это сделано путем *рассечения*: все организмы Уиттекер поделил на 2 группы (прокариоты и эвкариоты), все эвкариоты на 4 группы. Прежде чем делить таким же образом прокариоты, обратим внимание на необычность поцедуры: ведь принято формировать таксоны не рассечением совокупности организмов, а *объединением* сходных организмов.

Строить систематику путем объединения проще и естественнее, но лишь до определенного уровня. Объединяя виды в роды, роды в семейства и так далее, мы рано или поздно столкнемся с неприятным обстоятельством: некоторые группы непонятно куда девать. Так, группируя одноклеточных, мы уверенно отнесем фотосинтетиков к растениям, обладателей клеточного рта – к животным, но затруднимся с *эвгленой зеленой*, имеющей и то и другое. Или с *трипаносомой*, не имеющей ни того, ни другого.

Тут-то и спасает иной способ классификации. Можно пользоваться объединяющей систематикой, пока это ведет к однозначным результатам, и данный процесс удобно, как оказалось, завершить на таксоне «тип» (иногда объединяя близкие типы в разделы, как это сделано, например, в зоологии низших беспозвоночных). Во-первых, типов на сегодня около ста (как химических элементов), что близко к пределу возможностей охвата одним человеком, макросистематиком, и во-вторых, типы, как правило, можно воспринять интуитивно как некие целостности. Если множество типов задано, то ***макросистему надо строить путем последовательных рассечений этого множества, ибо при рассечении лишних не остается.***

Тем самым, задача макросистематика вполне понятна: надо собрать сведения обо всех типах и найти правила, по которым их можно разделить на царства. Желательно,

чтобы эти правила не рассекали ни один тип, а если это не удалось, то каждый обрывок типа надо назвать новым типом. Затем типы в царствах надо как-то упорядочить Это значит, что принципы Уиттекера следует дополнить какими-то еще, в том или другом смысле естественными, что и сделал в 1970-х годах бактериолог Заварзин.

Прежде всего он отметил, что что с тремя эвкариотными царствами проявляют замечательный параллелизм прокариоты: в частности, *цианеи* (они же цианобактерии, или сине-зеленые водоросли) – это, можно сказать, прокариотные растения, а *актиномицеты* (они же актинобактерии, или лучистые грибки) – прокариотные грибы. Это позволило принять деление царства бактерий на три подцарства: *собственно бактерии*, *цианеи* и *актиномицеты*. Затем Заварзин принял во внимание давно известное сходство водорослей с грибами и напомнил следующую их характеристику: и те и другие не имеют, в отличие от высших растений, настоящего тканевого строения. Она не вполне верна, но для первого упорядочения удобна: позволяет, как и при введении надцарств, дополнить экофизиологический принцип структурным. Теперь можно строить наглядную схему (рис. 80).

В центре прокариот Заварзин поместил собственно бактерии, к которым слева примкнули прокариоты-продуценты (цианеи, фотобактерии и др.), а еще левее следуют эвкариоты-продуценты, т.е. растения. С другой стороны к собственно бактериям примыкают прокариоты-редуценты (актиномицеты, гнилостные бактерии и др.), а к ним – грибы. Естественным образом при этом собственно бактерии сопоставляются с консументами. Это удобно, хотя активного захвата пищи бактериальной клеткой и не бывает, т.е. никакие бактерии нельзя отнести к фаготрофам. Удобно потому, что заставляет искать всевозможные параллели между бактериями и простейшими животными, и они находятся. Три полукруга на границе бактерий и простейших символизируют тот факт, что таких параллелей несколько. Например, паразитическая бактерия *Bdellovibrio* имитирует хищничество: с большой скоростью ударяет в жертву и буквально вгрызается в нее. Или миксобактерии: их колония обволакивает жертву, как бы имитируя фаготрофное питание многоклеточных; и в то же время миксобактерии во многом похожи на миксомицеты, относимые к грибам.

С трех сторон к прокариотам примыкают *нетканевые* группы эвкариот – водоросли из царства растений, простейшие из царства животных и грибы, сами образующие царство (поскольку грибов, качественно более сложных, нежели водоросли, не бывает). Тем самым, на схеме учтен, наряду с экофизиологическим принципом, и структурный: отмечены три *уровня организации* – прокариотный и два эвкариотных (нетканевый и тканевый).

Если не считать отсутствия «тканевых» грибов, то схема симметрична, и это удобно для восприятия. Царства изображены в виде «географической карты», где *соседство означает существенное сходство*. Если ни один «район» не входит сразу в две «области», то основной принцип систематики (иерархия) здесь не нарушается. Зато появилось новое удобство: кроме включения меньшей группы в большую (традиционно так отражают родство), близость свойств можно изображать соседством (так естественно отражать параллелизм), как это сделал Мейен в 1982 году.

Схема Уиттекера – Заварзина явила собою огромный прогресс в понимании устройства природы, она проста, наглядна и удобна для преподавания. За полвека она ни разу не опровергалась, а лишь уточнялась и совершенствовалась. Более того, за это время был открыт целый новый мир – организмы подводных горячих источников (гид-

ротерм), и схему не пришлось переделывать: обитатели гидротерм точно так же делятся на продуцентов, редуцентов и консументов, только продуценты – не фототрофы, а хемоавтотрофы (создают органику из неорганики, выносимой из земных недр с горячей водой). А ведь устойчивость к новым фактам – мечта классификаторов и одно из определений естественной системы.

Однако она оставила без ответа массу вопросов. Почему эвкариоты поделены на царства, а прокариоты – на подцарства? Почему одноклеточные и многоклеточные водоросли попали в разные царства? Куда отнести насекомоядные растения? Грибы во многом похожи на водоросли, т.е. на низшие растения, так почему же им дан тот же ранг, что и всем растениям? Почему инфузория и шляпочный гриб отнесены к одному уровню организации? И так далее. Выходит, что эта схема – не столько макросистема, сколько очень интересная заявка на макросистему, подход к ней.

10-9. Макросистема эволюционная и нефилогенетическая

Далее предложена макросистема, в которой указание места на схеме задает уровень организации и основную жизненную форму таксона; внутри таксона форма системы не предрешается, т.е. может быть древом, сетью и пр. Исторический аспект отражен дважды: уровни организации возникают последовательно, а на каждом уровне каждый таксон тоже эволюирует.

Макросистема опубликована мною в 1986 году, и была верно охарактеризована как развитие эко-морфологического подхода Уиттекера – Заварзина (*Шафранова Л.М.* // ЖОБ, 1990, N 1). Открытия последующих лет не вызвали потребности существенно изменять ее. В этом видится довод в пользу ее естественности. Она представляется мне более эволюционной, нежели чахлое “бескорневое древо всех организмов” и прочие филогенетические крайности. Ее объяснение, предназначенное для методологов, см. в книге [*Чайковский*, 1990], а удобное для преподавателей см. БШ, 1998, N 6, где даны и две ее цветные схемы – на одной структура царств, а на другой уровни организации. Единственное отличие журнального варианта – наличие “интронного уровня организации прокариот”, от которого пока лучше всего отказаться, поскольку интроны, возможно, есть у всех организмов, т.е. не являются классификационным признаком.

Со времен Линнея и до сих пор в биологии **царством** называется часть живой природы, занимающая определенное место в «экономии природы». По Линнею, растения производят, а животные потребляют. К этим двум царствам в XX веке пришлось добавить (точнее, выделить из царства растений) еще два царства – грибы и прокариоты. Оснований для этого много, но я назову одно: кроме производства и потребления органики, ее еще надо включать в геохимические круговороты, о которых шла речь в главе 7, – это и делают представители новых царств.

Что касается прокариот, то они могут исполнять функции трех других царств и к тому же только они могут включать элементы из неорганической природы в круговороты живого (например, усваивать азот из воздуха). Очевидно, что *прокариоты – более чем царство*: их экологическая роль выше, чем всех трех эвкариотных царств вместе. Поэтому говорят, что в природе есть два **надцарства** – прокариоты и эвкариоты. Надцарство прокариот состоит из одного царства, поскольку разделить уверенно прокариоты на царства не удается из-за того, что их свойства свободно комбинируются. Их проще делить на три нечетких **подцарства** – *бактерии, актиномицеты* и *цианеи* (т.е. сине-зеленые водоросли).

Наоборот, надцарство эвкариот довольно четко делится на 3 царства по типу питания, причем слова "довольно четко" означают, что в каждом из них основная часть видов образует *ядро*. Наоборот, нечеткие виды образуют сравнительно небольшую *периферию*; основную ее часть составляют виды одноклеточных организмов, поэтому не раз возникала мысль объединить их в пятое царство (протисты), но оно никогда не бывало общепризнанным. Причину объяснил ботаник А.Б. Шипунов: данному "царству" не удается дать приемлемый диагноз, а без диагноза нет таксона [*Шипунов*].

Точнее, если задать его как "одноклеточные эвкариоты", то в разные царства попадут очень близкие виды (например, водорослей), а то и один вид, поскольку одинаковые по строению клетки могут как жить порознь, так и входить в состав примитивных организмов. Если же задать "царство протист" как-то иначе (описывая свойства клеток и их комплексов), то в него либо не попадут многие из одноклеточных, либо попадут заведомые растения и животные, а также большинство грибов. При этом границы, как их ни проводи, будут устраивать одних систематиков и не устраивать других, а значит, будут недолговечными. Причина вполне объективна: у одноклеточных и близких к ним многоклеточных свободно комбинируются их основные свойства.

Однако нельзя и попросту пренебречь одноклеточным уровнем при классификации, поскольку у одноклеточных очень много общего. Например, у них очень высоко разнообразие митозов и митохондрий (тогда как у многоклеточных они достаточно однообразны), и в этом можно видеть их главную тенденцию, а царства, как мы видели в п. 6-2 и позже, определяются имено через тенденции. Выход видится в том, чтобы признать периферийный характер групп многих одноклеточных: они примыкают к соответствующим группам примитивных многоклеточных, т.е. образуют *набор периферий* эвкариотных царств. И эти периферии пересекаются.

Далее, таксон традиционно понимают как общность происхождения, а это на уровне царств бессмысленно: ведь древнейшие организмы тоже образовывали экосистему, т.е. существовали одновременно, поэтому нет оснований утверждать, что все растения (или все животные) когда-то были одним видом. Поэтому макросистему лучше строить путем рассечения множества типов (п. 8). Желательно, чтобы она опускалась именно до типов потому, что как раз до них поднимается объединяющая систематика.

Наивысшим таксоном, для которого в систематике есть нечто вроде определения, является **тип** (отдел). Точнее, для него можно указать план строения – именно так понимают тип со времен Кювье (п. 1-15). Каждый биолог знает, что такое план строения хордовых, моллюсков или цветковых. Царство, наоборот, единым планом строения не обладает. Другими словами, тип (и более низкий таксон) может быть определен как морфологическое целое, а царство – только как экологическое и функциональное целое. Это вовсе не мешает считать царство таксоном, если признать, что на каждом уровне систематики система должна соответствовать природе объекта.

* Царства и межцарства

Из каких царств должно состоять каждое надцарство? Выше было обещано выявлять все царства с помощью единой логики, в качестве которой были предложены строение клетки (два надцарства) и триады Уиттекера (три эвкариотных царства). С этой позиции нет смысла выделять одноклеточные эвкариоты в царство, так как ему нельзя дать диагноз: их характерные черты носят чисто отрицательный характер, а царством их считают лишь потому, что многие из них не проявляют четко черт «высших» царств – грибов,

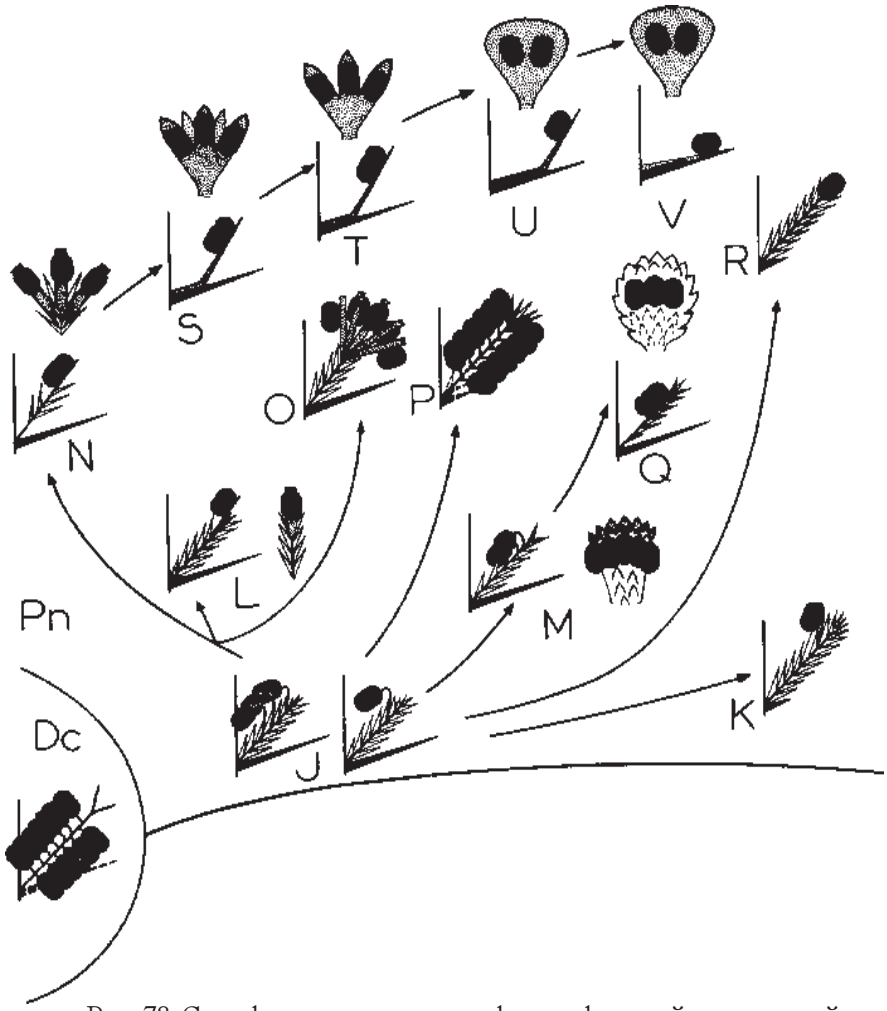


Рис. 78. Семофилогения женских фруктификаций ранних хвойных, "положенная на карту" (по: Meyen, 1997, подробности см. в тексте, на с 431)

растений или животных. Однако царство одноклеточных вот уже второй век то исчезает в одних системах, то появляется в других, а это значит, что в нем есть потребность, которую надо учесть – иначе оно будет вновь и вновь предлагаться одними и отвергаться другими.

Протисты – нечеткий объект, а положение нечеткого объекта можно сделать достаточно четким, если осознать, что оно состоит из периферий (по Бэру), и изображать, помещая его между четко классифицируемыми объектами, на границе двух областей. При этом адрес каждой группы следует приписать к одной из областей произвольно.

Каждой периферии удобно дать отдельное название и отдельный диагноз, в котором главное – отразить пограничное положение группы. Оказывается, такие названия давным-давно существуют: это *животнорастения* (Zoophyta) и *гриборастения* (Mycophyta), только их теперь не рассматривают как систематические – с тех пор, как систематика стала филогенетической. Поскольку наша макросистема экофизиологична, нам эта старая традиция очень кстати. Добавим еще название *грибоживотные* (Mycozoa) – к нему отнесем, например, хищные грибы, – и дадим каждой из этих групп общее обозначение: **межцарство** (*Interregnum*).

Хотя сам термин и не вошел в употребление, фактически кое-кто этим понятием пользуется: «Так, многие одноклеточные водоросли... способны как к фотосинтезу, так и к осмотрофному, а некоторые даже к фаготрофному питанию, т.е. занимают в экоморфологической системе промежуточное место. Практически все утратившие фотосинтез водоросли... также питаются осмотрофно. Экоморфологически такие организмы ("осмофлагелляты" Чайковского [1990]), вероятно должны рассматриваться как промежуточные между растительной и грибной жизненными формами» (*Мирабдуллаев И.М.* О происхождении и положении грибов в системе органического мира // УСБ, 1994, N 1, с. 34). Речь здесь идет о гриборастениях, и автор видит естественность их промежуточного статуса.

Межцарства – не таксоны, поскольку не имеют типичных форм, поэтому их диагнозы не столько указывают свойства их членов, сколько констатируют отсутствие чего-то (*негативные диагнозы*). Почти все ***эвкариоты естественным образом распределятся среди трех***

царств и трех межцарств, а оставшиеся несколько видов (вроде эвглены зеленой) окажутся сразу в двух межцарствах, что учесть совсем легко.

Ядерный тип организации либо есть целиком, либо его нет вовсе (в этом состоит *синдром эвкариотности*, п. 8-5), так что деление на два надцарства не только естественно, но и весьма удобно: между ними нет периферии, а потому нет и межцарств. Все попытки выявить какие-то промежуточные формы (мезокариоты) ни к чему не привели, о чем хорошо написано в статье Шипунова: им нельзя дать конструктивный диагноз, а без диагноза нет смысла говорить о таксоне.

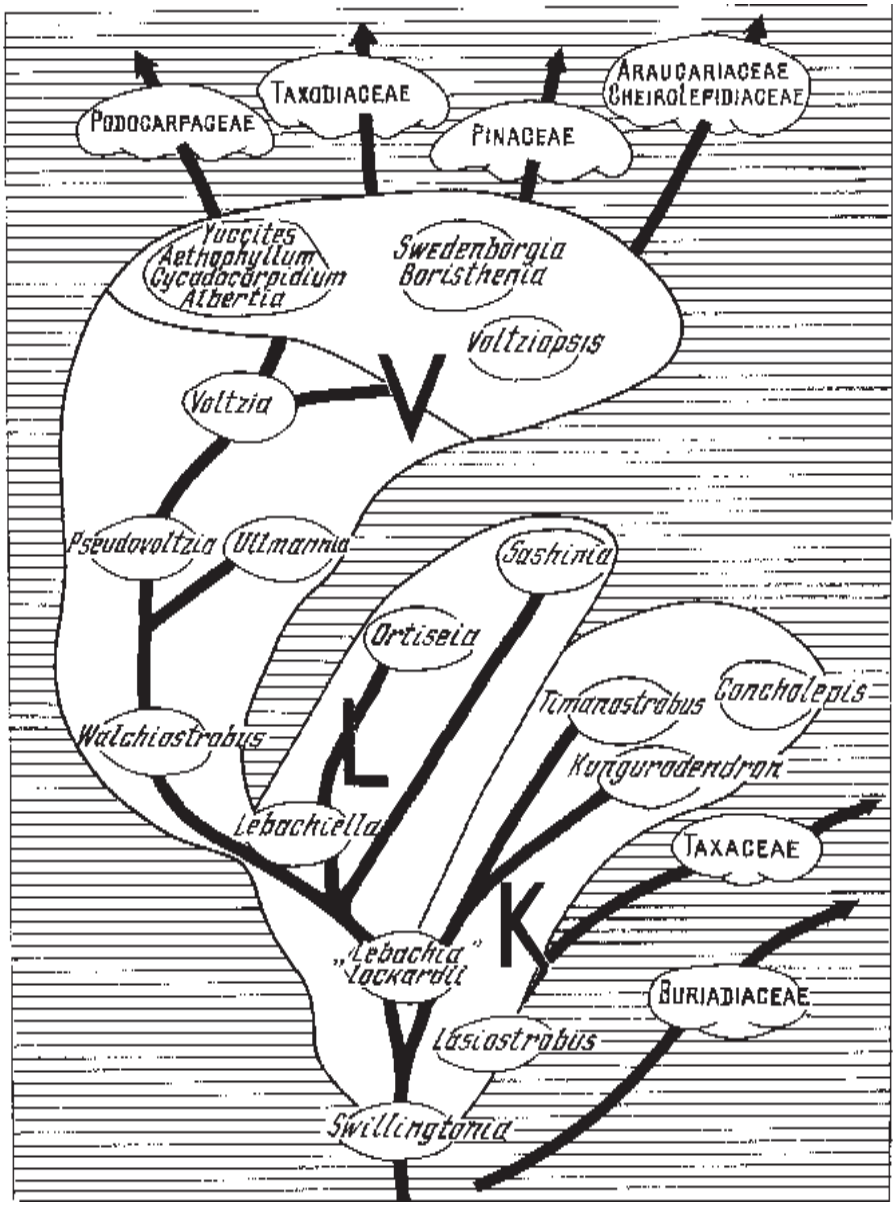


Рис. 79. "Пробная филогения" ранних хвойных (по: Meyen, 1997) в точности повторяет семофилогению, данную на рис. 78

Например, мезокариотами были объявлены динофлагеллаты (панцырные жгутиконосцы), но они оказались безусловно ядерными организмами, только с необычными чертами. Строение их отнюдь не примитивно – наоборот, они во многом сложнее других эвкариот, особенно их хромосомы, образующие сложные пространственные структуры, скрепленные не столько белками, сколько структурными РНК. Кстати, динофлагеллаты довольно молоды (известны лишь с силура), так что и с филогенетической позиции являются только ответвлением, а не предками.

Кроме строения клетки, надцарства проявляют еще одно важное различие: почти все прокариоты одноклеточны (многоклеточные составляют около 1% видов прокариот), тогда у эвкариот наоборот: лишь около 1% их видов одноклеточны, и разнообразие их видов растет с ростом сложности организации. В этом состоит *реверсия разнообразия* (п. 8-13). А вот в межцарствах ее нет – тут опять преобладают одноклеточные. По этому свойству межцарства сходны с прокариотами, хотя состоят из эвкариот.

** Макросистема как парк

Теперь проясняется форма искомой системы: ее удобно представить себе в форме «парка», в середине которого расположено круглое «озеро» (надцарство прокариот), окруженное тремя массивами «деревьев» (тремя эвкариотными царствами), где каждое «дерево» обозначает тип. Каждый массив отделен от двух других «полянами» (межцар-

ствами), заполненными «мелкой растительностью» (типами из сравнительно небольшого числа видов, в основном одноклеточных). Примером "дерева" может служить система голосеменных Мейена, которая, как сказано выше, является филогенетическим древом лишь с оговорками.

Изобразить прокариот «озером» надо потому, что среди них вообще нет групп, представимых в форме ветвящихся систем: систематика бактерий сводится к перечню родов, очень редко допускающих группировку даже в семейства. Вызвано это тем, что основные свойства бактерий свободно комбинируются, а потому система их естественно выражается в форме многомерной таблицы. В случае N-мерной таблицы каждый род задается пересечением N строк (в случае двумерной таблицы – пересечением строки и столбца). По любому из свойств можно разделить прокариот на две группы и назвать их царствами, что не раз делалось (например, предлагалось поделить прокариот на царства бактерий и архебактерий – о последних см. [*Медников*; *Шипунов*]), но такое произвольное членение вряд ли полезно.

Планировка «парка» должна учесть не только сходства различных «деревьев» (типов), но и различные уровни организации. Напомню, что Заварзин ввел всего три уровня организации – прокариотный, простой эвкариотный и сложный эвкариотный (тканевый). Этого явно недостаточно. Ясно ведь, что плесень чем-то существенно ниже шляпочного гриба (но оба Заварзин отнес к нетканевым), а червь – ниже насекомого (оба отнесены к тканевым). Для наглядности и цельности надо иметь какой-то четкий принцип расположения, подобный столбцам и строкам менделеевской таблицы в химии. Обычный иерархический принцип, применяемый в систематике, выявляет, в качестве высших таксонов, только крупные группы, а не какие-то уровни организации. Например, губки (состоят из организмов одного уровня организации) – тип и хордовые (состоят из разных уровней) – тип.

*** Уровни организации

Для животных такие уровни давно выявлены и общепризнаны: одноклеточные (Protozoa), пластинчатые (Placozoa), простые тканевые, т.е. губки (Spongia), двуслойные, т.е. лучистые (Radiata), простые трехслойные, т.е. бесполостные (Scolecida), первичнополостные (Pseudocoelomata), вторичнополостные (Coelomata). Для цельности макросистемы нужно провести подобные уровни через все царства.

Приблизительно ту же роль, какую при определении уровня организации животных играет *полость* (coeloma), у растений играет *побег* (cormus); а ту роль, какую у растений и животных играет *ткань* (textus), у грибов выполняет плетеная из гиф «ложная ткань», *плектенхима* (plectenchyma, что по-гречески значит: слитое путем переплетения).

Это сопоставление позволяет наметить нечто вроде **кольцевой координатной сетки** для нашего «парка». В качестве кольцевой координатной оси естественно взять *границу прокариот с эвкариотами*, поскольку это – главная и единственная четкая граница между таксонами, не осложненная нечеткими формами. На рисунке она изображена жирной окружностью. Другой осью координат будет **уровень организации**, откладываемый внутрь от этой окружности и наружу от нее (рис. 81).

Кверху от верхней части этой окружности располагаются жгутиковые одноклеточные организмы, обладающие всеми тремя способами питания, согласно триаде Уиттекера. К ним относятся некоторые эвглены.

Обходя данную окружность по часовой стрелке, мы увидим постепенное исчезновение членов данной комбинации, а затем опять возвращение к ним. Эта объективно

существующая цикличность и потребовала для своего отображения кольцо. А именно, правее эвглен расположатся жгутиковые без фотосинтеза (зоофлагеллаты), затем – жгутиковые с чисто осмотрофным питанием (осмофлагеллаты), еще далее – осмотрофы без жгутиков (споровики и пр.); в нижней части окружности – одноклеточные водоросли лишайников, затем – безжгутиковые водоросли (багрянки и др.), а в левой ее части – снова фотосинтетики со жгутиками (фитофлагеллаты), которые в верхней части соседствуют со жгутиковыми смешанного растительно-животного питания. Круг замкнулся.

Внутри жирной окружности расположится кольцо *одноклеточных прокариот*. Оно будет в нашей системе основным, поскольку служит **кольцевой осью симметрии**. Кроме нее на рисунке видна тройная симметрия, задаваемая триадами и определяющая эвкариотные царства.

Снаружи от кольца 1п поместим кольцо одноклеточных эвкариот (1э), а внутри – простые многоклеточные прокариоты (нитевые, плоские и шаровые структуры) – кольцо 2п. Аналогичное кольцо 2э поместим снаружи кольца 1э. Эти уровни включают и бесклеточность (ею обладают организмы, тела которых не поделены на отдельные клетки – таковы ценоцитные водоросли, мицелий актиномицетов и т.п.). Параллельно с цианеями (прокариотными водорослями) расположатся одноклеточные эвкариотные водоросли, параллельно со жгутиковыми бактериями (псевдомонадами) – жгутиковые эвкариоты (их прежде называли монадами) и т.д.

Уровни 3п и 3э – *тканевые*: в строгом соответствии с определением ткани как компактного слоя или полости клеток, объединенных общей функцией, мы можем выявить простые ткани и у грибов, и у некоторых прокариот. Тканевые прокариоты – это цианеи в виде сантиметровых кустиков и плодовые тела миксобактерий в виде ярких милиметровых грибочков. Функция питания исполняется здесь одной тканью, размножение – другой, а оболочкой органа размножения служит третья. Такие прокариоты естественно займут небольшой кружок в центре схемы.

Зато у эвкариот соответствующий (тканевый) уровень очень обширен: это всё то, что мы в обиходе называем водорослями и грибами, а также – губки, кишечнополостные (медузы, гидры и т.п.) и низшие черви. Правда, у грибов роль ткани исполняет не слой клеток, а плектенхима.

Симметрия относительно уровня 1п означает, что прокариотные типы клеточной организации повторены низшими эвкариотами: и тут и там мы видим клетки круглые, вытянутые и спиральные, с жесткой стенкой и без, жгутиковые, скользящие и неподвижные; повторены и прокариотные типы многоклеточиости: и тут и там мы видим нитчатые, мицелиальные (ветвящиеся), кустистые, слизевые, корочковые и т. п. Однако ткани у эвкариот создают основу разнообразия, а у прокариот почти отсутствуют. Этим симметрия между прокариотами и эвкариотами исчерпывается, так как более сложных форм у прокариот нет. Нет их, кстати, и у грибов (у которых, однако, разнообразие тканевых форм несравненно выше).

Четвертый уровень (полукольцо) эвкариот *тканеорганный*: каждый орган строится из различных тканей. Ствол дерева – из древесины, луба и коры; пищеварительный тракт даже у кольчатого червя имеет железистые, соединительные и мускульные ткани и т. д. У высших растений есть много различных разнотканевых органов, и в этом они проявляют параллелизм с животными средней сложности (примерно до уровня кольчатых червей).

Этим организация растений и завершилась, тогда как у животных есть еще и пятый

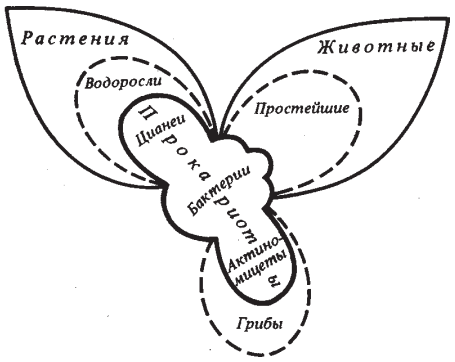


Рис. 80. Симметризованная схема царств по Уиттекеру — Заварзину

уровень, наиболее богатый видами – *централизованный*. Интеграция никогда не доходит у растений до централизации: из корня часто может вырасти новый стебель, отрезанный стебель или ветка часто может давать новый корень, а разведение культурных пород прививкой общеизвестно. В то же время животные выше червей не переносят даже разрезания пополам – настолько их органы интегрированы в единую систему. Поэтому среди них естественно выделить пятый уровень, куда войдут все те животные, которые имеют головной мозг и сердце.

Более детальное членение для макросистемы не требуется. (Напомню, что в ней должно быть наглядное место каждому *типу*, внутри же типа систематика строится по-другому.) Зато стоит отметить, что каждый уровень, считая от 1п, образует следующий путем *интеграции*, которая наблюдается относительно уровня 1п как наружу, так и внутрь. Эвкариотная клетка есть объединение прокариотных механизмов, ткань – объединение клеток для общей функции и т.д.; объединяться в простую ткань могут как эвкариотные клетки, так и прокариотные. Разница в том, что эвкариотная организация влечет реверсию разнообразия: чем выше уровень, тем больше площадь кольца.

Эволюция, как ее видят в наше время, шла от простых прокариот к многоклеточным прокариотам и одновременно к одноклеточным эвкариотам, а затем – к многоклеточным эвкариотам. Если так, то ее естественно представить как постепенное заполнение кольцевой таблицы от кольца 1п внутрь и наружу. Подробнее см. [*Чайковский*, 1999]. Тем самым, эволюцию можно представить в виде процесса заполнения рефренных таблиц на всех уровнях, только на высшем уровне таблица оказывается кольцевой.

10-10. Царство человека

Какое место в этой кольцевой макросистеме занимает человек? Если говорить только о человеческом теле, то, как сказано в п. 9-15, удобно считать человека видом рода Homo в отряде приматов (обезьян). Тогда ему на схеме особого места не требуется. Однако если говорить о человечестве как целом, то оно состоит не только из человеческих тел, но и из всего, что люди делают. А дела их меняют облик биосферы настолько, что их появление являет для нее катастрофу, сравнимую разве лишь с появлением высококислородной атмосферы в протерозое.

Стоит вспомнить, что со времен Линнея человека принято было выделять в особое царство природы; великий зоолог Бэр, например, писал, что человек биологически относится к животным из отряда обезьян, а в умственном и духовном плане являет собою отдельное царство живой природы. Эта точка зрения отнюдь не единственна – например, Оуэн в книге, упомянутой в п. 2-11, классифицируя млекопитающих по их черепам, выделял человека в особый *подкласс*, состоящий из одного отряда Bimana (двурукие), т.е. располагал как бы между двумя позициями Бэра.

С позиции экологии (ее в дни Бэра не было) человек тоже является именно царством, что видно хотя бы из такого подсчета: общая площадь пашни и многолетних насаждений составляет 1,5 млрд гектар, лугов и пастбищ 3,3 млрд, т.е. вместе – более 40% суши. Еще 3 млрд га в принципе можно использовать при орошении, но для этого на Земле нет воды (ее есть на 475 млн га, и их орошения можно ожидать) [*Жученко*, с. 22].

Теперь можно уточнить: ***человек строением и физиологией относится к отряду обезьян, а экологически является особым царством природы***. Это соответствует экологическому пониманию царств.

Человек может выступать как царство и в чисто классификационном смысле, что не раз отмечали те, кто отличал людей от животных. Эту линию недавно продолжил методолог С.Г. Кордонский. У него особая деятельность человека названа социальной: <<у людей как царства природы есть “животная”, “растительная”, “бактериальная”, “минеральная” и другие “части”, в то время как у... животных есть все “части”, кроме социологической>> [*Кордонский С.Г.* Циклы деятельности и идеальные объекты. М., 2001, с. 127]. Это не вполне верно (социальная структура у высших животных есть, а у обезьян весьма развита – см. п. 9-15; особую деятельность человека в интересующем Кордонского смысле я бы назвал *понятийно-орудийной*), но автор прав в главном: если определять каждое новое царство как появление нового типа деятельности, то человек – царство. И его деятельность носит, в частности, глобальноэкологический характер.

Экологическая универсальность и генетическое единство (в силу свободного горизонтального переноса) прокариот вынуждает считать их надцарством, состоящим из одного царства. С этой позиции ***людей тоже можно считать надцарством, состоящим из одного царства***. В самом деле, будучи поначалу всего лишь консументом, человек постепенно овладел всеми трофическими уровнями. Сперва это достигалось только посредством разведения нужных человеку организмов, но в последней четверти XX века стало играть существенную роль прямое их создание, т.е. генная инженерия. Кроме комбинирования природных генов, в последние годы началось изготовление генов. Теперь *можно получить ген, который будет кодировать никогда не существовавший в природе фермент.*

Более того, человек теснит прежние царства – точно так же как в протерозое эвкариотные царства (растения, животные и грибы) начали теснить прокариот. В Европе большинство первичных (росших до человека) лесов уничтожено, а в Китае есть обширные территории, относимые не к какой-то биогеографической единице, но прямо определяемые как «антропогенный ландшафт». Положение животных еще менее завидно: все виды крупнее кошки либо уже истреблены, либо оттеснены в малолюдные зоны (где их численность сокращается), либо одомашнены. Численность людей и разводимых ими животных в тысячи раз первосходит их максимально возможную численность в диком состоянии. Кроме них процветают, в основном, непромысловые виды животных в почве и океанах.

Инопланетяне, приближаясь к Земле и едва убедившись, что здесь есть жизнь, увидят, что здесь царит человек, а уж потом смогут выявить, какие еще у нас есть царства организмов. Ведь человек не просто стал геологической силой (ею являются все царства), он еще и конструирует объекты, многие из которых видны из космоса — водохранилища, города и т.п. Можно сказать, что человек в глобальном плане — **конструктор**, точно также, как грибы — деструкторы. Даже больше: грибы разлагают лишь органику, а человек конструирует всё.

Именно это последнее свойство позволяет, на мой взгляд, ввести **надцарство (царство) человека** формально: *надцарство* Humana *(человеческие), состоящее из одного царства* Homines *(люди) — это группа организмов,* ***единая генетически и способная как выполнять экологические функции всех прежних царств, так и осуществлять новую функцию*** *— конструировать и производить материалы и*

изделия, отличные качественно от существовавших в природе до людей.

При таком подходе на схеме можно дать еще одну короткую дугу — выше животных, над хордовыми. Однако лучше признать, что с появлением царства человека макросистема перестала быть четырехцарственной, пятицарственную же макросистему следует изображать иначе, кладя в основу иные, кроме приведенных, рассечения. Возможно, такая макросистема не будет иметь плоского изображения. До ее разработки остается пользоваться схемой рис. 81, подчеркивая, что она дает абрис природы, какой та была до промышленной и информационной революции.

Прежние царства возникли слишком давно, и мы ничего не знаем о процессе их формирования. Зато об остальных высших таксонах мы знаем: вероятно они возникали в безморозном климате и затем расселялись, эволюируя, в более холодные страны (биотогенез). Именно так развивался и человек. Возникнув в субтропиках, люди несут с собой полутропическую среду обитания (теплое жилье, солнцелюбивые растения). Одновидовая культура влечет в последние годы монотипизацию условий жизни, откуда и "поразительное безразличие подростков", создающее массу новых проблем (*Яницкий О.Н.* Экологические перспективы города. М., 1987, с. 40, 93).

Вообще, снижение разнообразия в рамках царства человека весьма характерно, что хорошо видно из книги молдавского агробиолога А.А. Жученко: используемая земля засажена ничтожной долей растений: из 300 тыс. видов цветковых используется 5 тыс., причем широко – всего 30 видов. Из них почти все путем селекции приведены, с целью повышения продуктивности, в экологически неустойчивое состояние [*Жученко*, с. 67, 193]. Для избежания катастрофы автор предлагает отказаться от монокультур (т.е. от полей, засеянных единственным сортом) и от единообразных мер воздействия на земли; он даже призывает вводить менее урожайные, но более экологически самостоятельные растения.

Все эти меры можно назвать диатропическими, но главный вопрос диатропического характера таков: может ли вообще одновидовое царство быть устойчивым и, тем самым, существовать долго? Ответа у меня нет.

С одной стороны, нынешняя неустойчивость биосферы очевидна и явно связана с царством человека, но с другой – она может оказаться временной. Ведь человечеству вообще свойственно развиваться циклами.

В этом плане интересна книга: *Пантин В.И.* Циклы и волны глобальной истории. М., 2003. Тут верно отмечен сам факт цикличности глобальной истории цивилизаций: за эпохой объединения следует эпоха распада империй – и описаны 3 цикла (античный, средневековый и нынешний), а о более ранних сказано лишь, что они имели место и что длительность каждого "также составляет около тысячи лет" (с. 51). На самом деле, как бы ни группировать события, *длительность циклов со временем сокращается*. Так, нынешний цикл, начавшийся в XIV веке, еще не закончен, но уже накладывается на следующий (Европа объединяется, империи распадаются); средневековый составил 1100 лет (III / XIII века), а чтобы уместить античный цикл в тысячу лет (-VIII / II века), автору пришлось начать его на 500 лет позже действительности: как известно, крушение Микенской цивилизации, послужившее началом распыления Эгейской цивилизации (и описанное Гомером в -VIII веке), произошло в -XIII веке. Что касается предыдущего цикла, кульминацией которого был союз Ассирии и Египта (-XV / -XIV века), то описать его не берусь, но он длился тысячу лет лишь в Месопотамии (-XXII / -XIII

века), тогда как Египет был великой державой в течение большей части Древности (около 3 тыс. лет с перерывами), а в Индии и Китае в то время вероятно еще не было единых государств.

Чуть более удачной видится идея *log-периодичности* (логарифмического роста характерных времен развития по мере углубления в прошлое). Идея снована на представлении истории мира в форме роста единого фрактала-древа; она грубо проведена через всю историю мироздания, начиная с Большого взрыва и кончая актами истории XX века (АЕ, 12, 214-216, 314, 318, 335). Если она верна, то царство человека укладывается в историю мира, а сам процесс эволюции мира убыстряется, как сказано в п. 9-16.

Глава 11. Практические рекомендации. Заключение

Возможность давать практические рекомендации – главный критерий работоспособности всякой теории. (Часто говорят иное: что теория должна давать предсказания; но это слишком жесткий критерий, мало к какой теории пригодный и не слишком для теории эволюции полезный. Различие в том, что рекомендация организует наши действия, не претендуя на предсказание обязательного успеха; теория должна дать спектр возможных вариантов течения событий, что и позволяет строить рекомендации.) Насколько знаю, ни одна из прежних теорий эволюции не претендовала на рекомендации.

Самая простая и общая рекомендация – не путать эволюцию с отбором (п. 5-13**) и с филогенией. Эта путаница так сужает кругозор исследователя, что для серьезного исследования может не остаться места.

Например, французские генетики, сказав: “В проблеме эволюции мобильных элементов главными вопросами являются их происхождение, судьба и отношения между их основными семействами” (*Капи П., Мэзонот К.* // ЭГ, 719), закрыли себе путь к серьезной работе. По-моему, на самом деле интересна не родословная, а фактическая роль генов в эволюции. Предложение искать способы их вычленения из генома и включения в другой геном, а также влияние их структуры на их функцию, и есть рекомендация.

Обратимся, однако, к более сложным рекомендациям.

11-1. Поиски остатков внеземной жизни

В последнее время много пишут о возможном происхождении жизни вне Земли. Исследование метеоритов ясно говорит о том, что многие из них образовались в недрах большой планеты (длительные сверхвысокие давления), а это значит, что она раскололась. Наличие в таких метеоритах микроструктур, похожих по форме на бактерии, служит основным материалом для рассуждений о внеземном начале жизни. Не вступая в спор о природе микроструктур, замечу, что занести на Землю жизнь через метеориты вряд ли возможно, поскольку заносить надо не бактерию, а самодостаточный фрагмент биосферы. Крупные метеориты испаряются при ударе о Землю, и мне не известно ни одной модели “мягкой посадки”.

Хотя, как уже говорилось в п. 7-2, проблема самого по себе биопоэза не продвигается допущением космической гипотезы ни на шаг, однако убедиться в наличии жизни вне Земли было бы очень важно именно для решения проблем биопоэза: ведь если удастся обнаружить остатки другой жизни, да еще очень древней, модели биопоэза

обретут почву: станут возможны сравнения, построение параллельных рядов, словом, переход к науке.

В космосе мы можем надеяться получить остатки сразу двух древних жизней: нашего соседа Марса, с которого, как полагают, давняя катастрофа сорвала атмосферу и этим погубила жизнь, и погибшей планеты **Фаэтон**. Они могут раскрыть тайны многих стадий биопоэза. (Есть косвенные соображения и о возможной подлёдной жизни на Европе, спутнике Юпитера, LEG, 13-14).

Метеориты демонстрируют принадлежность большой планете, и они же содержат следы микробов. Вероятно, такая планета (Фаэтон) обращалась между Марсом и Юпитером и 4 млрд лет назад погибла - то ли от взрыва недр, то ли от столкновения с иным небесным телом, образовав пояс астероидов. Это подтверждает ту изложенную выше идею, что жизнь возникла быстро, при высоких температурах и давлениях (*Резанов И.А.* Ранняя история Земли // ВРАН, 2002, N 7).

Был ли на Марсе и Фаэтоне океан? Принятая ныне концепция биопоэза исходит из предположения ведущей роли тепла недр, а не Солнца. Если так, то водный океан мог быть и на далекой от Солнца планете. При гибели от столкновения или взрыва он должен был выплеснуться в космос большими фрагментами и замерзнуть, обратившись в рой комет. Они состоят из льда и камней, а беспорядочность плоскостей их траекторий (в отличие от остальных тел Солнечной системы, движущихся вблизи плоскости солнечного экватора) говорят в пользу их происхождения от удара или взрыва. Можно ли вычислить радиус орбит, с которых они ушли, не знаю.

Зато могу сообщить, что креационисты видят в кометах довод в пользу краткости истории Солнечной системы: кометы не могут иметь ее возраст (оцениваемый в 5 млрд лет), поскольку испаряют лед при каждом приближении к Солнцу, но миллионы лет некоторые из них жить могут (ЮШ, 162). Довод серьезный, но как раз изложенные соображения позволяют его преодолеть. Во-первых, кометы оказываются моложе Солнечной системы, а во-вторых, небольшая часть их должна была при гибели океана оказаться в сотни раз крупнее средней величины. Возможно, только их мы и видим.

Толща земного океана почти безжизненна, поэтому важных находок можно ожидать *в камнях* каменно-ледяных комет: камни могут быть кусками дна или берега. Интересно было бы обнаружить остатки жизни у фрагментов первичных гидротерм Фаэтона, но еще интереснее найти что-то совсем неведомое. Основана ли внеземная жизнь на знакомой нам биохимии?

Хотя за миллиард лет жизнеспособность всех организмов должна была утратиться, однако космический холод при небольших давлениях и хорошей изоляции от излучений оставляют поле для неожиданностей. Поэтому анализ недр комет требует всех возможных предосторожностей.

11-2. Загадочный карбон и умеренные креационисты

Излагавшаяся до сих пор история жизни основана на допущении, что последовательность событий нам в основном известна достоверно. Это основано на солидном авторитете *стратиграфии* (см. конец п. 7-4). В целом она действительно дает надежную (в том смысле, что не видно существенных противоречий) цепь событий, однако есть заметные изъяны, затрудняющие построение картины биоэволюции и дающие пищу креационистам. Такова их идея, согласно которой каменный уголь возник вовсе не в карбоновых болотах, а в огромных свалках, образо-

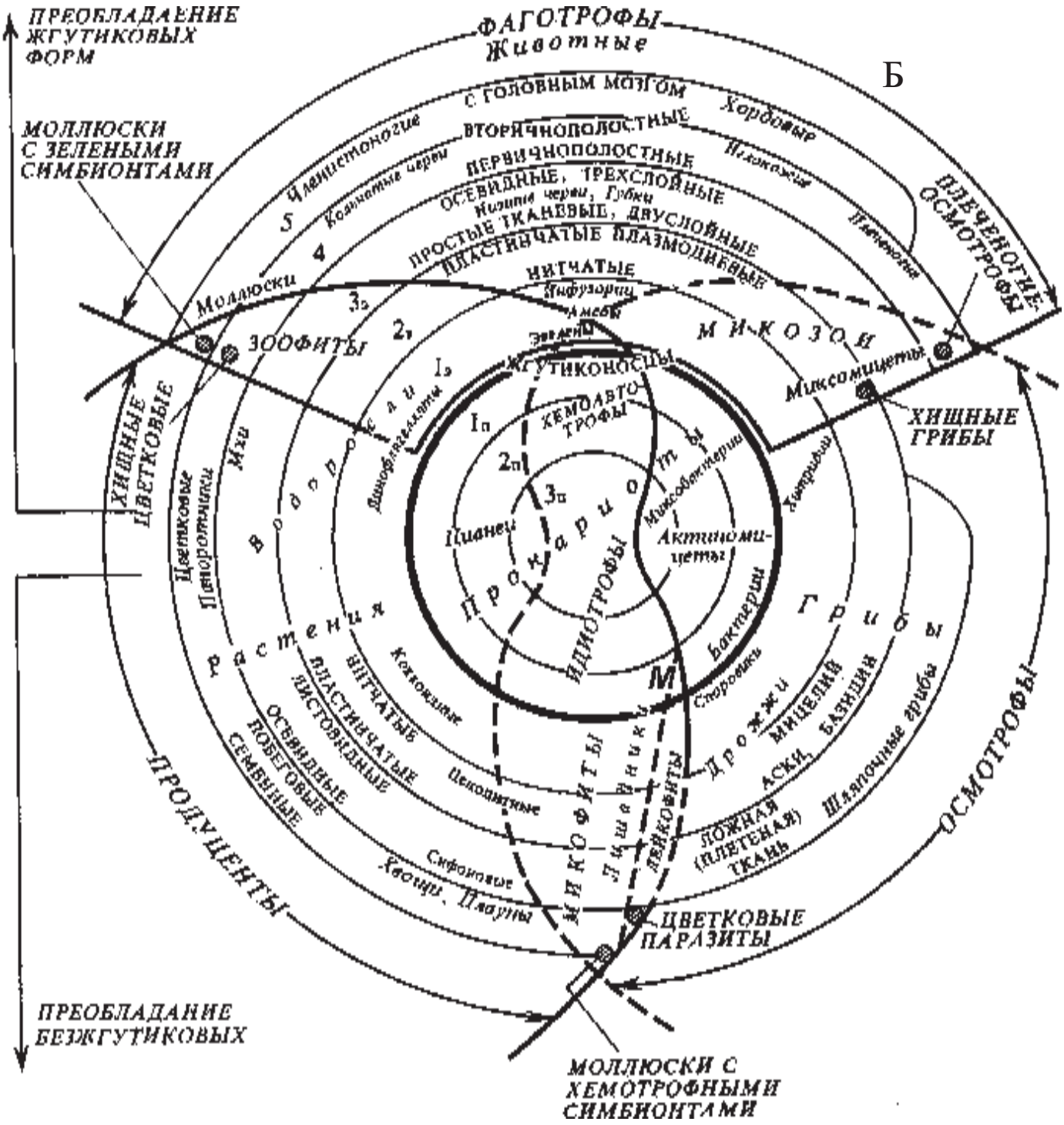


Рис. 81. Диатропическая четырехцарственная макросистема (Чайковский, 1986, с уточнениями). Таксоны обычной систематики даны курсивом с заглавной буквы (*Животные, Хвощи* и т.п.), прочие группы - сплошь курсивными заглавными буквами (*ЗООФИТЫ, ХЕМОАВТОТРОФЫ* и т.п.); уровни организации даны прямыми заглавными буквами (НИТЧАТЫЕ, ЦЕНОЦИТНЫЕ и т.п.). Подробнее см. [*Чайковский,* 1990, с. 156]. Подробнее о строении “озера” (круга прокариот) см. [*Чайковский*, 1990, с. 150-152]. Буквой ***М*** обозначены *молликуты* — группа, наиболее близкая к возможному первоорганизму

вавшихся за малое время из пластов плавучих лесов, брошенных друг на друга мощным потоком. Вывод авторам ясен – это след Всемирного потопа (ЮШ, 178).

Вывод получен на материалах нескольких каменноугольных зон Германии, где ясно видна *аллохтонность* древней растительности (она захоронена не там, где росла). Авторы не знают новых работ, показавших *автохтонность* большинства угольных пластов (они захоронены там же, где росли), например, в Северной Америке[40], так что о Всемирном потопе говорить вряд ли стоит (его и Кювье отрицал, так что на него креационисты ссылаются зря). Однако сами *эти новые работы*

были вызваны к жизни креационистами, за что им спасибо. В частности, аллохтонные пласты в карбоне тоже известны. Что могло переместить массивы деревьев?

Можно сравнить условия появления аллохтонов карбона с нынешними наводнениями, ставшими страшным последствием вырубания горных тропических лесов: <<Такое случается при быстром выносе большой массы осадков … которая "заживо погребает" растения>> [*Еськов*, с. 185]. Однако угольные бассейны в основном рождались вдали от гор; Альп в карбоне тоже еще не было, так что аллохтоны Германии таким путем не объяснишь.

Есть угленосные пласты (polystrate fossils), которые разделены несколькими слоями песка и глины, и всё это вместе пронизано многолетними стволами деревьев (см. цвет. фото: ЮШ, 176). Чередование пластов наводит на мысль, что катастроф было несколько подряд. Вопрос является объектом многолетних споров, и участники больше упирают на просчеты противников, нежели строят свои согласованные объяснения феномена. "Погребение этих деревьев быстрым накоплением осадков не оспаривается геологическим сообществом" (*Gastaldo R.A.*, с. 155), но и не побуждает его что-то менять в концепции карбона. Исключение составляют немногие *катастрофисты*.

Катастрофизм, сраженный когда-то актуализмом Лайеля (который видел в прошлом Земли только медленное накопление осадков), вновь заявил о себе в 1976 году на съезде в память столетия смерти Лайеля (где участникам раздали брошюру – первый номер бразильского журнала "Catastrophist Geology"). Вскоре он стал привычной частью геологической науки. Главное для нашей темы, что он внес в геологию, это критическое отношение к геохронологии: последовательность слоев может быть итогом как долгого накопления осадков, так и катастрофического потока в течение суток и менее. Это отнюдь не значит, что данным стратиграфии нельзя верить; нет, они вполне надежны, когда дают картину, согласованную во времени и пространстве (кембрий, он и в Африке кембрий, хотя описан близ Кембриджа). Но отдельные массивы могли отложиться мгновенно.

В 1979 году геолог Стивен Остин (США) защитил диссертацию, где, в частности, доказывал, что вертикальные бревна карбона говорят о быстром захоронении леса в ходе катастрофы. Это использовали креационисты.

Есть креационисты, которые прямо смыкаются с катастрофистами, т.е. согласны признать, что впечатление Всемирного потопа могли создать гигантские цунами, вызванные падением астероидов в океан *в разные эпохи* и что это вполне согласуется с Библией. Мое же мнение: чередование тонких пластов могло быть создано одним таким цунами, поскольку волна гуляла взад-вперед несколько раз с интервалом порядка суток. Картина могла повторяться в разных местах, имитируя облик синхронного процесса.

На вопрос, когда это было, дает ответ палеоботаника: каждой эпохе свойственны свои растения. Тут-то и проходит грань между катастрофистами и креационистами – вторые не могут объяснить, почему в водах Всемирного потопа погибли растения разных геологических эпох, причем в нижних слоях карбона нет голосеменных и ни в каких его слоях нет цветковых. Словом, эволюционная наука может за себя постоять.

Зато креационисты задают трудные для эволюционистов вопросы: почему некоторые массивы следов животных карбона таковы, будто все животные ползли по

мокрому склону вверх? Почему среди них нет отпечатков растений? Быть может, поток воды рассортировал животных и растения по разным слоям? (*Рос А.* В начале... . Заокский, 2002, с. 219, 243).

Кстати, если креационисты ссылаются на Всемирный потоп, то почему они не ищут останки погибших при потопе людей? Оказывается, ищут, только другие креационисты – не христиане, а кришнаиты. Разумеется, они друг друга не читают (поскольку веры их противоположны: у первых мир сотворен 10 тыс. лет назад, а у вторых ему миллиарды лет, и люди жили в нем всегда), но ничто не мешает нам сделать это за них. Вспомним, как Любищев призывал быть "беспринципным в выборе цитат" (п. 4-17).

Кришнаиты Кремо и Томпсон (см. п. 9-15) составили весьма интересную таблицу "аномальных свидетельств о существовании человека в глубокой древности". Из шести страниц две занимают молодые находки (из плейстоцена), три с лишним – из третичного периода (начиная с эоцена), и меньше одной – из более ранней истории Земли. Так вот, эти ранние находки по периодам фанерозоя разложились любопытно: на 11 периодов (от венда до палеоцена включительно) пришлось всего 16 находок, из которых 10 – на *карбон*: 8 позиций, 10 находок (9 в США и одна в Англии). Угольные разработки, разумеется, обследованы лучше других горизонтов, но ведь *пермские угли не дали ни одной находки*.

Пусть геолог и скажет, что почти все находки карбона сделаны до рождения изотопной хронологии и поэтому, вернее всего, датированы ошибочно, но, во-первых, креационисты резонно укажут, что сам изотопный анализ часто дает нелепые результаты (таков "древний" возраст лавы, реально излившейся *всего сто лет назад* — *Рос А.*, с. 280; ЮШ, 158). Эволюционисты их не оспаривают, но просто молчат о них. А во-вторых, как понять пик находок в карбоне США? Почему пик в карбоне? Как сюда попало больше находок, чем в остальную историю той жизни, что протекла до появления обезьян? Кришнаитов карбон сам по себе не занимает, они даже не заметили пика, а значит, явно данные ими не подобраны.

Мое мнение: не зря креационисты прицепились к карбону. Пусть даже их собственное построение никуда не годится, но они могут быть правы, когда указывают на то, что неверно описано другими. Что именно, не мне судить, но напомню, что одинцовские ископаемые мозги тоже описаны как карбоновые кремни (и поэтому отвергнуты наукой), хотя карбоновой фауны в них не найдено. Они, полагаю, не карбоновые, а плейстоценовые, но ведь отвергнуты как карбоновые. Не тут ли путь к разгадке? Иными словами, не описан ли, хотя бы в редких случаях, в качестве аллохтонного карбона совсем иной мир, например, третичный? Для идеи человека как лазарева таксона это очень важно.

11-3. Анализ рефренов и диатропический прогноз

Под диатропическим прогнозом понимается выявление (анализом рефренов) спектра возможных блоков — таких, что всё необозримое разнообразие реальных особей есть набор комбинаций этих блоков. В качестве примера напомню историю с "особаченными" лисятами (пп. 5-13**, 6-17): селекционеры были в недоумении и, как водится, успокоили себя введением новой формы отбора, хотя до них теоретик-животновод Боголюбский писал об этом эффекте и о предсказании спектра новых свойств лисиц на основе знания свойств соответствующих собак.

Таким же прогнозом можно считать утверждение, что безногий "млекопитающий

угорь" возможен, а крылатый "ангел" — нет [*Чайковский,* 1990, с. 54, 247-248].

Есть и другая точка зрения – что "ангела" вполне можно создать тем же путем, каким природа создавала новые пары конечностей у насекомых. Так, у двукрылых пара жужжалец расположена позади пары крыльев, а у веерокрылых наоборот, и есть гипотеза, что "веерокрылые произошли от двукрылых посредством одной гомеотической мутации, поменявшей местами второй и третий грудные сегменты... Дальнейшее развитие этой логики приводит к умозаключению, что человеку, чтобы приобрести крылья, достаточно вызвать экспрессию нужных генов в нужной части тела – причем автор цитируемой статьи (C. Kenyon, 1994 – *Ю.Ч.*) утверждает, что хорошо знает, с каких генов следует начать" [*Гродницкий*, с. 98-90].

С первого взгляда идея Кеньона выглядит просто перепевом Григория Нисского: все гены уже существуют, и эволюция состоит в их поочередном включении. Однако на самом деле вопрос глубже. Поскольку гомеобокс (он общ для всех организмов) не формирует новую пару конечностей, а лишь маркирует место, где должен быть включен нужный процесс формирования (задаваемый другими, свойственными именно данному организму, генами), то вполне возможно, что его встраивание в новое место генома привело к появлению нового органа. Но это именно встраивание, а не экспрессия: если бы ген там уже был, "ангелы" иногда возникали бы за счет мутаций.

Диатропический прогноз характерен указанием на сами альтернативы, а не на их комбинации и не на их вероятности. Особенно это существенно при прогнозировании и рекомендациях в экологии. Вот два примера.

Очевидно, что в ближайшие 50 лет концентрация CO_2 в атмосфере удвоится и это может изменить тип растительности. Неясно, будет от этого людям вред или польза, но "в любом случае скорости адаптивных реакций растительного покрова Земли и миграция растительных форм должны ограничивать скорость антропогенных воздействий" (*Чмора С.Н., Мокроносов А.Т.* Глобальное повышение CO_2 в атмосфере и адаптивная стратегия растений // ФР, 1994, N 5, с. 776). Здесь вместо предсказания конкретного варианта хода событий, даны возможный спектр вариантов и рекомендация на худший случай. Почти то же видим при обсуждении возможной катастрофы на атомной электростанции: пусть вероятность ничтожна, но исходить надо не из нее, а из размеров ущерба, если она произойдет (LEG, 45).

11-4. Тенденции эволюции и спасение природы

До сих пор вся охрана природы строилась на желании сохранить то, что имеется, но ведь природа эволюирует, и нельзя этому мешать. (См. об этом: *Геодакян В.А.* Об эволюционной близорукости экологических концепций // [*Кудрин*].) Из этого прямо следует несколько рекомендаций.

Спасая вид от исчезновения, надо быть уверенными, что мы спасаем его от истребления, а не от естественного вымирания. К сожалению, до сих пор тратится много сил и средств на безнадежное спасение вымирающих и даже вымерших. Так, *стерх* явно вымирает, а дикий *зубр* вымер. Скудные средства охраны природы имеет смысл тратить на спасение тех, кто не проявляет склонности к вымиранию (очевидной у обоих названных видов).

Сложнее вопрос с заполнением опустевших экониш. Весьма заманчиво заполнить богатейшие морские пастбища, где прежде паслась морская (стеллерова) корова, но кем? Бытующее в литературе мнение, что морскую корову истребили европейские моряки, сомнительно: их побывало там мало, и сколько кто убил, в общем известно.

Более реальна та версия, что морская корова к моменту ее описания Стеллером уже почти вымерла, а ее последнее (командорское) стадо пало от эпизоотии, от глистов.

Ее ныне живые родственники (дюгонь и ламантин) сами в Красной книге. Нет смысла пытаться акклиматизировать их на Командорах, не поняв, в чем состоит тенденция к вымиранию (ей подвержен весь отряд) а этого нельзя сделать, пока само наличие тенденций отрицается. Приняв тенденции как реальность, можно строить теорию природы каждой из них и планировать эксперименты. Если тенденция к вымиранию необратима, не стоит иметь дело с ее носителями. Однако возможно, что тенденции имеют генетическую природу, и их можно будет преодолевать, как преодолевают генетические болезни. В таком случае морскую корову стоит попробовать заместить новым видом, а стерха вряд ли стоит, поскольку его и так замещают другие птицы.

11-5. Как жить в новой биосфере?

Итак, прежняя эволюция закончилась, но жизнь, а значит и ее эволюция, пока продолжается. Набор ведущих факторов эволюции меняется: эволюция стала, впервые в истории Земли, зависеть от судьбы одного вида, ставшего царством в экологическом смысле слова. Этот вид эволюирует путем усиления своих органов (орудий) и изменения круговоротов, а заодно ослабевает сам (см ниже).

150 лет назад началось потепление Северного полушария (Южное, где господствуют океан и Антарктида, более инерционно). Сперва оно выглядело благом, но теперь, наложившись на рукотворное преобразование биосферы, грозит стать трагическим *климатическим фактором эволюции*. Если начнется таяние Антарктиды, то больше всего от затоплений пострадают Амазония и северная Евразия, а меньше всего – не имеющая больших низменностей Африка. Она даже выиграет от прекращения роста пустынь. Материк, давший начало людям, станет главным (последним?) центром культуры, с вытекающими для европейской культуры последствиями.

Человек встал в один ряд с бактериями и растениями, став главным *экологическим фактором эволюции* биосферы (царство человека). Обычно в связи с этим пишут только о возможном вреде для биосферы, но столь же важно отметить, что люди могут попросту не успеть осуществить серьезный вред ей, поскольку вымрут раньше. И не от ядерной войны (это тоже экологическая катастрофа), а в силу законов собственной эволюции.

ВО-ПЕРВЫХ, в царстве человека в последние 60 лет на первый план вышло расширение мыслительных возможностей за счет вычислительной техники. Еще до создания компьютера чешский писатель Карел Чапек ввел в оборот слово *робот,* означающее автомат, способный к самостоятельному поведению. Фантасты долго изощрялись в описаниях сцен порабощения цивилизации людей цивилизацией роботов, упирая на акт выхода роботов из повиновения, а опасность пришла с неожиданной стороны – человечество уже сейчас неспособно отключить сеть компьютеров, распоряжающихся его благополучием, хотя компьютеры вовсе не бунтуют, а покорно исполняют волю людей. Сама эта воля неуклонно ведет человечество к порабощению.

Тут происходит то же, что с отравлением среды обитания: формально говоря, мы можем его ограничить, но фактически не можем. В обоих случаях налицо мощный *психотехнический фактор эволюции.* Итог его действия можно выразить печальным тезисом: ***стремление к безопасности всегда отступает перед стремлением к комфорту***. Начало XXI века знаменуется вторжением техники уже прямо в мыслительную сферу:

если прежде мы имели дело с компьютерами и их сетями, так или иначе от нас отграниченными, то теперь речь пошла о некоем сочетании компьютера с живым организмом. *Нейрокомпьютеры* обещают новый тип вычислений, который "представляет исключительную важность не только для прогресса науки и техники, но и для развития самого человека как интеллектуального члена общества, поскольку откроется возможность поиска путей повышения эффективности человеческого мышления" (*Микаэлян А.Л.* Ассоциативная обработка информации и проблема памяти // ВРАН, 2002, N 2, с. 119).

Потребности в таком повышении я не вижу. Есть иная потребность: надо, чтобы сообщество научилось принимать решения, очевидные с позиций общих долговременных интересов, но идущие вразрез с сиюминутными желаниями масс (комфорт) и их лидеров (власть); нейрокомпьютер, вернее всего, ведет в прямо противоположную сторону – к расширению власти роботов за счет человека. Однако нельзя отрицать *очередной акт эволюции человека*, являющийся также актом эволюции сообщества и природы.

ВО-ВТОРЫХ, появление царства человека (и роботов в нем) ставит вопрос: сможет ли новая биосфера (биосфера с новым царством) сколько-то долго развиваться или же она окажется неустойчивой и рухнет? Хотя никаких надежд на рождение дальновидной политики ("ноосферы" Тейяра и Вернадского) в обозримом будущем нет, однако в одном смысле спасения можно ожидать как раз со стороны Геи (биосферы в понимании Лавлока) – ***экспансия человечества проявляет тенденцию к исчерпанию*** и, возможно, как раз в силу противодействия Геи. Вот мои доводы.

Народы европейской цивилизации более других ответственны за явление нового царства, и их рождаемость то тут, то там падает ниже смертности. Часто это трактуется как тревожный симптом, предвестник вымирания, однако в последнее время появляется и иной взгляд – как на неизбежное следствие перенаселения Земли. Оба взгляда имеют свой резон.

Глядя, как вымирают, несмотря на все усилия людей, зубр и стерх, легко видеть, что человек встал на тот же путь, ибо рождаемость его падает и вероятно будет падать впредь. Другими словами, падает экологическая прочность человека как вида. Долговечна ли эта тенденция человека как вида? Думаю, да. Повлечет ли она вымирание человека? Думаю, нет.

Поначалу причиной падения рождаемости служили рост комфорта, раскрепощение женщин и снижение роли детей в благополучии родителей, отчего у женщин возобладало обыкновение ограничиваться единственным ребенком. Однако устойчивое падение числа людей в нынешней России наводит на мысль, что есть и иные причины. Если обычно на катастрофу народ отвечает ростом рождаемости, то теперь наоборот. (В истории так бывало – например в поздней Античности.) Как зубр и стерх, человек всё меньше способен к размножению. Всё больше больных детей (в России – больше половины), всё ниже доля способных к труду, а способность людей к воспроизводству падает не только в социальном (воздержание от деторождения), но и в чисто медицинском смысле.

Эта способность падает не только у женщин (о чем много говорил еще Аршавский), но и у мужчин. Подробно описав само явление как близкую "репродуктивную катастрофу", биолог С.Ю. Афонькин закончил статью так: получив разум, люди "заигрались", на что природа отвечает новыми эпидемиями и "вызывая у них всплески агрессии" друг к другу. "Естественное ограничение рождаемости – наилучшее решение в сложившейся ситуации. Интересно, удастся ли человеческому разуму справиться с этой проблемой и дальше продол-

жать наступление на почти покорившуюся ему планету?" (*Афонькин С.Ю.* // БПС, 2002, N 38, с. 5). Он явно выступает как адвокат Геи и, как всякий адвокат склонен преуменьшать агрессивность клиента.

Ссылка на эпидемии и войны хоть и обычна, но не очень серьезна, поскольку до сих пор самые свирепые из них не смогли заметно изменить динамику роста населения. Однако слова "природа отвечает" имеют тут и другой смысл – что падение репродуктивной способности тоже вызвано природой, как самих людей, так и внешней по отношению к ним. Это может быть как исчерпание (такое же, как у зубра и стерха) видом Homo sapiens своей эволюционной потенции (как ее видят и ламаркизм, и номогенез), так и реакция Геи на безумие человеческой стратегии. В обоих случаях человечеству предстоит преодолеть тенденцию компьютерно-медицинскими средствами. Если размножение станет (в видах комфорта, а затем по необходимости) искусственной процедурой, то можно думать, что люди не вымрут, власть роботов усилится, а государство (всё более и более компьютерное) получит эффективный способ регуляции численности людей.

В-ТРЕТЬИХ, при этом для государств откроются новые способы делить людей на высших и низших. Лет 20 назад иммунолог Бернет уже предлагал применять медицинскую организацию, вооруженную генетикой, для формирования высшей и низшей репродуктивных каст с возможным в будущем разделением людей на два вида (LR, 1981, N 119). Как обычно в социальной сфере, опыт прошлого, даже кошмарный, ничему не учит.

Это выходит за рамки нашей темы, и мне остается лишь напомнить про *транзитивный полиморфизм* Мейена (пп. 6-4; 9-12), в силу которого попытки ликвидировать какие-то качества популяции путем отстранения носителей этих качеств от размножения не дают ничего – разнообразие быстро восстанавливается. Единственный известный на сегодня процесс, способный ломать структуру разнообразия – настоящая *селекция* (искусственный отбор), когда в течение многих поколений принудительно скрещиваются избранные с избранными, а остальные (в том числе и потомство избранных, оказавшееся некондиционным) не размножаются вообще (или размножаются в полной изоляции от избранных). Мы возвращаемся к Платону и прочим чудовищным утопиям. Как говорил Н.А. Бердяев, самое страшное в утопиях то, что они реализуются.

Возможно, что селекция плюс генная инженерия откроют путь (ныне не просматриваемый) перелома эволюционных тенденций. Он породит иное человечество, состоящее из людей, неспособных жить вне искусственных условий. Его эволюция будет очень быстрой и жуткой (безумной в смысле п. 6-6, как бы по Ломброзо). Но быстрое не бывает долгим – либо люди с новыми тенденциями вымрут, либо перейдут в совсем иной этап своей истории, о котором можно лишь фантазировать. Если же вымрут, то предсказать варианты дальнейшей судьбы биосферы легко, но неинтересно.

11-6. Заключение

Хотя дарвинизм еще царит в учебной литературе (а потому те, кто не занят теорией эволюции специально, чтут его как теорию эволюции), но это – царство мертвых. Дарвинизм не касается ни одной из важных проблем эволюции, просто не имея языка для этого [*Гродницкий*], и потому обратился в своего рода "Закон Божий" – его преподают и почитают, но не используют. В качестве типичного примера приведу новейшую французскую подборку эволюционных обзоров LEG (декабрь 2002 г.), где, как обычно в нынешней западной литературе, раздел "Тео-

рии" окончен рождением СТЭ, зато остальной текст мало ее упоминает и часто ей противоречит. Эволюционная наука осталась без теории, так что неясно, что делать с неожиданными данными и какие следует ставить опыты.

Отсутствие теории порождает умственный вакуум, который начал заполняться чем попало. Поскольку школы всех уровней отождествляют эволюцию (как теорию и сам процесс) с дарвинизмом, то его самоуверенная беспомощность подается креационистами как крах эволюционной идеи вообще. Их голоса всё громче, и уже нет возможности отмолчаться, поскольку креационизм проникает в школу, где быстро отвоевывает утерянные 140 лет назад позиции.

В книге я старался показать, что на самом деле теория есть и по частям известна многим, что она не только объясняет многие давние загадки, но и может быть практически полезна (чего о дарвинизме не сможет сказать даже его ярый защитник; достаточно напомнить тот известный факт, что вся охрана природы строится на отрицании борьбы за существование, на которую постоянно уповают те, кто губит природу).

Самым важным мне представляется показ реальности факта эволюции как такового (п. 9-9), и ***пусть креационисты попробуют выйти на спор не со школьным учебником, а с новой теорией***. Она резюмирована в пп. 6-16, 7-12, 9-16, а в части 4 показано на нескольких темах, как она фактически работает. В такой форме мне самому она стала известна и понятна лишь в процессе написания данной книги. Чтобы собрать ее, мне понадобилось 40 лет, начиная с дипломной работы (1963-1964 гг.). Хоть я и отвлекался на иные темы (природа случайности, история науки и общества, теория познания, экология и пр.), но все они связаны с эволюцией.

У тех, кто занят другими проблемами, на подобную работу нет ни сил, ни времени, ни желания, и потому могу уверенно сказать: пока новая теория эволюции (пусть и отличная от изложенной здесь) не станет предметом преподавания, ее знать не будут, и на реальный ход дел она влиять не сможет. Это более чем досадно, поскольку без работоспособной теории эволюции нельзя решить ни одну из наших главных проблем, что я тоже старался показать в книге (особенно там, где речь об эволюции человека).

Сам по себе факт отсутствия в учебных программах (вероятно, всех государств) каких-либо достижений эволюционизма последнего полувека (кроме пунктуализма – очень частной концепции, которой тоже уже 30 лет) ясно говорит, что дело не в чьей-то злой воле, а в прискорбной ориентации общества на устаревшие цели. Хотя смена установок уже началась (что видно как в движении "зеленых", успехе всяческих "лженаук" и забытых философий, так и в смене конфликта Запад-Восток на конфликт Север-Юг), но идет она совсем не в желаемую учеными сторону. В частности, дарвинизм ныне уступает место вовсе не новому эволюционизму, а креационизму (идее творения). Среди креационистов тоже есть ученые, но суммарный вес их невелик, да и контактируют они исключительно с дарвинизмом.

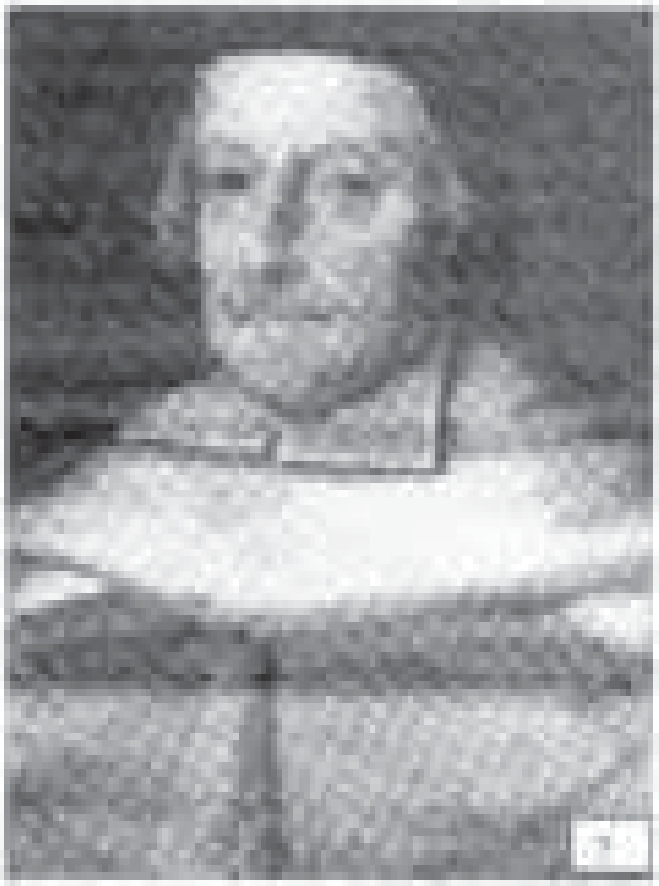
Конечно, нынешняя мода на псевдонауку когда-то кончится, но, боюсь, до внимания к эволюционной науке дело не дойдет – не хватит времени. Мое предчувствие состоит в том, что в течение XXI века наука в ее высоком понимании будет отодвинута на самый задний план цивилизации, как было на грани Античности и Средневековья. Внешняя разница в том, что новые неграмотные будут уметь нажимать клавиши компьютера, а сущностная – в том, что технический прогресс, оторвавшись от требований культуры, вполне может погубить культуру в ее обычном (докомпьютерном) понимании. А там недалеко и до физического вымирания человечества (см. п. 5). Разумеется, будет прекрасно, если я ошибаюсь в столь мрачном прогнозе, если на самом деле будет реализован какой-то не видный мне вариант спасения.

На этом и надо закончить. С печальной гордостью отмечу радикальное преобладание российских имен в ключевых местах книги. Конечно, наши работы мне лучше извест-

[40] См. *Gastaldo R.A.*Debates on autochtonous and allochtonous origin of coal... // The Paleontological Society Papers, vol. 5, Octob. 1999. Я признателен палеоботаникам И.А. Игнатьеву и его ученице Ю.В. Мосейчик за разъяснение мне ситуации с захоронениями карбона (насколько она вообще ясна).

Приложение

Крупные эволюционисты, чьи достижения редко излагаются по-существу



1. Анаксимандр (-VI век). 2. Мэтью Хэйл (Hale, 1609-1676). 3. Пьер-Луи Моро де Мопертюи (Moreau de Maupertuis, 1698-1759). 4. Эразм Дарвин (Darwin, 1731-1802). 5. Карл Нэгели (Nigeli, 1817-1891). 6. Дмитрий Николаевич Соболев (1872-1949). 7. Поль Вентребер (Wintrebert, 1867-1966). 9. Сергей Викторович Мейен (1935-1987)

Рекомендуемая литература

ОБЩАЯ

Беклемишев В.Н. Основы сравнительной анатомии беспозвоночных. Том 1. Проморфология. М., Наука, 1964.

Берг Л.С.. Труды по теории эволюции. Л., Наука, 1977.

Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Л., Наука, 1987.

Воейков В.Л. Научные основы новой биологической парадигмы // От эффекта Кирлиан к биоэлектрографии. Сб. из серии “Информация, сознание, жизнь”. СПб., 1998.

Галимов Э.М. Феномен жизни: между равновесием и нелинейностью. Происхождение и принципы эволюции. М., УРСС, 2001.

Гродницкий Д.Л. Две теории биологической эволюции. Красноярск, 2000. (Основ. содерж. опубликовано в ЖОБ, 1995, N 4; 1998, N 6; 1999, N 5; 2000, NN 3, 4 и УСБ, 2000, NN 4, 5.)

Еськов К.Ю. История Земли и жизни на ней. Учебное пособие для старших классов. М., Мирос-МАИК-Наука, 2000.

Кауфман С.А. Антихаос и приспособление // ВМН, 1991, N 10.

Кудрин Б.И. (ред.) Теория эволюции: наука или идеология? М.-Абакан, 1998.

Любищев А.А. О природе наследственных факторов (критич. исслед.). Пермь, 1925.

Любищев А.А. Проблемы формы, систематики и эволюции организмов. М., 1982.

Материалы симпозиума, посвященного памяти С.В. Мейена (1935-1987). М., ГЕОС, 2001.

Ройт А., Бростофф Дж., Мейл Д. Иммунология. М., Мир, 2000.

Системность и эволюция. М., Наука, 1984. [Мат-лы Любищевских чтений в Москве].

Чайковский Ю.В. Элементы эволюционной диатропики. М., Наука, 1990.

Чайковский Ю.В. К общей теории эволюции // Путь. Междунар. филос. журнал,1993, N 4.

Чайковский Ю.В. О природе случайности. М., Центр системных исслед., 2001.

Чайковский Ю.В. Ламаркизм умер. Да здравствует ламаркизм // ВИЕТ, 2002, N 3.

Эволюционная биология: история и теория / ред. Э.И. Колчинский. СПб., 1999.

Юнкер Р., Шерер З. История происхождения и развития жизни. СПб., Кайрос, 1997. [Религиозная критика дарвинизма и набор загадочных эволюционных примеров.]

К ГЛАВАМ 1 и 2

Амлинский И..Е. Жоффруа Сент-Илер и его борьба против Кювье. М., Изд. АН, 1955.

Воронцов Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии. М., МГУ, 1999.

Канаев И.И. Очерки из истории сравнит. биологии до Дарвина. М.-Л., Изд. АН, 1963.

Лебедев А..В. (сост.) Фрагменты ранних греческих философов. М., Наука, 1989.

Лункевич В.В. От Гераклита до Дарвина. М., Учпедгиз, 1960, тт. 1, 2.

Нидхэм Дж. История эмбриологии. М., Изд. иностр. лит., 1947.

Райков Б.Е. Русские биологи-эволюционисты до Дарвина. Тт. 1-4. М.-Л., Изд. АН СССР, 1952-1959.

Райков Б.Е. Германские биологи-эволюционисты до Дарвина. Л., Наука, 1969.

Сковрон С. Развитие теории эволюции. Варшава, Польск. Мед. изд., 1965.

Столяров А.А. (сост.) Фрагменты ранних стоиков. Т. 1. М., Греко-лат. кабинет, 1998.

Чайковский Ю.В. Избегание предтеч // ВФ, 2000, N 10.

К ГЛАВАМ 3 и 4

Бабков В.В. Московская школа эволюционной генетики. М., Наука, 1985.

Воронцов Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии. М., МГУ, 1999.

Гиляров А.М. Виды сосуществуют в одной экологической нише // Природа, 2002, N 11

Канаев И.И. Очерки из истории проблемы морфологического типа от Дарвина до наших дней. Л., Наука, 1966.

Колчинский Э.И. Неокатастрофизм и селекционизм: вечная дилемма или возможность синтеза? СПб., Наука, 2002. [Также: ВИЕТ, 1995, N 3.]

Любищев А.А. К классификации эволюционных теорий // Проблемы эволюции. Том 4. Новосибирск, 1975.

Любищев – Гурвич. Диалог о биополе. Ульяновск, 1998. [Содержание книжки много шире заглавия, данного составителями].

Мейен С.В. Принцип сочувствия // Пути в незнаемое. N 13. М., Совет. писатель, 1977.

Мейен С.В., Соколов Б.С., Шрейдер Ю.А. Классическая и неклассическая биология. Феномен Любищева // Вестник АН СССР, 1977, N 10.

Назаров В.И. Эволюционная теория во Франции после Дарвина. М., Наука, 1974.

Панов Е.Н. Бегство от одиночества. М., Лазурь, 2001.

Титов Ю.В. Эффект группы у растений. Л., Наука, 1978.

Филипченко Ю.А. Эволюционная идея в биологии. М., Наука, 1977.

Чайковский Ю.В. О формировании концепции Ч. Дарвина (опыт междисциплинарного подхода) // Науки в их взаимосвязи. История, теория, практика. М., Наука, 1988.

К ГЛАВАМ 5 и 6

Агаев М.Г. Экспериментальная эволюция. Л., ЛГУ, 1978.

Аршавский И.А. К обоснованию принципов и задач эволюционной физиологии // Журнал эволюц. биохимии и физиологии. 1985, N 2.

Гилберт С. Биология развития. В трех томах. М., Мир, 1995.

Гилберт С.Ф., Опиц Д.М., Рэф Р.А. Новый синтез эволюционной биологии и биологии развития // Онтогенез, 1997, N 5.

Зусмановский А.Г. Механизмы эволюционной изменчивости. Ульяновск, 1999.

Катастрофы и история Земли. М., Мир, 1986.

Корочкин Л.И. Онтогенез, эволюция и гены // Природа, 2002, N 7. [Также: ЭГ, 727.]

Маленков Г.Г., Чайковский Ю.В. Катастрофический отбор // Генетика, 1979, N 10.

Мейен С.В. Основные аспекты типологии организмов // ЖОБ, 1978, N 4.

Проблемы и перспективы современной иммунологии. Новосибирск, Наука, 1988.

Происхождение и развитие половых клеток... Пер. с франц. Л., Медицина, 1968.

Румянцев С.Н. Конституциональный иммунитет и его молекулярно-экологические основы. Л., Наука, 1983.

Рэфф Р., Кофмен Т. Эмбрионы, гены и эволюция. М., Мир, 1986.

Стил Э., Линдли Р., Бландэн Р. Что, если Ламарк прав? М., Мир, 2002.

Чайковский Ю.В. Почему лиса рыжая // Пути в незнаемое. Сб. 17. М., Сов. пис., 1983.

Чайковский Ю.В. Междисциплинарность современного эволюционизма // Концепция самоорганизации в историч. ретроспективе. М., Наука, 1994.

Чайковский Ю.В. Иммуногенетика и эволюция: не впасть бы в другую крайность // ВРАН, 2003, N 3. [О книге: *Стил Э. и др.* Что, если Ламарк прав? М., 2002.] Примерно то же см. в популярной статье: *Чайковский Ю.В.* Что такое молекулярный ламаркизм//БПС, 2003, №31

К ГЛАВЕ 7

Бернал Дж. Проблема стадий в биопоэзе // Возникновение жизни на Земле. Труды междунар. симпозиума. М., Изд. АН СССР, 1959, с. 42-58.

Заварзин Г.А. Становление биосферы // ВРАН, 2001, N 11.

Лобье Л. Оазисы на дне океана. Л., Гидрометео, 1990.

Пармон В.Н. Пребиотическая фаза зарождения жизни // ВРАН, 2002, N 11.

Резанов И.А. Жизнь и космические катастрофы. М., Агар, 2003. [Также: ВРАН, 2001, N 4; ВРАН, 2002, N 7.]

Руттен М. Происхождение жизни (естественным путем). М., Мир, 1973.

Спирин А.С. Биосинтез белков, мир РНК и происхождение жизни // ВРАН, 2001, N 4; Рибонуклеиновые кислоты как центральное звено живой материи // ВРАН, 2003, N 2.

Яковенко Л.В., Твердислов В.А. Поверхность Мирового океана и физические механизмы предбиологической эволюции // Биофизика, 2003, N 6.

К ГЛАВАМ 8 и 9

Алексеев А.С., Дмитриев В.Ю., Пономаренко А.Г. Эволюция таксономического разнообразия // Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. Вып. 5. М., ГЕОС, 2001.

Бородин П.М., Рогачева М.Б., Ода С.-И. Домовая землеройка на пути к видообразованию // Природа, 2002, N 9.

Дьяков Ю.Т. Введение в альгологию и микологию. М., МГУ, 2000.

Ивахненко М.Ф., Корабельников В.А. Живое прошлое Земли. М., Просвещение, 1987.

Кэрролл Р. Палеонтология и эволюция позвоночных. М., Мир, 1992-1993, тт. 1-3.

Мейен С.В. Следы трав индейских. М., Мысль, 1981.

Мейен С.В. Флорогенез и эволюция растений // Природа, 1986, N 11.

Мейен С.В. Теоретические проблемы палеоботаники.М., Наука, 1990.

Пономаренко А.Г. Основные события в эволюции биосферы // Проблемы доантропогенной эволюции биосферы. М., Наука, 1993.

Прозоров А.А. Горизонтальный перенос генов у бактерий // УСБ, 2000, N 6.

Райков И.Б. Пути эволюции митотического аппарата... // Труды Зоологич. института, т. 144. Л., 1986, с. 26-56.

Ромер А., Парсонс Т. Анатомия позвоночных. М., Мир, 1992, тт. 1-2.

Тейяр де Шарден П. Феномен человека. М., Наука, 1987.

Уголев А.М. Эволюция пищеварения и принципы эволюции функций. Л., Наука, 1985.

Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии. М., Наука, 1994.

К ГЛАВЕ 10

Головлев Е.Л. О старых проблемах новой систематики // Микробиология, 1998, N 2.

Джеффри Ч. Биологическая номенклатура. М., Мир, 1980.

Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. Кишинев, Штиинца, 1990.

Заварзин Г.А. Рецензия на неизданную книгу [С.В. Мейена] // Природа, 1990, N 4.

Клюге Н.Ю. Современная систематика насекомых... СПб., "Лань", 2000.

Корона В.В. Основы структурного анализа в морфологии растений. Свердловск, 1987.

Любищев А.А. К логике систематики // Проблемы эволюции. Т. 2. Новосибирск, 1972.

Медников Б.М. Геносистематика: проблемы и трудности // БШ, 2000, N 1.

Мейен С.В. Эволюция и систематика высших растений по данным палеоботаники / Отв. ред. А.В. Гоманьков. М., Наука, 1992.

Михайлов К.Г. Типология и практическая систематика // Теоретич. проблемы экологии и эволюции (Вторые Любищевские чтения). Тольятти, 1995, с. 40-46.

Чайковский Ю.В. Что такое царства живого мира? // БШ, 1998, N 4.

Чайковский Ю.В. Макросистема и эволюция // БШ, 1999, N 4.

Шаталкин А.И. Категория «царства» в системе организмов // УСБ, 1996, N 1.

Шипунов А..Б. Сколько царств живых организмов? // БШ, 1997, N 4.

Сокращения

БЖ – Ботанич. журнал; БПС – Биология (еженед. газета Издательства "Первое сентября"); БШ – Биология в школе (журнал); ВИЕТ – Вопросы истории естествознания и техники (журнал); ВМН – В мире науки и техники (русский вариант журнала "Scientific American"); ВРАН – Вестник Российской Академии наук (журнал); ВФ – Вопросы философии (журнал); ДС – диссипативная структура; ЖОБ – Журнал общей биологии; ЗЖ – Зоологич. журнал; ЛЧ – Любищевские чтения (ежегодный сб. материалов Любищева, докладов и тезисов, Ульяновск); М/Д – маастрихт/даний (граница мезозойской и канозойской эр); МОИП – Московское общество испытателей природы; МС – Материалы симпозиума (сборник, см. общую рекоменд. лит-ру); НПС – наследование приобретенных свойств; ПЖ – Палеонтологич. журнал; ППК – первичные половые клетки; СТЭ – синтетическая теория эволюции (самоназвание популяционного неодарвинизма с 1940-х гг.); УСБ – Успехи современной биологии (журнал); ФР – Физиология растений (журнал); ЦТБ – ценотическая теория биопоэза; ЭБ – Эволюционная биология (сборник, см. общую реком. лит-ру); ЭГ – Эволюционная геномика (спецвыпуски журнала "Генетика": 2002, N 6, с. 709-864 и N 8, с. 1013-1168); ЮШ – Юнкер, Шерер (учебник, см. общую рекоменд. лит-ру).

AE – *Nottale L., Chaline J., Grou P.* Les arbres de l'йvolution. Paris, Hachette, 2000; BR – Biological Reviews. Cambridge Philosophical Society (журнал, Англия); LEG – L'Йvolution // Gйochronique, 2002, N 84 (спецвыпуск журнала, Франция); LR – La Recherche (журнал, Франция); PNAS – Proceedings of the National Academy of Sciences (журнал, США); ТВ-система – приобретенный специфический иммунитет теплокровных, осуществляемый Т-клетками (от лат. *timus*) и В-клетками (от лат. *bursa Fabrizii*)

Указатель основных терминов

Указаны страницы, на которых термин введен или обсуждается

адаптационизм 37, 422
активность (фактор эволюции) 29, 48
аналогия и гомология 39, 66, 104
акциденция (побочное св-во) 26, 77, 88
архетип, план строения 26, 31, 39, 44, 67, 236, 437
биогенетич. закон 55, 64, 148, 348
биополе 159, 215, 318
блочность эв-и 234, 342, 344, 388-389
- и рекомбинация 345
вымирание 37, 41, 72, 374-383
- раннего человека 404
- человечества нынешнего 452, 454
- склонность видов к в. 81, 450
гамогетеротопия 391
генетич. поиск 209, 261, 283, 295
геохронология 44, 301, 362, 448
гомеобокс 218
гомология - см. аналогия
горизонт. перенос генов 206, 258
грамматика 239, 242
группы эффект 155
диалектика, за и против 96, 164
диатропика, ее состав 233, 236
диатропич. прогноз 449
диссипативная структура 213
доминанта 200
евгеника 128
жизненный порыв 229, 315
игр теория 258, 284
изменчивость случайна, направленна 33, 35, 78, 92-93, 135, 176, 224, 258
иммунитет и эв-я 178, 189, 246-252, 354
- растений 230, 246
интроны и экзоны 186, 330, 436
истинность по Витгенштейну 101, 105
квант селекции 199, 201, 209, 214
компенсации пр-п 65, 320, 329, 332
конкуренция 88, 110, 124, 155, 373
- и “рыночная экономика” 111
коэволюция 227, 257, 406
креационизм 12, 178, 447, 454
лазаревы группы - см. (не)повторимость
литотрофы 301
мальтузианство 69-70, 82
мерономия 236
мимикрия и отбор 97-99, 137, 280
мифы космогонические 15
- в эволюционных теориях 267
монофилия 250, 410, 429
(не)повторимость эволюции 163, 274, 396, 406, 417
ниша в разных пониманиях 273
Оккама бритва 171, 234
- непригодность 172
отбор 26, 37, 99, 126, 192, 208
- естественный 69, 80, 93, 121-122, 130
— наивность объяснений 233, 296
- искусственный 80, 82, 91, 98, 115, 192
- половой 88, 244
- положительный 192
- стабилизирующий 153, 215
- как факт и как фактор эв-и 101, 211
пангенез 87, 112
- новый 204
подмена основания в рассужд-ях 86
потребности 273
преадаптация 139, 276
презумпции 105, 114, 145, 171, 199, 221
- смена 106, 117
прогресс 50, 73-74, 85, 350, 373
продуценты 307-308
проморфология 104
разнообразие 43, 54, 125, 268, 272, 359, 362, 453; и экология 220
рефрен 237
рутинизация 203, 277
самоорганизация 214, 219, 222, 312
семофилогения 389, 430
симбиогенез 117, 339
система естественная 409-416, 428, 432
- эволюционная 417, 436
случайность 67, 76, 176, 224, 417
сравнительный метод 219

- не дает истории 221
стабильность названий 408
стресс и эволюция 183, 200
— человека 405
структурализм 264
тенденции 61, 81-82, 229, 263, 349-352, 450
термодинамика и термостатика 212
транзитивный полиморфизм 243, 453
уровни развития 252, 414, 436, 440
филогения 64, 71, 411, 417, 429
фитоспрединг 369
флорогенез - см. эвол. концепции
фракталы 252, 256, 280, 381, 432
хищные растения, грибы 96, 438-439
царства природы 326, 424, 438
царство человека 399, 443
ценозы 297, 361
эволюционные концепции 143, 175, 193, 212, 286-287, 324
- дарвинизм 12, 24, 27, 52, 80, 85, 151
— шоры и апофеоз отсталости 121, 455
- жоффруизм 66-68, 148, 215, 222
- историч. биогенетика Соболева 143
- ламаркизм 49, 52, 95, 103, 184
— молекулярный 180-191
- неодарвинизм 106
- номогенез 109, 137, 138, 219
— новый 342, 388, 408
- ортогенез 138, 175
- тератологич. эвол-зм 140, 176
- термодинамич. эвол-зм 147, 212, 304
- физиологич. эвол-зм Э. Дарвина 48
- флорогенез Мейена 367
- экологич. эвол-зм 57, 269, 282, 297, 301, 366, 437
эволюция 11, 14, 165, 261, 364
- биосферы 54, 146, 228, 358
- единая схема 270, 280, 366, 406
- предначертанная 29, 238
- реальное доказ-во факта 385
- скачкообразная 67, 113, 122, 126, 169 (пунктуализм), 270
- термин 34, 75
- факторы 48, 65, 72, 90, 151-154, 282-284
- экспериментальная 189-203
- и эпигенетич. наслед-сть 185
экологич. прочность вида 231, 370, 412, 452
эмбрионизация 158, 203, 402
эмерджентность 109, 276, 285
энергия структурная 161, 315
энтелехия 26, 119
ядро и периферия 431, 437

НА ПЕРЕДНЕЙ ОБЛОЖКЕ:
скелет мезозойского водного ящера *Tanystropheus* (см. с. 231)

Юрий Викторович Чайковский

ЭВОЛЮЦИЯ

Книга для изучающих и преподающих биологию
учебное издание

СЕРИЯ «ЦЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ»
Выпуск 22

Лицензия ЛР № 071272 от 13 марта 1996 г.

Редактор серии – Б.И. Кудрин
Ответственный за выпуск – Петрова Г.А.

Подписано в печать 30.10.03 Формат 60x84/16
Печ.л. ... Усл.печ.л. .....Заказ №033
Тираж 500 экз. Цена договорная

Издание Центра системных исследований
129515, Москва, а/я 10

Отпечатано в типографии «КСИ»
Санкт-Петербург, Кондратьевский пр., 2
тел./факс: (812) 540-64-39
e-mail: oooksi@ksi.spb.ru