

Третий эволюционный синтез

Г.Ю. Любарский

«Химия и жизнь» уже писала о книге Евгения Кунина, когда была доступна только английская версия (№ 10, 2012). Теперь, благодаря усилиям группы энтузиастов, книга вышла на русском языке. Эта рецензия адресована более широкому кругу читателей — «не боящимся трудностей непрофессионалам», которые хотят узнать, как развивается теория эволюции в эпоху геномики, протеомики и других «омик».

«Логика случая» — книга редкого жанра. Существует множество прекрасных популярных книг о науке и об эволюции, и существует масса специальных книг, преимущественно на английском, на ту же тему. А это — книга профессиональная, написанная не журналистом, а ученым, но решающая столь общие вопросы, написанная так глубоко и ясно, что ее может читать и не боящийся трудностей непрофессионал. За труд он получит выигрыш: аргументы, рассуждения автора — не адаптация, не придумка для облегчения понимания, а те самые аргументы, которые используют специалисты. Это «настоящая» книга, не адаптированная.

Рассказать эту книгу — все равно что рассказать всю историю эволюционной биологии. Можно смотреть на нее как на отчет: что достигнуто в решении вопроса о происхождении жизни? Или как на яркое и обобщенное изложение конкретных открытий в области изучения живого за последние 30 лет. Таких точек зрения много, однако удобнее, видимо, рассказать о третьем эволюционном синтезе. Предшествующий синтез закончился созданием СТЭ — синтетической теории эволюции, которая до сих пор является мейнстримной. Но уже накопилось множество данных, поправляющих эту теорию, и приближается время очередного синтеза. О некоторых важных чертах новой укладки теорий эволюционной биологии и рассказывает автор.

Эта новая версия эволюционного мировоззрения вызвана революцией в области сравнительной геномики и падением метафоры дерева жизни. Прежде при изучении эволюции обращали внимание прежде всего на закономерности процесса, вроде

Е.В. Кунин.
Логика случая.
О природе и происхождении биологической эволюции. —
Москва:
Центрполиграф,
2014

факторов и движущих сил. Потом эволюция стала последовательностью форм, как генеалогия, дерево жизни. Теперь стало ясно, что и это понимание недостаточно. Внешний ориентир для современной эволюционистики — достижения космологии, попытки увязать эволюцию космоса с тем, что мы знаем об эволюции жизни.

Напомним, «где мы остановились». Основные постулаты СТЭ:

- 1) ненаправленная случайность наследственных изменений;
- 2) эволюция как фиксация редких выгодных изменений (описывается процесс, похожий на «невидимую руку рынка» Адама Смита);
- 3) градуализм — изменения идут медленно и постепенно, незаметно;
- 4) униформизм — изменения следует толковать как результат действия уже известных факторов;
- 5) макроэволюцию следует считать эпифеноменом микроэволюции, никаких особенных закономерностей макроэволюции нет;

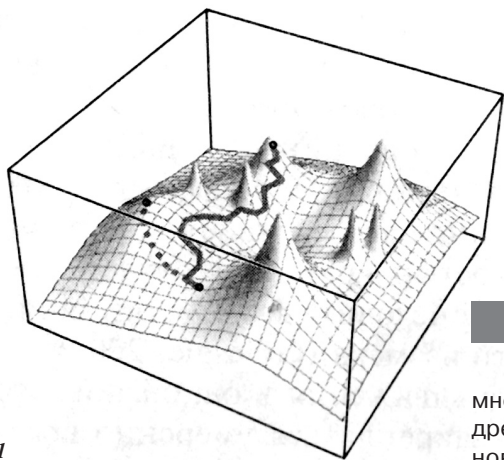


6) адекватное представление эволюции — дерево (древесное мышление);
7) все наличное разнообразие произошло от общего предка.

Дарвин описал удивительный механизм, его теория отбора — машина для создания отрицательной энтропии, она вырабатывает порядок из беспорядка, так что разнообразие форм жизни возникает из запомненных случайностей.

И вот с этого места, с состояния эволюционной теории на середину XX века, автор движется дальше, показывает, какие открытия заставляют изменить привычные представления. Сердцевина эволюционной теории — понятие *ковариантной редупликации*, копирования с ошибками. Из этого положения, в сочетании с представлением об отборе и случайном дрейфе, выводятся все прочие блоки теории.

Важнейшим этапом развития современных взглядов стала *нейтральная теория* молекулярной эволюции (ее предложил японский биолог Мотоо Кимура). Центральную роль в ней играет идея случайности, ведущей эволюцию



1
Морфогенетический ландшафт

независимо от отбора. Прежде полагали, что все гены функциональны, все выполняют биологическую роль. Новые открытия эгоистичных генов, мусорной ДНК, мобильных элементов указывают на иную концепцию: основная масса генетического материала нефункциональна. Проясняется магистральный путь «нейтральной эволюции»: дупликация генов, приобретение почти-близнецами разных функций, а в результате — усложнение и рост разнообразия.

Эти представления изменяют многие привычные постулаты. Они заставляют отказаться от градуализма в пользу теории прерывистого равновесия Стивена Гулда: дупликацию целого гена и приобретение копией новых функций малыми событиями не назовешь. Изменились представления об адаптивности эволюции, многие изменения происходят путем *экзаптации*, когда признак возникает по конструктивным причинам, побочно используется для некоей функции, а со временем побочная функция становится основной. Вновь актуальны идеи *канализации* развития (Конрад Уоддингтон) и растет важность метафоры морфогенетического ландшафта, по сути — рельефа устойчивости системы. Каждый онтогенез, развитие от зародыша до взрослого, — это бег по пересеченной местности, организм ищет себе путь среди трудностей, противоречий и запретов внутреннего устройства развивающейся системы, факторов среды и конкретного генотипа (рис. 1).

Новые данные для опровержения прежних представлений пришли из количественного изучения в области сравнительной геномики. В 1995 году Крейг Вентер публикует первые полные геномы прокариот. С тех пор описано множество полных геномов. Оказалось, что значительная доля генного состава одинакова вообще у всех существ; гены потенциально «бессмертны», и поэтому

многие гены живых существ — очень древние. Высокая наследуемость генов делает сравнительную геномику чрезвычайно важным методом исследования эволюции, геномика особенно хорошо видит самые древние и общие черты.

Сравнительная геномика, сопоставляя полные наборы генов и расшифровывая их функции, неизбежно приходит к идее «минимального организма», обладающего минимальным набором генов, необходимым для выживания.

Чрезвычайно интересно, что эволюцию генома удобно описывать как следствие из статистической физики. Геном можно представить в виде молекулярного газа со случайными взаимодействиями элементов. Гены ведут себя подобно молекулам газа: они довольно устойчивы в эволюции, но их расположение, порядок, взаимные связи очень изменчивы.

Выяснились удивительные различия устройства геномов прокариот и эукариот: у прокариот обнаружилась строгая упорядоченность и экономная архитектура; у высших организмов (эукариот) геномы устроены хаотично, в них много лишних элементов. Автор предлагает смелый сценарий происхождения эукариот: они появились в результате неэффективного отбора.

Поиcки статистических эволюционных универсалий и измеримых переменных привели к нахождению высокостатусных генов — они меняются очень медленно и взаимодействуют со множеством других генов, и низкостатусных, которые меняются быстро и мало с кем взаимодействуют. Высокоэкспрессивные гены эволюционируют медленно, то есть гены, связанные с производством белков, весьма консервативны, а сетевые регулирующие структуры вокруг них эволюционируют быстро.

Разработана новая теория эволюции белков: она определяется химическими свойствами укладки белка в большей мере, чем его биологическими функциями. Получается, что главный фактор отбора — устойчивость белка, а не его

биологическая роль. Из физических принципов укладки белка вытекает и универсальный закон распределения скоростей эволюции: гены, отвечающие за белок, почти неизменны, а быстро эволюционируют те, что на белке мало сказываются. Биологические функции белка в этой картине глубоко вторичны.

Ошибки в работе высокостатусных генов могут компенсироваться быстро эволюционирующими регуляторными генами. Они образуют обширные сетевые структуры. Биологические сети похожи на Интернет: многосвязные («важные») узлы окружены облаками малосвязных узлов. При этом каждый ген вносит вклад в разные биологические функции, то есть выполняет не единственную функцию, тем самым ген — не автономная функциональная часть, а «аспект» генома — совокупности всех функций.

Сеть генов-регуляторов громоздка, взаимные согласования усложняют сеть, создавая «бюрократическую» нагрузку на функцию. В связи с этим разработана гипотеза «бюрократического потолка» как верхней границы сложности. Видимо, эта верхняя граница в эволюции достигнута, что косвенно подтверждается отсутствием роста числа генов у млекопитающих.

Все эти универсалии эволюции — следствие того, что биологическая система состоит из множества устойчивых, слабо взаимодействующих элементов. При таком подходе понятие отбора оказывается ненужным для описания самых важных закономерностей эволюции. Общие закономерности эволюции на молекулярном уровне описываются стохастическими процессами; эволюция — прежде всего стохастическая система.

Важный этап формирования новых эволюционных взглядов связан с изучением мира прокариот. Прежняя биология говорила только о высших организмах, но с 1977 года, когда Карл Вёзе стал исследовать филогенез молекул РНК, начал набирать силу иной взгляд, который видит мир прокариот как важнейшую составляющую живого



го на планете. Эволюция прокариот существенно отличается от моделей, предлагаемых СТЭ.

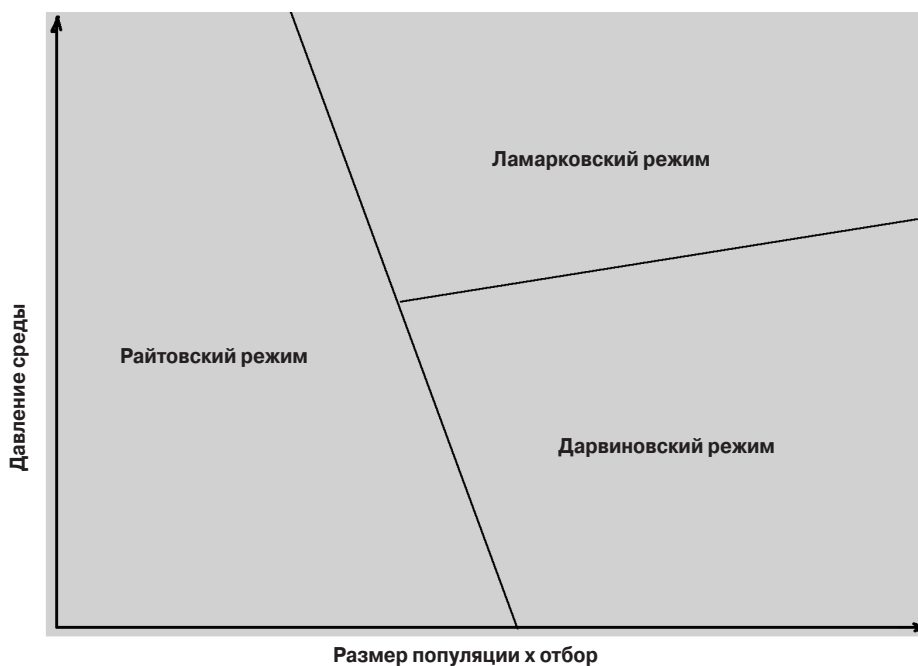
Помимо других важных черт, уникальную значимость в эволюции прокариот имеет горизонтальный перенос генов (ГПГ) — в отличие от вертикального, когда гены передаются от родителя к потомку, при горизонтальном переносе генетическим материалом могут обмениваться неродственные организмы. ГПГ делает невозможной метафору дерева, эволюция прокариот — это сеть, линии в ней не только расходятся, но и сливаются. ГПГ глобален, идет и между царствами, и на всех иных уровнях. Роль его состоит в восстановлении утраченного разнообразия. Случайный дрейф выбивает важные гены из популяций, а вездесущий ГПГ приносит гены, среди которых есть и необходимые.

Мир прокариот принципиально отличается от привычного мира эукариот: это целостность, части которой активно взаимодействуют с помощью ГПГ. Вселенная генов прокариот поддерживается связностью, а отдельные «виды» живут благодаря притоку генов из «вселенной». Прокариоты — это общий мобильный геном, проявляющийся в тех или иных эфемерных «организмиках».

Эукариоты произошли в результате симбиогенеза: одна «проглоченная» древней археей бактерия стала митохондрией, другая — хлоропластом. Подтверждается данный сценарий тем фундаментальным фактом, что эукариоты без митохондрий не обнаружены. Реконструкция предка эукариот приводит к парадоксальному выводу: все основные структуры клетки у него уже были, он появился весь и сразу, а не по частям.

Эволюция эукариот была следствием противоречий симбиогенеза. Огромное количество генов, которые реплицируются во внутренней бактерии, теперь бомбардировали геном археи-хозяина, встраивались в него и нарушали его работу. Гены симбионта идут к незащищенной ДНК хозяина, а гены хозяина не могут пройти к ДНК симбионта: она защищена бактериальной (митохондриальной) мембраной. В итоге симбионт теряет гены и «растворяется» в хозяине. Важнейший признак эукариот — стенка ядра возникает в качестве приспособления к этому прессингу симбиотической ДНК.

Геном эукариот отличается тем, что значимые элементы в нем перемешаны со случайным мусором — интронами, некодирующими участками (часть этого мусора — от древних симбионтов). Для избавления от интронов возникает сплайсинг — *редактирование* текста ДНК еще до построения белка, вырезание бессмысленных кусков кода. В



качестве адаптации эукариоты отказались от ГПГ — и им пришлось изобрести половой процесс для увеличения разнообразия, поскольку ГПГ играет эту роль в мире прокариот. Вредные мутации убьют изолированную популяцию, ее спасает ГПГ, приносящий «правильные» гены, — или половой процесс.

Так возникает общая теория эволюции генома; это случайный, нейтральный процесс. С ростом сложности генома растет энтропия, то есть геномы прокариот более упорядочены, а геномы эукариот хаотичней. У прокариот информация упакована плотно, у эукариот — рыхло.

Для объяснения этого вопиющего факта — прокариоты устроены «умнее» и «совершеннее», нежели эукариоты, — предложена неадаптивная теория эволюции. Дело сводится к размеру популяции: у прокариот популяции чудовищно огромны, и поэтому у них очень силен очищающий отбор, быстро удаляющий все отклонения. Популяции эукариот малы, и эффективность отбора невелика — очищающий отбор не может очистить их геном от свалки, остается множество ненужных, неадаптивных деталей, которые иногда частично используются эволюцией. Сложность растет не благодаря отбору, который бы ее «подтягивал и выращивал», а *вопреки*. Мы — результат не приспособленности, *сложность — это болезнь генома*, не вылеченная слишком слабым отбором.

Описание этого эволюционного процесса, который вовсе не исчерпывается отбором, сложное и составное. Можно выделить три режима эволюции: *ламарковский* — в нем факторы

² *Режим эволюции определяется давлением среды, размером популяции и интенсивностью отбора*

среды влияют на направление мутаций, *дарвиновский*, где случайные мутации отбираются факторами среды, и *райтовский*, где есть только случайность — случайные мутации случайно фиксируются, отчего и возникает сложная организация. В книге приводятся описания механизмов ламарковских процессов на молекулярном уровне. Это процессы в системе иммунитета, а также еще несколько механизмов эпигенетического наследования, это ГПГ и стресс-индуцированный мутагенез. В целом это «боковые» механизмы, поскольку работает защита прямого пути передачи информации (отбор против дестабилизации генома), но все же есть изощренности, обходящие запрет.

Дарвинов режим работает при слабом давлении среды, при сильном начинаются ламарковские процессы. От давления среды (стресса) зависит частота мутирования и факторы укладки белков, то есть точность трансляции информации. При этом сама эволюция эволюционирует, изменяется, может предвидеть исторически типичные ситуации. В целом плоскость «давление среды» (ордината) и «размер популяции x отбор» (абсцисса) поделена на три области — у оси ординат райтовский режим, у оси абсцисс дарвиновский, а при высоких значениях на обеих осях — расширяется в центре графика ламарковский сектор (рис. 2). Когда отбор очень силен и все мутации неблагоприятны, сочетание фенотипических мутаций может спасти организм. Так достигаются труднодоступные точки на рельефе устойчивости.



Фундаментальные открытия в изучении прокариот дополнены новым взглядом на мир вирусов. С 2000 года в вирусологии разворачивается революция, связанная с открытием гигантских вирусов (мимивирусов), по размеру подобных клеткам, а также с пониманием удивительной распространенности вирусов. Вирусы — это живые «эгоистичные гены», воплощение метафоры. Среди вирусных частиц особенно много так называемых агентов переноса генов (АПГ), то есть мир вирусов — это материальный субстрат, который служит основой ГПГ. В биосфере, оказывается, доминируют АПГ, это самые распространенные биологические объекты. Это генетическая среда, океан генов, который окружает все живые организмы, проникает в них и перестраивает.

Изучение происхождения вирусов показывает, что там нельзя отыскать монофилию — не было никакого общего предкового вируса. Мир доклеточной жизни рисуется как гигантская сеть взаимодействующих через ГПГ генов, и в этой сети нельзя вычлени стволы. Конкретные сочетания генов — элементов этой сети — порождали разные вирусы, тут же распадавшиеся, чтобы стать другими.

Вирусы не происходят из клеток, они происходят из доклеточного мира независимых репликаторов. «Эгоистичные гены» сначала существовали сами по себе, а потом стали постепенно обзаводиться «телами», хоть и не все — остались еще наследники того мира «неодетых в тела» генов, потомками которых и являются вирусы. С появлением репликации начинается генный паразитизм, все репликаторы делятся на факультативных хозяев и факультативных паразитов. Затем идет специализация — одни становятся клетками (облигатными хозяевами), другие вирусами (облигатными паразитами). Многие особенности молекулярных машин в клетках говорят о давней гонке вооружений хозяев и паразитов: хозяева совершенствовались защите от вторжения, паразиты — средства проникновения.

При изучении древнего генома вирусов появляется задача — реконструировать последнего общего предка всего живого. К происхождению жизни отыскивается подход «сверху», через выделение общих черт существующих организмов. Вычленяется набор универсально распространенных молекул (РНК в рибосомах, системы трансляции — синтез белка на РНК, ферменты). У этого общего предка не было клеточной формы жизни, поэтому многих черт отследить нельзя.

На той, доклеточной стадии множество РНК было объединено ГПГ в ос-

бенный мир репликантов, это был мир РНК. Жизнь началась как первичный вирусный мир; то, что тогда существовало, мы бы назвали вирусами, только тогда не было клеток, на которых они могли бы паразитировать. Происходил отбор ансамблей элементов, что сопровождалось сокращением ГПГ, — то есть мир «всеобщего свободного обмена» постепенно перестраивался в мир хоть чем-то ограниченный и частично не меняющийся. В целом это был мир эгоистичных генов, с огромными популяциями, очень жестким отбором и потому быстрой эволюцией.

Изучать проблему происхождения жизни невозможно без ее определения. Для ориентировки вводится простая формула: *любой репликатор является формой жизни*. Отсюда вывод о ковариантной редупликации, то есть о связи генотип — фенотип, когда представляется об ошибках репликации, об эффективности репликации и отборе. Эта обратная связь замкнута на устойчивость репликантов и гонит их к более устойчивому состоянию.

Происхождение жизни — вопрос, выходящий на (пред)биологическую химию и геофизику. В неживом мире начинает действовать так называемый цикл Дарвина — Эйгена. (Манфред Эйген — автор теории гиперциклов, объясняющей самовоспроизведение предбиологических молекул.) Утверждается, что стремление к устойчивости будет гнать систему выше по уровню сложности и эффективности наследования. Увеличение точности репликации делает систему эффективнее, поэтому ее потомки могут по этой спирали пройти еще оборот.

Порог Эйгена определяет, будет ли идти стабильное наследование или система вымрет, что зависит от соотношения частоты ошибок репликации и информационной емкости системы. Но чтобы начался этот цикл, система уже должна обладать значительной пороговой сложностью. В живом идет фундаментальный процесс построения белков с помощью РНК, при этом для синтеза РНК нужен белок, и как эту сложную фабрику представить возникающей по частям, непонятно. Нужно чудо, и решение тут не может быть тривиальным.

Выход из парадокса найден в идее мира РНК: функции, которые позднее взяли на себя белки, выполняли РНК, хуже, но приемлемо. Тем самым можно обойтись без чуда: парадокс взаимозависимых РНК и белка разрешается. У теории мира РНК есть трудности, например, она плохо подтверждается экспериментально. Тем не менее уже удалось получить продукт, работаю-

щий всего на порядок хуже, чем то, что по расчетам надо для запуска «цикла Эйгена».

Следующая проблема — происхождение трансляции: с чего это на РНК стали делать белки в соответствии с встроенным кодом? Видимо, это делалось для иной функции. Кажется, белки в мире РНК были ферментами-катализаторами и небольшие их цепочки срачивались при соединении склеенных с ними РНК. Процесс катализа из мгновенного «соединился-отошел» стал долговременным и приобрел новые, строительные функции: субстрат стал «выстраивать стенку» из катализатора.

Обзор и оценка гипотез показывают, что при решении проблемы жизни и самые лучшие наши гипотезы все же нехороши. У нас есть только слабые косвенные свидетельства, прочных оснований не получено, нет вероятных сценариев возникновения жизни. Чтобы укоренить гипотезу о происхождении в наших знаниях, автор обращается к современной космологии.

Слабый антропный принцип гласит: во всем множестве возможных миров мы наблюдаем тот, в котором есть мы, потому что произошло невероятное событие нашего возникновения (сильный антропный принцип — утверждение, что это для нас и произошло, такая концепция относится к телеологии и ненаучна). С конца 90-х годов развиваются новые физические теории происхождения Вселенной, так называемые инфляционные теории, теории множественных миров. Говорится, что возникло бесчисленное множество самых разных вселенных (мультиверс), а слабый антропный принцип всегда может «передвинуть» говорящего в ту возможную вселенную, где наблюдается то, что он наблюдает.

Вероятность осуществления в мультиверсе любого сценария, не запрещенного законами сохранения, равна единице. Это соображение и встраивается в ткань объяснений, чтобы сказать, как возникла жизнь. Абиогенно, то есть случайно, произошел отбор наиболее устойчивых РНК, порог Эйгена был преодолен, завертелся цикл Дарвина — Эйгена с отбором точных эффективных репликантов. Тут же пристроились самособравшаяся



случайно система трансляции с полимеразами и другие необходимые блоки, прошла эволюция надежности генетического кода. Модель мультивселенной и антропного принципа гарантирует достижение любого возможного уровня сложности. Однако не следует утверждать антропный принцип без необходимости, тем более — слабый. Этот принцип мог бы случайно произвести и сразу готового человека, но вероятнее все же сценарий с биологической эволюцией, тем более что, по счастью, мы ее неплохо знаем.

Теперь можно дать определение: эволюция жизни — это преимущественно стохастический процесс, основанный на исторической случайности, ограниченный прежде всего разнообразными условиями поддержания основ биологической организации и модулируемый механизмом адаптации. Возникло новое состояние эволюционной теории в рамках науки *постмодерна*. Большинство принципов предшествующего этапа (СТЭ) не отрицается, но отрицается их исключительность — и обратное им тоже верно, то есть СТЭ не отброшена, а существенно дополнена. Все, связанное с отбором, переместилось с главного места на положение «модификатора», все, связанное с адаптацией, потеряло исключительную роль, главное место в теории заняли случайность и устойчивость.

Наука является «постмодерном» в том смысле, что нет глобальной всеобъясняющей теории, говорящей альтернативам «все вы ложь», — теперь все ранее несочетаемые теории нашли свои места, как фрагменты мозаики; у каждой своя область применимости. Кое-что в прежней эволюционной теории вымерло радикально — если адапционизм ограничен, то градуализм отвергнут (поскольку ГПГ и другие механизмы непостепенны). Отвергнута исключительность «древесного» представления об эволюции, растет сила метафоры сети, хотя и «древесный» аспект сохраняется.

Неожиданно оказалось, что довольно простые математические модели из области статистической физики пло-

дотворны при изучении эволюции. Объяснение этого удивительного сближения в том, что эволюционная геномика имеет дело с автономным множеством слабо взаимодействующих объектов. Разумеется, теория поведения таких объектов сходна с теорией идеального газа. Чем больше ансамбль генов, тем точнее предсказания эволюционной геномики, а вот малые ансамбли плохо предсказуемы.

Отсюда мы приходим к важнейшему вопросу о воспроизводимости эволюции. Получается, что мы вряд ли сможем ее воспроизвести. Эволюция пойдет не так — потому что «так» она пошла случайно. Неслучайные черты эволюции объясняются эпистазом, то есть взаимодействием между «автономными» агентами — например, между генами. Насколько сильны эти взаимодействия, настолько эволюция не случайна. Силы этих ограничений мы не знаем, может быть, они так сильны, что процесс эволюции окажется детерминированным (по Уоддингтону).

Еще одна линия поправок к «обычной СТЭ» касается отношений генотипа и фенотипа. Принято считать, что генотип определяет фенотип, но это утверждение требует многих оговорок, оно чрезмерно упрощено. Связь генома с фенотипом принципиально недетерминирована, и эта «слитная наследственность» ограничивает эволюцию. По генотипу не удается однозначно судить о фенотипе, фенотипические последствия генома нетривиальны. Сердцевина фенотипа — это антиэнтропийные устройства, уменьшающие уровень ошибок генотипа при передаче информации.

И в результате на важнейший вопрос о причинах возникновения сложности следует ответ вызывающе простой: сложность возникает, потому что может возникать, поскольку это не запрещено фундаментальными законами. Сложность не «специально возникла», а «пропущена», нашу ветку эволюции просто ни разу всерьез не прижимало мощным отбором, и мы «жируем», поддерживая избыточную сложность.

Вырисовываются особенные черты постсовременной теории эволюции как части науки постмодерна. Это сложная система дополнительных взглядов, опирающаяся на модели, которые заимствованы из статистической физики и популяционной генетики, а также на реконструкции фактического эволюционного прошлого. Для науки постмодерна характерен отказ от позитивного формулирования собственной цельной всеобъемлющей теории, согласие на принципиально нецелостный конгло-

мерат взглядов. Наука не может уподобиться философам и все отрицать, в науке есть нарративы (парадигмы), но в эволюционной биологии теперь нет единой теории, объявляющей альтернативы ложью, а имеется переплетение подходов разного уровня абстракции.

Описание эволюции само имеет очень высокую сложность и сопротивляется любому обобщению. Полной теории, подобной статистической физике, в биологии не может быть. Возможны частные теории для разных аспектов эволюции, связанные нетривиально. Эволюционная биология остается «исторической наукой», в которой многое решил случай. Следует признать, что история уникальна и ее нельзя полностью описать общими законами. А задача науки — узнать как можно больше о каждом уникальном историческом событии.

Современные (и прошлые) эволюционные объяснения являются упрощенными «мифами», но все же язык этих мифов лучше подходит для формулировки и проверки гипотез, стимулирующих дальнейшее исследование, чем какое-нибудь «объективированное» описание. И потому нельзя отказаться от них. Следует сознавать, что эволюционные объяснения, все эти ответы на «почему» — семантические приспособления, они служат для упрощения нашего мышления об эволюции.

Кроме уровня фактов и предсказаний фактов нам требуются для понимания общие положения. Но эти общие теории неизбежно метафоричны, упускают многие детали реальности, однако они легче для понимания. Для ориентирования в мире нам надо иметь картину реальности, и в ней — понимание истории жизни.

Какова же эта самая общая фоновая картина, на которой вырисовывается современная теория эволюции живого? Это теория мультиверса, множества возможных миров, концепция бесконечного количества подобных вселенных (по Александру Виленкину). Мир многих миров, где есть решительно все, что фундаментально не запрещено, и в этом мире выстраиваются теории о вероятности того, что все равно есть. Эта точка зрения считается фундаментальной для исследования эволюции, базовой картиной мира, в котором происходит наше познание — и в котором написана книга Е.В. Кунина.