

Естественный отбор и научное объяснение

Е. Б. Рудный, 2022-2026, evgenii@rudnyi.site

Препринт, PREPRINTS.RU.

Аннотация. В статье вначале рассмотрены взаимоотношения физики и биологи, представлены взгляды Эрнста Майра на естественный отбор, рассмотрен естественный отбор со стороны популяционной генетики, а также описана критика адапционизма в известной статье Гулда и Левонтина. При обсуждении естественного отбора биологи используют термины объяснение, причина и механизм на интуитивном уровне. В философии науки и биологии, с другой стороны, есть стремление к формализации этих понятий. С этой стороны рассмотрен аргумент Джерри Фодора и обсуждение естественного отбора в современной философии биологии. В заключение обсуждается связь естественного отбора и экспериментальных исследований.

Ключевые слова: естественный отбор, адапционизм, причинность, объяснение, механизм, философия биологии

Содержание

Введение.....	1
Естественный отбор и физика.....	3
Эрнст Майр о естественном отборе.....	6
Естественный отбор и популяционная генетика.....	8
Критика адапционизма Гулдом и Левонтиным.....	10
Научное объяснение.....	12
Джерри Фодор против адапционизма.....	14
Естественный отбор в философии биологии.....	16
Естественный отбор и экспериментальные исследования.....	20
Список литературы.....	22

Введение

Концепция естественного отбора выглядит несложной, но, с другой стороны, она существенно отличается от представлений в физике. Приведу по этому поводу цитату из статьи Найджела Голденфелда и Карла Вёзе *'Жизнь — это физика: эволюция как коллективное явление, далекое от равновесия'* [1]:

'Биологии так не повезло: сложные явления были обнаружены с самого начала, но не доставало средств чтобы справиться с трудностями. Вместо того, чтобы терпеть незнание, была разработана языковая культура для объяснения концептуальных трудностей при использовании догадок, таких как «естественный отбор».'

Мне, как химику по образованию, близка такая позиция; правда, разумных альтернатив для объяснения эволюции в физике не видно. Таким образом, меня заинтересовал вопрос о естественном отборе как научном объяснении. Речь пойдет про философию науки: что такое научное объяснение, что такое каузальное (причинное) объяснение, что такое механизм и т. д. Такое рассмотрение не является возражением против эволюции и экспериментальных исследований: палеонтологии, геномики, сравнительной биологии и т. д. Однако оно покажет трудности выражения интуитивно понятных вещей в формальном виде.

Вначале рассмотрены взаимоотношения биологии и физики. Биологи говорят, что живые организмы подчиняются законам физики. В этом случае возникает вопрос, сводится ли

естественный отбор к законам физики или же естественный отбор является независимым объяснением, которое нельзя свести к законам физики. Уже на этом этапе не видно согласия между учеными, и будут обсуждены три разные позиции.

Рассмотрение естественного отбора начнется с описания взглядов Эрнста Майра, одного из основателей синтетической теории эволюции. Здесь зафиксированы вопросы, рассмотрение которых продолжено в последующих разделах. После этого рассмотрена популяционная генетика, поскольку поиск законов проще всего начать при наличии теории с использованием математического формализма.

Использование естественного отбора в биологии связано с понятием адаптационизма, когда естественный отбор считается основным эволюционным механизмом. В то же время можно увидеть объяснения, который вызывают вопросы в том числе у биологов. В качестве примера приведу объяснения из эволюционной психологии [2]:

'Люди, которые интересовались поведением и мотивацией других людей, выживали и размножались в большей степени, чем те, кого другие люди не интересовали.'

'Почему мы предпочитаем продукты с высоким содержанием сахара, жира и соли? Потому что в нашем эволюционном прошлом те наши предки, которые предпочитали такую еду, выживали и размножались лучше тех, кто брезговал такой едой.'

'Когда охотники загоняли большую дичь, обычно были разработанные правила для распределения добычи, часто связанные со структурой доминирования внутри группы людей. Еще раз, фундаментальная причина для существования таких правил и ритуалов заключается в том, что они увеличивали выживаемость и размножаемость как отдельных людей, так и групп, в которые эти люди входили.'

Таким образом, появилось критика адаптационизма, и этот вопрос будет кратко рассмотрен с использованием известной статьи Гулда и Левонтина '*Пазухи свода собора Святого Марка и парадигма Панглосса*'.

На следующем этапе рассмотрены работы философов науки по формализации научного объяснения. В середине 20-го века была разработана дедуктивно-номологическая модель объяснения; она неплохо подходит к рассмотрению объяснений на базе теорий физики. Тем не менее, в ходе ее обсуждения были найдены недостатки и в философии науки были предложены другие модели объяснения. Правда, все они в той или иной мере связаны с понятием закон, и это препятствует непосредственному использованию этих идей при обсуждении естественного отбора.

Формальное рассмотрение структуры объяснения естественного отбора начнется с работ Джерри Фодора. Фодор взял формальный критерий каузального объяснения и показал, что естественный отбор формально не удовлетворяет этому критерию. Далее рассмотрено обсуждение естественного отбора среди философов биологии, каким образом они подходят к вопросам причинности, механизма и объяснения. В последнем разделе представлен взгляд на естественный отбор на основе экспериментальных исследований, выраженный в статье '*Как изучать адаптации (и почему следует это делать именно так)*'.

Перед началом рассмотрения приведу две цитаты, которые зададут фон рассмотрения вопроса: можно ли считать Дарвина Ньютоном травинки. Вначале цитата Иммануил Канта о том, что ожидать появление Ньютона травинки не приходится [3]:

'Вполне достоверно то, что мы не можем в достаточной степени узнать и тем более объяснить организмы и их внутреннюю возможность, исходя только из механических принципов природы; и это так достоверно, что можно смело сказать: для людей было бы нелепо даже только думать об этом или надеяться, что когда-

нибудь появится новый Ньютон, который сумеет сделать понятным возникновение хотя бы травинки, исходя лишь из законов природы ...'

Следующая цитата Эрнста Геккеля [4] утверждает об обратном, о том, что вполне возможно сравнение открытия Дарвина с открытием Ньютона:

'Когда мы вспомним величайшее открытие, когда-либо сделанное человечеством: открытие закона гравитации небесных тел, и когда мы учтем, как это общепринятое в настоящее время открытие Ньютона в его времена проклиналось и преследовалось как губительное, революционное и еретическое лжеучение не только многими священниками и профанами, но даже известными философами и естествоиспытателями, как например Лейбницем, то мы не будем в самом деле удивляться, когда такая же бессильная анафема встречает также теорию эволюции Дарвина, этот могущественный научный прогресс, который обещает достичь для органической природы то же самое, что закон гравитации Ньютона сделал для неорганического мира.'

Естественный отбор и физика

В физике и биологии рассматриваются разные уровни организации: теории физики описывают неживую материю, а биология связана с живыми организмами. Возникает вопрос о связи между этими уровнями организации, ответ на который дается утверждением 'живое подчиняется законам физики'. Этот вопрос обсуждался в четвертой главе '*Неподдающиеся проблемы*' в разделе '*Физика и биология: неподдающаяся проблема жизни*' книги [5], где разбирались следствия из гипотезы:

- живое состоит из тех же самых составляющих (например, ядер и электронов), что и неживое;
- поведение этих составляющих в живом подчиняется тем же законам физики, что и в неживом.

Рассмотрим изменение состояний двух систем: одна содержит только неживое, другая – живое в окружении неживого. Согласно гипотезе и свойствам физических законов, изменение состояния систем будет выглядеть одинаковым образом: система переходит из предыдущего состояния в последующее по законам физики. С точки зрения законов физики, разница между живым и неживым несущественна, что служит основой для утверждения о сводимости биологии к физике. С другой стороны, есть возражения и, таким образом, возникают три варианта, которые ниже переделаны на случай естественного отбора:

- физикализм – естественный отбор сводится к физике, и точка;
- компатибилизм – естественный отбор сводится к физике, но это не мешает считать естественный отбор полезным объяснением;
- неовитализм в духе Фрэнсиса Крика – естественный отбор не сводится к физике.

Для наглядности возьмем игру Жизнь. Правила игры определяют переход системы из предыдущего состояния в последующее, при этом простые правила игры позволяют создавать достаточно сложные структуры. Дэниел Деннет активно использует метафору игры Жизни в книге '*Опасная идея Дарвина*' [6]:

'А теперь представим, что в игре «Жизнь» некие самовоспроизводящиеся Универсальные машины Тьюринга беседуют об известном им мире с его удивительно простой физикой, которую во всем ее многообразии можно сформулировать в одном-единственном предложении.'

'Как показала нам игра Конвея «Жизнь», чтобы произошло что-либо достойное упоминания, требуется Порядок определенного рода, с правильным соотношением свободы и ограничений, роста и распада, жесткости и гибкости.'

Изложение Деннета наполнено метафорами, но в его книге хорошо виден компатибилизм: естественный отбор совместим с законами физики, но при этом он является полезным объяснением.

Определенная проблема компатибилизма связана с каузальной замкнутостью законов физики. Как уже говорилось, система переходит из предыдущего состояния в последующее по законам физики, а это не оставляет место для участия естественного отбора в причинно-следственных связях. Это является обоснованием позиции физикализма, позиция которого отчетлива выражена в книге Фрэнсиса Крика *'О молекулах и человеке'* [7]:

'Конечная цель современной биологии - объяснение всех биологических процессов в терминах физики и химии.'

'Ученые с другой стороны часто предпочитают думать, что в биологических системах должны существовать дополнительные законы, которые не включены в физику и химию. Трудность с этой точкой зрения заключается в том, чтобы четко сказать, чем должен являться такой дополнительный закон и, более того, привести конкретный пример такого закона. В определенном смысле можно сказать, что естественный отбор является таким дополнительным законом. Я действительно считаю, что он является законом фундаментальной важности для биологических систем. Тем не менее, совершенно непонятно, что означало бы утверждение, что этот закон нельзя вывести, например, из химии открытых систем.'

В особенности этот вопрос встает при обсуждении абиогенеза. Так, можно сказать, что химик Эдди Просс попытался осуществить программу Крика в статье *'На пути к общей теории эволюции. Расширение дарвиновской теории на неживую материю'* [8]:

'Несмотря на то, что теория Дарвина революционизировала понимание в биологии, ее фокус исключительно на биологии привел к расширению концептуальной пропасти между биологическими и физическими науками. В статье мы стремимся расширить и переформулировать теорию Дарвина в физико-химической терминологии, чтобы она смогла включить в себя как живые, так и неорганические системы, тем самым помогая преодолеть существующий научный разрыв. Расширенная формулировка основана на недавно сформулированном принципе динамической кинетической стабильности и данных из новой появляющейся области системной химии.'

Представители физикализма также есть среди биологов. Жак Лёб, известный биолог-редукционист конца 19-го - начала 20-го века, также известен неприятием естественного отбора как конечного объяснения. Отношение Лёба к естественному отбору близко к цитате из статьи Голденфелда и Вёзе, приведенной во введении. Поэтому Лёб призывал биологов на поиски физико-химических объяснений жизни и эволюции [9]:

'В теории естественного отбора не требуется ни дизайн, ни целенаправленность, но она является неполной, поскольку она игнорирует физико-химический состав живой материи, о котором до недавнего времени было известно крайне мало.'

'Любая теория феномена жизни обязана базироваться на знании физико-химического состава живой материи, а ни Дарвин, ни Ламарк не были этим обеспокоены. Более того, мы не можем рассматривать любую теорию эволюции как доказанную до тех пор, пока она не позволит нам трансформировать по желанию один вид в другой, а

это до сих пор еще не было достигнуто.'

Похожие взгляды содержатся в книге биолога Лима-де-Фария *'Эволюция без отбора'* [10]. Основной аргумент Лима-де-Фария также связан с тем, что как окружение, так и организмы подчиняются физико-химическим законам. Как следствие получается, что под естественным отбором можно назвать только незнание этих самых физико-химических взаимодействий в полной мере. Например, Лима-де-Фария критикует использования случая в теории эволюции:

'Случайность — другая концепция, постоянно используемая неодарвинистами для прикрытия невежества. Каждое биологическое явление, подвергнутое тщательному анализу, оказывается упорядоченным, в том числе и мутационный процесс.'

Приведу еще одну цитату, которая показывает, что мечта редуccionиста-биолога не отличается от взглядов Фрэнсиса Крика:

'Когда комбинаторные процессы будут детально изучены, кажущиеся разрывы между человеком и млекопитающими, животными и растениями, бактериями и кристаллами, макромолекулами и элементарными частицами исчезнут, уступив место единому взгляду на всю Вселенную.'

Случайность в биологии обсуждена в работе [11]. Я только отмечу, что Чарлз Дарвин и Томас Гексли (бульдог Дарвина) не видели проблемы сочетания биологической эволюции и детерминизма. Для Дарвина и Гексли было важно, что случайность в ходе изменчивости не связана с приспособленностью, другими словами, изменчивость ведет к плохим и хорошим вариантам, а последующий отбор уже отвечает за выделение хороших вариантов. В этом смысле Дарвина и Гексли можно отнести к компатибилистам. Точно также Деннет отмечал детерминизм игры Жизнь и не видел в этом особых проблем.

Теперь рассмотрим взгляды Ричарда Докинза и Стивена Пинкера, которые подчеркивают важность объяснения на уровне естественного отбора. Я считаю, что позиция Докинза является примером компатибилизма, а позиция Пинкера примером нео-витализма.

Позиция Докинза по отношению в объяснениям в физике и биологии представлена в первой главе *'Объясняя самое невероятное'* книги *'Слепой часовщик'* [12]. Докинз согласен, что не требуется новых законов для объяснения живого:

'Значит ли это, что живые существа законам физики не подчиняются? Разумеется, нет. Нет никаких причин полагать, будто бы в живой материи законы физики пограны. Здесь нет ничего сверхъестественного, никакая «жизненная сила» не противостоит фундаментальным силам природы. Имелось в виду только то, что, наивно применяя законы физики сразу ко всему живому телу, вы навряд ли слишком преуспеете в объяснении его поведения.'

Тем не менее, Докинз считает, что рассмотрение живого на уровне физики не приносит пользы. Он приводит такой пример:

'Хотя абсолютно верно, что в основе основ работы автомобиля лежит взаимодействие элементарных частиц, все равно куда практичнее объяснять эту работу взаимодействием между поршнями, цилиндрами и свечами зажигания.'

Далее Докинз критикует Питера Эткинса за физикализм и говорит, что объяснения Эткинса еще не те объяснения, которые по-настоящему объясняют биологию. Таким образом для Докинза естественный отбор совместим с объяснениями на базе законов физики, но без объяснений на уровне естественного отбора биология невозможна.

Позиция Стивена Пинкера [13] отличается тем, что естественный отбор становится новой

фундаментальной силой, которая вносит порядок в живой мир. Пинкер трактует второй закон как появление беспорядка и он противопоставляет этому естественный отбор. Он цитирует статью [14], в которой говорится о том, что естественный отбор позволяет бороться с разрушительными силами энтропии:

'Отбор встраивает в организмы анти-энтропийные механизмы для организации взаимодействий с окружением таким образом, чтобы придать им некоторые шансы для пребывания в состоянии организации и способности к размножению и избежать состояния беспорядочности.'

'Самый главный урок заключается в том, что естественный отбор является единственным процессом, который заставляет популяцию организмов подниматься к более высоким степеням функционального порядка, и даже компенсирует неизбежное увеличение беспорядка, которым бы все закончилось.'

В заключение этого раздела отмечу, что обсуждение взаимоотношения между физикой и биологией на этом уровне выходит за рамки экспериментальных исследований. Позиция физикализма является скорее декларацией, поскольку объяснения эволюции на уровне законов физики по-прежнему не видно. Точно также позиция нео-витализма (естественный отбор не сводится к законам физики) остается на уровне декларации. Поэтому вопрос остается открытым, можно ли получить полноценное объяснение на базе естественного отбора без рассмотрения деталей протекания физических процессов.

Вопрос осложняется тем, что между биологами нет согласия, на каком уровне протекает естественный отбор и что он отбирает: гены, организмы, группы организмов. Этот вопрос проявляется в особенности при рассмотрении эусоциальных животных (например, муравьев); другое название темы обсуждений среди биологов - происхождение альтруизма. В статье *'Единицы и уровни отбора'* в Стэнфордской философской энциклопедии [15] показано, что различные варианты ответов среди биологов связаны с разными акцентами при рассмотрении интеракторов, репликаторов, бенефициаров естественного отбора и адаптации в смысле инженерии.

Эрнст Майр о естественном отборе

Биолог Эрнст Майр - это один из создателей синтетической теории эволюции. Рассмотрим его взгляды на естественный отбор в статье *'Причина и следствие в биологии'* [16]. Начну со следующей цитаты:

'Теория естественного отбора позволяет довольно точно описывать и объяснять явления [в эволюционной биологии]'

Правда, Майр в своей статье непоследователен относительно законов в биологии. С одной стороны, он пишет, что поиск законов принадлежит эволюционной биологии:

'биолога-эволюциониста интересует история этих кодов и законы, управляющие их изменениями от поколения к поколению. Иными словами, его интересуют причины этих изменений.'

С другой стороны, он говорит об уникальности биологических событий:

'Уникальность особенно присуща эволюционной биологии. В мире уникальных явлений совершенно невозможно выявить общие законы, подобные существующим в классической механике.'

Также Майр отделяет объяснение от предсказания - самая первая цитата продолжается таким образом:

'Теория естественного отбора позволяет довольно точно описывать и объяснять явления, но она не даёт возможности делать надёжные предсказания, если не считать таких тривиальных и бессмысленных заявлений, как, например, «более приспособленные особи оставят в среднем более многочисленное потомство».'

Майр делит биологию на функциональную и эволюционную. Характеристика функциональной биологии:

'Специалист в этой области имеет дело прежде всего с действием и взаимодействием структурных элементов — от молекул до органов и целых особей. Он непрерывно задается вопросом: «Как?» — как действует тот или иной элемент, как он функционирует? Этот подход объединяет анатома, изучающего сочленения, с молекулярным биологом, исследующим роль молекулы ДНК в передаче генетической информации. Функциональный биолог стремится выделить тот частный элемент, который он изучает, и в каждом данном исследовании он обычно имеет дело с одной особью, одним органом, одной клеткой или одной частью клетки. ... Эксперимент служит ему основным методом исследования, и его подход к изучаемым явлениям по существу сходен с подходом физика или химика.'

Однако эволюционная биология согласно Майру занимается другими задачами:

'Основная задача биолога-эволюциониста заключается в том, чтобы найти причины имеющихся у данного организма признаков, и в частности приспособлений. Его поражает невероятное многообразие органического мира. Он хочет знать причины этого многообразия, а также путь, которым оно было достигнуто.'

Биология в статье Майра основана на кибернетической парадигме - есть программа, которая управляет поведением организма. В этом духе Майр предлагает такое отличие между функциональной и эволюционной биологией:

'Специалист в области функциональной биологии имеет дело со всеми аспектами реализации запрограммированной информации, содержащейся в ДНК-м коде оплодотворенной зиготы, тогда как биолога-эволюциониста интересует история этих кодов и законы, управляющие их изменениями от поколения к поколению. Иными словами, его интересуют причины этих изменений.'

Майр в рамках введенного деления на функциональную и эволюционную биологии разделяет причинности. В функциональной биологии действует непосредственная (proximity) причинность, в эволюционной - первичная (ultimate). В естественном отборе речь идет про то, что программы организмов несколько отличаются друг от друга и это приводит к отличию в выживаемости и размножаемости организмов с разными программами. Поскольку коды наследуются, то это в свою очередь приводит к увеличению доли организмов с лучшими программами. Программы отождествляются с генами и объяснение в рамках естественного отбора получается связанным с приспособленностью генов. У организма есть признак, который способствует лучшей выживаемости и размножаемости; признак связан с определенными генами, поэтому признак наследуется, а далее в дело включается обратная связь.

В заключение обобщение естественного отбора как объяснения в статье Майра:

'Программа поведения, гарантирующая мгновенную правильную реакцию на потенциальный источник пищи, потенциального врага или потенциального партнера для спаривания, безусловно, обеспечит большую приспособленность в дарвиновском смысле, чем программа, не предусматривающая таких реакций. Равным образом программа поведения, допускающая соответствующее обучение и совершен-

ствование поведенческих реакций посредством различного рода обратных связей, обеспечивает большую вероятность выживания, чем программа, лишенная этих свойств.'

Майр употребляет термины объяснение и причинность, но значение этих терминов остается на интуитивном уровне. Также при выделении двух причинностей (физиология и естественный отбор) остается открытым вопрос о их взаимодействии. Например, можно ли отделить объяснение на основе естественного отбора от объяснений, связанных с физиологией организма. При этом следует помнить, что именно физиология связана с молекулярной биологией и тем самым с уровнем физических процессов.

Естественный отбор и популяционная генетика

Начну со статьи генетиков, вышедшей в 2024 году. Название статьи выражает идею: *'Эволюция путем естественного отбора - это научный закон, а не просто теория'* [17]. Идея достаточно простая, она связана с описанием закона из Оксфордского словаря английского языка:

'В науках, связанных с наблюдением, теоретический принцип, выведенный из конкретных фактов, применимый к определенной группе или классу явлений и выражаемый утверждением, что конкретное явление всегда происходит, если присутствуют определенные условия.'

После этого в ход запускается аппарат популяционной генетики. Наследственность связана с генетикой, изменчивость связывается с геномом, вводится коэффициент селекции, который определяется через число потомков. Если для определенного признака этот коэффициент превышает средний, то таким образом новое поколение в популяции будет содержать большее количество особей, обладающих таким признаком. Это хорошо перекликается с объяснением естественного отбора в статье Майра [16].

Теперь рассмотрим утверждение Ратнера из книги *'Математическая популяционная генетика (элементарный курс)'* [18] (термин переживание является общепринятым и в этом контексте означает сравнительную выживаемость):

'Согласно классическому дарвиновскому определению, «естественный отбор - это переживание наиболее приспособленных индивидуумов». Однако в генетике популяция, по-видимому, невозможно указать какую-либо иную меру приспособленности особей, кроме собственно переживания и вклада в их потомство.'

Это утверждение в свою очередь говорит, что предлагаемый закон естественного отбора логически следует из введенного определения. Определение приспособленности гена или аллеля автоматически приводит к тому, что в простейших случаях организмы с большей приспособленностью гена оставят больше потомства. Таким образом связь предлагаемого закона в статье [17] с конкретными фактами явно преувеличена. В результате естественный отбор нельзя трактовать в виде закона согласно определению из Оксфордского словаря английского языка, поскольку в случае приспособленности гена результат следует непосредственно из определения приспособленности.

Также следует отметить, что модели популяционной генетики по мере усложнения далеко не всегда приводят к увеличению приспособленности. Приведу пару цитат из учебника Ратнера [18]:

'Принятие естественного отбора, т. е. дифференциального переживания и воспроизведения особей как основного формирующего фактора эволюции популяций, казалось бы, должно привести к тому, что результатом эволюции всегда должно быть

вытеснение менее приспособленных особей и повышение приспособленности популяции в среднем. Однако построение даже относительно простых моделей динамики, учитывающих как отбор, так и другие генетические процессы в популяциях, приводят к другим выводам.'

'Во-первых, в диплоидных менделевских популяциях могут возникнуть так называемые полиморфные состояния, когда в них устойчиво сосуществуют несколько генетических форм, включая и не наилучшие. ... Во-вторых, при дизруптивном отборе, в зависимости от начальных условий, результат эволюции может быть различен, «победить» может не самая приспособленная форма, а более многочисленная. В-третьих, при некоторых комбинациях генетических процессов популяция может эволюционировать в сторону уменьшения своей средней приспособленности.'

Описание Ратнера хорошо перекликается с рассмотрением в статье Джонатана Берча *'Естественный отбор и максимизация приспособленности'* [19]. Она начинается с цитаты из статьи английского генетика Энтони Эдвардса (A. W. F. Edwards, ученик Рональда Фишера):

'Наивное описание эволюции как процесса, который имеет тенденцию к увеличению приспособленности, в целом, вводит в заблуждение, а метафоры подъема вверх на холм слишком грубы, чтобы охватить сложность сегрегации по Менделю (Mendelian segregation) и другие биологические явления.'

Среди более сложных моделей популяционной генетики встречаются разные случаи. Многие модели по мере движения к равновесному состоянию вовсе не стремятся максимизировать приспособленность (забираться на холмики адаптивного ландшафта), наоборот, равновесное состояние достигается в некоторой точке, которая не напоминает максимум. С другой стороны, есть модели, когда приспособленность ухудшается.

Берч рассматривает две тенденции, на основе которых биологи хотят вернуться к универсальному принципу, при котором можно всегда говорить об увеличении приспособленности. Есть попытки использования фундаментальной теоремы естественного отбора Фишера, которая на первый взгляд говорит о возрастании приспособленности в общем случае. Другие попытки связаны с проектом Формального дарвинизма (Formal Darwinism).

Берч рассматривает формальные определения максимизации, поскольку увеличение связано с выбранной функцией. Можно рассматривать среднюю приспособленность популяции, можно ввести функцию, связанную с приспособленностью организмов (по аналогии с экономикой). Можно отказаться от поиска максимума и просто рассматривать увеличение: процесс не достигает вершины холмика, но, по крайней мере, целевая функция все время увеличивается. Тем не менее, по мере рассмотрения возможных вариантов, автор статьи приходит к пессимистическому выводу, что вряд ли удастся найти формальное уравнение в самом общем случае, когда естественный отбор будет всегда связан с увеличением некоторой функции.

В качестве выхода в статье предлагается следующее размышление:

'Тем не менее, с другой точки зрения новости выглядят не так уж плохо. Случай скептического отношения к максимизации приспособленности выглядит таким образом: приспособленность максимизируется только в специальных случаях, эти условия редко удовлетворяются в естественной популяции, поэтому мы не должны ожидать, что в природе приспособленность будет очень часто максимизироваться. Однако, этот аргументы выглядит по-другому, если его рассмотреть не в перспективе, а ретроспективно. На этом пути получается следующее: если на самом

деле приспособленность была в данной популяции максимизирована, то в эволюционном прошлом популяции должны были быть получены эти редкие и специальные условия.'

Это перекликается с утверждением Майра, что естественный отбор является объяснением, но не предсказанием. Также это открывает другой путь к рассмотрению естественного отбора на базе эмпирических исследований (см. последний раздел).

Более того, популяционную генетику невозможно перенести на рассмотрение макроэволюции. Это хорошо показано в книге А. Н. Горбаня и Р. Г. Хлебопроса '*Демон Дарвина. Идея оптимальности и естественный отбор*' [20]. Оба автора являются докторами физико-математических наук, и они хорошо знакомы с математическим моделированием. В то же время они специалисты в популяционной генетике и эволюционной биологией и таким образом хорошо знакомы с состоянием дел в этой области. Позиция авторов совпадает с позицией биологов:

'Теория эволюции с помощью естественного отбора, как это ни странно, предстает перед нами сейчас одним из воплощений идеи Ньютона: описываются изменения, связанные с наследственными вариациями, рождением, выживанием, размножением и смертностью на сравнительно небольших временах, и утверждается, что биологическая эволюция сводится к большой последовательности таких изменений.'

Тем не менее, из книги видно, что количественная модель макроэволюции не существует:

'Беда в том, что в нынешней теории эволюции отсутствует процедура сборки целостной картины из разнообразных фрагментов. И, увы, можно сделать такое предсказание: как только какой-нибудь отчаянно смелый коллектив начнет организовывать эту сборку, тут же окажется, что накопленные знания о фрагментах, эффектах не годятся для такого использования. Они добывались не для этого, и многие важные для сборки детали остались неизвестными.'

Таким образом, модели популяционной генетики позволяют выразить основные идеи естественного отбора, но полноценная количественная теория макроэволюции в настоящее время отсутствует. Для демонстрации этого обстоятельства также приведу заключение из книги физика Фреда Хойла '*Математика эволюции*' [21], в которой проанализированы решения уравнений популяционной генетики:

'Каков основной вывод книги? Что ж, как подсказывает здравый смысл, теория Дарвина верна в малом, но неверна в большом. Кролики происходят от других немного отличающихся кроликов, а не выпрыгивают из супа [имеется в виду первичный бульон абиогенеза] или из картошки. А откуда они вообще взялись, остается проблемой, которую еще предстоит решить, как и многие другие проблемы вселенского масштаба.'

Книга Хойла вызвала возмущение со стороны биологов, но ошибка Хойла заключалась лишь в том, что он как физик решил, что раз существует математический формализм популяционной генетики, то его можно использовать для рассмотрения макроэволюции. Таким образом, его результаты еще раз показывают, что нельзя автоматически перенести популяционную генетику на макроэволюцию; тем самым это является подтверждением вывода в книге Горбаня и Хлебопроса [20].

Критика адаптационизма Гулдом и Левонтиным

Естественный отбор сводится к утверждению, что организмы в популяции адаптируются к окружению. В популяции признаки разных организмов несколько отличаются в силу

изменчивости, признаки наследуются от родителей, организмы с благоприятными признаками оставляют больше потомства, таким образом в популяции накапливаются признаки, которые связаны с адаптацией организмов к данному окружению. Признание естественного отбора главной причиной эволюционных изменений ведет к адапционизму, и в этом случае организм представляется как мешок адаптивных признаков.

В статье '*Адапционизм*' в Стэнфордской философской энциклопедии [22] более полно раскрывается взгляды на адапционизм в биологии. Противоположная точка зрения - плюрализм, когда считается, что биологическая эволюция обусловлена целым рядом разных причин. Другая проблема адапционизма связана с вопросом, как отличить правильные объяснения такого рода от неправильных. Например, во введении были приведены объяснения из эволюционной психологии - как следует к ним относиться. Приведу еще один пример. В первое издание '*Происхождения видов*' была включена неудачная гипотеза Чарлза Дарвина о происхождении китов, которая была убрана из последующих изданий:

'В Северной Америке черный медведь, по наблюдениям Херна (Hearne), плавает часами с широко разинутой пастью и ловит таким образом водных насекомых, почти подобно киту. Даже в таком экстремальном случае при условии, что поставка насекомых оставалась бы постоянной и что в местности не существовало бы более адаптированных конкурентов, я не вижу сложности в том, чтобы в рамках естественного отбора создавалась бы раса медведей все более и более водоплавающая по своему строению и поведению со все большими ртами до тех пор, пока не получится создание такого же размера как кит.'

Стивен Гулд в этом отношении отмечал, что выдающиеся ученые высоко летают, но при этом у них иногда случаются ошибки в навигации. В любом случае этот пример хорошо показывает логику изложения эволюционных процессов.

Адапционизм был подвергнут критике в известной статье Стивена Гулда и Ричарда Левонтина, опубликованной в 1979 году (*Пазухи свода собора Святого Марка и парадигма Панглосса: критика адапционистской программы*) [23]. Статья начинается с рассмотрения архитектурных ограничений при возведении соборов: арки, поддерживающие здание, неизбежно содержат пазухи свода. Вопрос, который имеет отношение к биологии, связан с тем, можно ли считать арки и пазухи свода как независимые признаки. Ответ - нельзя, поскольку использование арок неизбежно приводит к появлению пазух. Таким образом подчеркивается наличие в биологии сопряженных признаков, которые невозможно отделить друг от друга. Хорошее описание истории возникновения статьи Гулда и Левонтина, а также обзор статьи содержится в работе Кузина [24].

Гулд и Левонтин говорят о том, что стремление представить абсолютно все признаки как результат адаптации приводит к созданию историй просто так (just so story). Например, к ним можно отнести гипотезу Дарвина о происхождении китов выше. В статье Гулда и Левонтина приводится много других примеров. Панглосс из названия статьи является героем романа Вольтера '*Кандид*', карикатурой на лучший из всех возможных миров Лейбница. Панглосс утверждает, что чтобы ни произошло, все случается к лучшему. Точно также биологи согласно Гулду и Левонтину объявляют все произошедшее адаптацией и после этого ищут объяснение на основе естественного отбора.

Наличие сопряженных признаков является одним из поводов отвергнуть адапционизм, поскольку невозможно сказать, что оба сопряженных признака являются адаптивными. Тем не менее, согласно Гулду и Левонтину сопряженные признаки можно разделить на собственно адаптивный признак и признак-безбилетник (free rider), который отбирается вместе с адаптивным признаком. Например, арка служит аналогом адаптивного признака (без арок собор бы развалился), а пазуха свода является аналогом признака-безбилетника.

Несмотря на критику Гулда и Левонтина, в настоящее время можно увидеть много статей, которые написаны в духе адапционизма. Например:

- Профессор Рут Майс в статье *'Когда не нужно заводить еще одного ребенка: Эволюционный подход к низкому уровню рождаемости'* [25] убеждает, что естественный отбор без труда может объяснить снижение рождаемости.
- Экспериментальные данные показывают, что рождаемость среди атеистов ниже, чем рождаемость среди верующих. В статье *'Для чего нужны атеисты?'* [26] ищутся объяснения этому факту исходя из того, что атеизм считается адаптивным признаком.
- Профессор социальных и естественных наук Йельского университета Николас Христакис и профессор медицинской генетики (также профессор политических наук) Калифорнийского университета в Сан-Диего Джеймс Фаулер в статье *'Дружба и естественный отбор'* утверждают о связи между генами и дружбой [27].

В статье Жукова *'Для чего нужно всё? Панадапционистский подход в эволюционной биологии и её истории'* [28] разбирается возникновения адапционизма и его критика в статье Гулда и Левонтина. Отмечается, что любовь биологов к историям просто так за прошедшее время после выхода этой статьи не уменьшилась:

'С момента выхода «Пазух» прошло больше сорока лет. Что же изменилось? Сказать «ничего» означало бы изрядно приукрасить действительность. Мода на фантазии на тему «адаптивного значения» любого свежесоткрытого биологического феномена не только не сошла на нет – такие фантазии стали почти обязательными, работы, авторы которых воздерживаются от них, встречаются все реже и реже. При этом если не всегда, то в большинстве случаев подобные «интерпретации» остаются «сочинением адаптивных историй», т. е. ограничиваются выдвижением гипотезы о том, чем мог бы быть полезен данный признак, и не содержат даже попыток проверки выдвинутой гипотезы. Что же касается качества предлагаемых гипотез, то подавляющее большинство их берется «с первой полки» (т. е. из числа самых стандартных), а требования к правдоподобию (которые Гулд и Левонтин в свое время считали неприемлемо мягкими) с тех пор упали и вовсе ниже плинтуса. Сегодня на полном серьезе в солидных журналах публикуются и обсуждаются интерпретации, которые, вероятно, насмешили бы даже Альфреда Уоллеса и Эббота Тайера.'

Автор статьи является сторонником естественного отбора, а приведенная цитата лишь показывает, что не так легко отличить правильные объяснения от историй просто так.

Научное объяснение

Биологи при обсуждении естественного отбора используют термины объяснение, причина и механизм, но значения этих терминов остаются на интуитивном уровне. Рассмотрим работы философов науки, в которых обсуждаются возможные формализации этих понятий. Так, к физике в целом неплохо подходит дедуктивно-номологическая модель объяснения. Хорошее рассмотрение этого вопроса содержится во второй главе *'Объяснение как логическое рассуждение'* книги А. А. Печенкина *'Объяснение как проблема методологии естествознания'* [29].

Начало детальной разработке концепции научного объяснения положила статья Карла Гемпеля и Пола Оппенгейма *'Логика объяснения'* 1948 года, в которой формально вводилась дедуктивно-номологическая модель объяснения. Предлагалось считать, что объяснение устанавливает логическую связь между экспланандумом (объясняемый) и экспланансом (объясняющий). Экспланандум содержит положения, описывающее объясняемое явление. Экплананс в свою очередь содержит утверждения, которые привлекаются, чтобы объяснить

явление. Среди них обязательно должен находиться как минимум один универсальный закон и положения о специфических начальных и граничных условиях явления (антецедент). Таким образом объяснение дедуктивно и, поскольку оно основано на законах, номологично.

Приведу две цитаты из книги Печенкина [29]. В первой говорится, что Гемпель старался избежать психологизма (объяснить нечто = сделать это понятным):

'Прагматическая же характеристика объяснения, отмечал Гемпель, в своей основе психологическая. Ее неизбежным недостатком будет субъективизм. Ведь значения слов «ясно», «понятно» меняются от человека к человеку, а метафоры и аналогии, уместные в одних ситуациях, оказываются бесполезными в других. При логико-методологической же реконструкции объяснение описывается в строгих и общезначимых терминах. Логико-методологические схемы инвариантны по отношению к частным точкам зрения на эту познавательную операцию.'

Во второй подчеркивается сходство схемы Гемпеля-Оппенгейма с решением в физике задачи, содержащей дифференциальные уравнения:

'Нетрудно, однако, заметить, что данная схема - сколок с начальной или краевой задач теории дифференциальных уравнений. Универсальный закон в схеме - это дифференциальное уравнение, подлежащее решению ... Положения об антецедентных условиях - начальные или краевые условия, которым должно удовлетворять решение поставленной задачи.'

В книге '*Четыре десятилетия научного объяснения*' [30] американского философа науки Уэсли Сэлмона рассмотрена история обсуждения вопроса о научном объяснении с момента выхода статьи Гемпеля и Пауля Оппенгейма до 1989 года. Вначале философы науки с восторгом приняли идею Гемпеля и Оппенгейма и она обрела статус общепризнанной. В лагере философов науки некоторое время царило практически полное единодушие - крайне необычное состояние для философии. Однако за прошедшие сорок лет все вернулось в нормальное состояние - философы разделились на группы, которые предлагают несовместимые друг с другом модели научного объяснения.

Были найдены примеры, которые формально попадали в формализм дедуктивно-номологической модели объяснения, но которые не принимались за научные объяснения. С другой стороны, были объяснения, которые хотелось считать научными, но которые не укладывались в прокрустово ложе дедуктивно-номологической модели. Например, использование законов, основанных на теории вероятности. На этом пути были предложены модели индуктивного статистического объяснения, дедуктивного статистического объяснения, статистической релевантности и др.

Также ряд философов науки хотели связать научное объяснение с причинностью. В основу объяснения в модели Гемпеля и Оппенгейма положены законы. Однако дедуктивно-номологическая модель объяснения включает в себя такие объяснения, которые нельзя назвать причинными. Обычный пример - это стоящая мачта и отбрасываемая ею тень. В данном случае можно объяснить размер тени исходя из размера мачты и положения солнца, но точно также можно объяснить размер мачты исходя из размера тени. В то же время мачта является причиной тени, а тень нельзя назвать причиной мачты. Таким образом, была предложена каузально-механическая модель объяснения.

С другой стороны, предлагалось ввести в научное объяснение контекст. Ученые предлагают научные объяснения, а в дедуктивно-номологической модели сами ученые оказались исключенными из рассмотрения. Это привело к появлению прагматической модели научного объяснения. Кроме этого, была предложена унификационистская модель объяснения, когда под научным объяснением понимается единое описание ряда различных

явлений. Статью в Стэнфордской философской энциклопедии *'Теории научного объяснения в 20-м веке'* [31] также посвящена описанию этих моделей объяснения.

Тем не менее, при попытках использования этих моделей объяснения в биологии возникли трудности, в первую очередь связанные с понятием закона. В физике закон связан с теорией физики, а без теории физики оказалось сложным выразить понятие закон в общем виде.

Джерри Фодор против адапционизма

Джерри Фодору не понравились объяснения в эволюционной психологии, и он искал аргументы, которые позволили бы отбросить эти объяснения. В результате он нашел интересный аргумент, который излагается в этом разделе. Правда, этот аргумент касается естественного отбора в общем виде, и, к сожалению, Фодор по характеру любит провокационные заявления. Так он назвал книгу *'В чем ошибся Дарвин'*, что вызвало резкую критику биологов, однако в которой сам аргумент остался незамеченным.

Как отмечалось выше, нельзя использовать понятие закона в изложении естественного отбора в общем виде. Поэтому идея Фодора заключалась в использовании сопряженных признаков и контрфактуального критерия для каузального (причинного) объяснения. Вначале Фодор опубликовал критику естественного отбора в статье *'Почему у свиней нет крыльев'* [32]. Название статьи напрямую связана с представлениями адапционизма. Представим себе, что популяция свиней оказалась бы в экологическом окружении, где ниша, связанная с полетами, была бы абсолютно свободна. В статье утверждалось, что в таких условиях все равно нельзя представить, чтобы естественный отбор привел бы к появлению у свиней крыльев. Более развернутый вариант позиции Фодора опубликован в книге *'В чем ошибся Дарвин'* [33]. Вторым автором книги был Массимо Пиателли-Палмарини, но ниже для простоты я буду говорить только о Фодоре, хотя нельзя забывать о втором соавторе. Фодор отталкивается от статьи Гулда и Левонтина [23], но его критика более радикальна.

Фодор замечает, что в теории естественного отбора можно увидеть два прочтения. Во-первых, можно сказать, что среда отбирает наиболее приспособленные организмы. Во-вторых, что среда отбирает признаки, которые отвечают за приспособленность организма. Для успешного объяснения естественного отбора следует найти вариант, который сочетает оба прочтения. С точки зрения причинности при отборе требуется взаимодействие организма с окружающей средой, а, с другой стороны, для объяснения требуется, чтобы окружение отбирало признаки. Объединение обоих вариантов достигается путем утверждения, что среда отбирает организм из-за присутствия признаков, которые отвечают за приспособленность организма.

Другими словами, из исходной посылки

- (1) Эволюция - это процесс, в котором отбираются существа с адаптивными признаками;

получается вывод

- (2) Эволюция - это процесс, в котором существа отбираются по их адаптивным признакам.

Разница между двумя утверждениями на первый взгляд едва заметна. Тем не менее, Фодор отмечает, что второе утверждение не следует из первого. На английском языке второе утверждение содержит *'select for'* ('отбирает из-за'), поэтому Фодор вводит в рассмотрение проблему *'select for'*.

Важную роль в рассмотрении Фодора играют сопряженные признаки, поскольку их наличие создает основную проблему. Фодор использовал пример из работы Гемпеля '*Логика функционального анализа*' [34], в которой Гемпель хотел показать, что функция сердцебиения заключается в перекачивании крови, а не в создании звуков. Таким образом, Фодор вводит два сопряженных признака наличия сердца - перекачивание крови и создание шума.

По какому из двух признаков естественный отбор отобрал сердце? Во всех случаях, когда производится отбор организма, признаки присутствуют вместе. При этом утверждение (1) не подвергается сомнению. Однако на этом уровне непонятно, какой из признаков является адаптивным, а какой нет. Оба признака в силу сопряженности одинаково коррелируют с выживаемостью и размножаемостью. Поэтому для введения ожидаемого объяснения в естественном отборе необходим переход к утверждению (2), которое в данном случае принимает следующий вид:

(3) 'Естественный отбор отобрал сердце, потому что сердце перекачивает кровь, а не потому, что сердце создает шум.'

Другими словами, требуется переход к утверждению, что перекачивание крови является адаптивным признаком, а появление при этом шума является признаком-безбилетником. Фодор, однако, говорит, что в такой формулировке утверждение является интенциональным / интенциональным и поэтому несовместимо с утверждением о том, что у естественного отбора нет цели. Остановимся на этом подробнее.

Каузальное объяснение связано с раскрытием причинно-следственных связей. В утверждении выше неявно предполагается, что 'сердце перекачивает кровь' является причиной, а 'естественный отбор отобрал сердце' следствием. При этом 'сердце создает шум' не является причиной отбора. Для доказательства утверждения в таком виде требуется в явном виде сказать, что такое причинность. Фодор для этого использует модель причинности, основанную на контрфактуальных утверждениях: для того, чтобы утверждение 'А является причиной Б' было истинным, требуется, чтобы утверждение 'Если бы не было А, то не было бы Б' также было бы истинным.

Контрфактуальный анализ в случае сердца приводит к следующему утверждению:

(4) 'Если бы были сердца, которые перекачивают кровь бесшумно, и если бы были сердца, который создают шум, но не перекачивают кровь, то естественный отбор отобрал бы первые, но не вторые.'

Следовательно, для придания объяснениям естественного отбора каузального характера необходимо доказательство как утверждения (3), так и (4).

Фодор не возражает против того, что биологи могут решить проблему 'отбор из-за' экспериментальным путем и разделить два сопряженных признака на тот, который играет полезную роль (сердце перекачивает кровь), и тот, который является безбилетником (сердце издает шум). Экспериментальное исследование, проводимое биологами, делает контрфактуальное утверждение выше истинным. Однако для этого согласно Фодору требуется интенциональная каузальность. Биологи при проверке того, какой из признаков является полезным ее используют: биологи воображают разные ситуации, а затем на этой основе планируют эксперименты.

Интенциональная каузальность присуща агентам, обладающим разумом / сознанием. Биологи обладают разумом, и они могут разобраться с сопряженными признаками. Архитекторы обладают разумом и поэтому они понимают, что арки поддерживают собор, а пазухи свода появляются при этом в силу конструктивных особенностей арок. Люди селекционеры обладают разумом, и они понимают, какие признаки у животных и растений

они отбирают - проблема сопряженных признаков в искусственном отборе не возникает.

В этот момент Фодор говорит, что для интенциональной каузальности в процессе естественного отбора требуется ввести матушку-природу. Она, наверное, в состоянии распознать, что признак перекачивания крови полезный, а шум при этом возникает просто так. Тем не менее, как современные биологи, так и Фодор не верят в существование матушки-природы и таким образом интенциональность естественного отбора отвергается. Отсюда следует, что процесс естественного отбора не может объяснить по какому из признаков сердце было отобрано - утверждения (2) и (3) в теории естественного отбора остаются недоказанными.

Полезно сопоставить достигнутое заключение с тем, что происходит в физике. В физике описание проводится на уровне законов физики, которые с необходимостью включают в себя справедливость контрфактуальных утверждений. В этом заключается разница с теорией естественного отбора, в которой в силу отсутствия необходимых законов справедливость контрфактуальных утверждений на уровне логического анализа не может быть установлена. Справедливость утверждения (4) может быть установлена только эмпирическим путем.

Фодор не возражает против эволюции, и он также не возражает против адаптивных историй, основанных на экспериментальных данных. Вывод Фодора сводится к тому, что биология похожа на историческую науку. Рассмотрим, например, следующее объяснение, которое иногда можно встретить:

'Наполеон проиграл войну в России из-за холодов.'

Можно ли назвать это объяснением? Зависит от взглядов человека, для французских граждан такое вполне может пройти. Однако это нельзя назвать каузальным объяснением. Было множество разнородных причин, которые привели к такому повороту событий. В дополнении к последовательности событий может дать интерпретацию этих событий, но не более. Согласно Фодору примерно также следует относиться к объяснению естественного отбора - мы видим последовательность событий естественной истории в совокупности с определенной интерпретацией.

Фодор не отвергает возможности каузальных объяснений в эволюции, но он считает, что эти объяснения не могут находиться на уровне естественного отбора. Вспомним про разделение Майра двух причинностей - физиология и естественный отбор. Рассмотрение Фодора показывает, что невозможно получить каузальное объяснение на уровне естественного отбора без знания физиологии организма. Таким образом, рассмотрение Фодора показывает, что две причинности по Майру нельзя разделить друг от друга.

Отмечу формальный характер аргумента Фодора. Он знаком с работами Гемпеля и с дедуктивно-номологической моделью объяснения. Фодор видит отсутствие законов в формулировке естественного отбора и поэтому он применяет контрфактуальный критерий причинности для сопряженных признаков. С моей точки зрения формальность изложения в данном случае является преимуществом, поскольку это позволяет лучше понять ведущиеся обсуждения.

Естественный отбор в философии биологии

В 2015 году вышел сборник статей '*Объяснение в биологии*', в котором вводная статья [35] кратко передает основное содержание. Философы биологии уверены в том, что биология объясняет, однако при этом они не могут достичь консенсуса в вопросе о том, что при этом считается объяснением. В статье обыгрывается название книги '*Четыре десятилетия научного объяснения*' [30] и говорится, что седьмая декада научного объяснения по-прежнему

не принесла ясности в этот вопрос.

С одной стороны, выступают универсалисты, которые утверждают, что научное объяснение имеет универсальную структуру. С другой стоят плюралисты, которые считают, что научные объяснения в разных разделах биологии по характеру существенно отличаются друг от друга. Поэтому задачей философов биологии является поиск такой структуры объяснения, которое позволяет назвать объяснения биологов объяснениями, но при этом рассмотрение меняется в зависимости от рассматриваемого вопроса.

В статье рассмотрена эволюция взглядов на объяснение в философии науки за последние семьдесят лет и затем обрисованы проблемы применения концепций научного объяснения в биологии. В статье в том числе представлены воззрения новых механицистов (см. также статью [36]). Философы биологии разрабатывают новую модель объяснения, основанную на механизме (новые механицисты). Под механизмом понимается либо некоторое устройство, либо что-то в духе механизма химической реакции. В первом случае объяснение подобно объяснению работы автомобиля, во втором - объяснение состоит из представления набора взаимосвязанных процессов, которые в итоге объясняют наблюдаемое явление.

Воззрения новых механицистов хорошо подходят к описанию физиологии организма. В рассмотрении Майра этого недостаточно для рассмотрения естественного отбора, поэтому я не буду на этом останавливаться. Только отмечу, что сами новые механицисты признают, что естественный отбор нельзя включить в оба случая механизма, и, таким образом, эта модель объяснения не подходит для естественного отбора.

Теперь рассмотрим статью '*Отбор и причинность*' [37], в которой разбирается широко известный пример березовой пяденицы. В ходе индустриальной революции березы почернели. Белые березовые пяденицы стали более заметны на почерневших березах. В этих условиях птицам легче поймать бабочек со светлой окраской и в результате в популяции бабочек возрастает процент темных особей. Все несколько сложнее, но можно остановиться на таком варианте.

Авторы статьи, философы Мохан Маттен и Андре Арюв, приходят к отрицательному ответу на вопрос, можно ли считать естественный отбор причиной эволюционных изменений. При этом они не имеют ничего против теории эволюции, в этом отношении их взгляды достаточно традиционны. Так, они считают, что естественный отбор вполне можно рассматривать как объяснение эволюционного процесса.

Разногласие с другими философами биологии заключается в том, что следует понимать под причинностью. Авторы статьи считают, что понятие естественного отбора нельзя совместить с нормальным пониманием причинности. В примере березовой пяденицы чёрные меланистические формы оказались более приспособленными, поэтому популяция березовой пяденицы почернела. Теперь следует сказать, что в данном случае понимается под причиной. Авторы статьи приводят два критерия, рассматриваемых среди философов биологии; в упрощенном виде (в обоих случаях имеется в виду при прочих равных):

- 1) Если нечто приводит к увеличению вероятности некоторого события, то это нечто будет считаться причиной этого события.
- 2) Нечто будет считаться причиной некоторого события, если изменение этого нечто путем внешней интервенции изменяет распределение вероятности этого события.

Авторы статьи считают, что под оба критерия подходит изменчивость в окраске бабочек, связанная с соответствующими генами, а не естественный отбор. Таким образом, они не возражают против утверждения:

(А) Изменчивость в окраске бабочек является причиной эволюционных изменений в

популяции березовых пядениц.

В то же время они утверждают, что из утверждения (А) не следует

(Б) Естественный отбор является причиной эволюционных изменений в популяции березовых пядениц.

Разногласия происходят на этом этапе. Большинство философов биологии утверждают как (А), так и (Б). С другой стороны, авторы статьи доказывают, что переход от (А) к (Б) невозможен. Обычно естественный отбор рассматривается как некоторая сила, появление которой влияет на распределение признаков в популяции (средняя окрашенность бабочек сдвигается в ту или иную сторону). Утверждение о том, что естественный отбор является причиной эволюции трактуется в этом смысле. Авторы статьи возражают, с их точки зрения нельзя воспринимать введение такой силы в буквальном смысле.

Для сравнения приводится следующее утверждение:

Сила притяжения Луны является причиной приливов и отливов.

В данном случае вполне можно говорить о физической силе, которая вызывает движение воды. В случае естественного отбора речь идет только о приспособленности конкретного аллеля в конкретных условиях - уравнения популяционной генетики предсказывают изменение распределение окраски бабочек. С точки зрения авторов статьи за этим не стоит отдельная сила, аналогичная силы притяжения и существующая в природе. В природе есть цикл, связанный с рождением, жизнью и гибелью бабочек. Изменение распределения окраски бабочек связано с этим циклом. Можно сказать, что поедание птицей светлой бабочки в темной среде мгновенно изменяет среднее значение окрашенности бабочек в популяции. Однако на этом пути невозможно прийти к силе, которая существует в природе.

Другой ход философов биологии на пути введения естественного отбора как причины связан с объявлением естественного отбора процессом, в котором происходят эволюционные изменения. Авторы статьи отвергают этот путь, поскольку в данном случае причина совпадает со следствием. Если естественный отбор является процессом эволюционных изменений, то он не может быть причиной этих эволюционных изменений. Аргументация авторов может показаться казуистикой, но в этом суть формального рассмотрения причинности, объяснения и механизма. Важно отметить, что индустриальной меланизм у большинства видов белых бабочек не появился - большинство белых бабочек предпочли остаться белыми (нехай хищники подавятся).

Проблема, рассмотренная в этой статье, перекликается с рассмотрением Фодора. Она связана с трудностями обобщения эволюционных процессов, протекающих в природе и связанных с естественным отбором. На уровне приспособленности гена березовой пяденицы можно говорить о закономерности и даже соответствующем законе - изменение окраски берез ведет к изменению среднего значения окрашенности бабочек березовой пяденицы в популяции. Это в свою очередь открывает возможность применения дедуктивно-номологической модели объяснения. Эксплананс содержит такой закон, и это приводит к объяснению экспланандума, состоящего в изменении меланистических форм в популяции березовых пядениц при индустриализации и последующему переходу к постиндустриальному обществу.

В то же время этот частный закон нельзя обобщить, а также нельзя сказать, что этот закон является частным случаем применения общего закона естественного отбора. Изучение приспособленности гена связано с эмпирическими исследованиями и конкретные закономерности, связанные с одним видом, невозможно представить в общем виде, аналогичном силе притяжения между Луной и Землей. Так, Фодор не возражает против

использования конкретных законов при рассмотрении естественного отбора в конкретных случаях, его возражения касались именно возможности обобщения. Мы опять приходим к связи между причинностью на уровне физиологии организма и на уровне естественного отбора: не получается отделить одно от другого.

Таким образом, внимание философов биологии к формальным вещам при рассмотрении причинности, объяснения и механизма привели к изменениям при рассмотрении вопроса, что такое естественный отбор. Хорошей иллюстрацией этого обстоятельства является статья '*Естественный отбор*' в Стэнфордской философской энциклопедии. В статье 2008 года Роберт Брэндон [38] без колебаний писал:

'Теория эволюции Дарвина путем естественного отбора дала первое и единственное причинно-механистическое объяснение существования адаптаций в природе.'

'Естественный отбор, как каузальная теория, локализует причинно-следственные различия, приводящие к дифференцированному воспроизводству. Эти различия связаны с различиями в приспособленности организмов к окружающей среде.'

В статье 2019 года [39], которая пришла на замену статьи Брэндона, положение с объяснением и с причинностью уже не столь оптимистично. В этой статье есть разделы '*Естественный отбор и объяснение*' и '*Причинность*', в которых показано, что единства среди философов биологии по этим вопросам не наблюдается:

'Возможность к объяснению в рамках естественного отбора попала под критику с нескольких направлений. Серьезный вызов объяснительной силе отбора был сформулирован Гулдом и Левонтином ... [истории просто так]'

'Другая критика или набор критик на способность естественного отбора к объяснению связаны с опасностью того, что селекционистские объяснения имеют циклический характер.'

'Философы, интересующиеся объяснением, недавно обратили свое внимание на механизмы ... Вопрос о том, квалифицируется ли естественный отбор как механизм, является спорным.'

'«Каузалисты», работающие с рекурсиями типов, должны противостоять натурфилософской проблеме точного определения того, какая причина или причины считаются отбором, то есть, что именно количественно определяют коэффициенты приспособленности.'

Последнее издание статьи [40] в 2024 году более оптимистично, поскольку там ожидается, что решением всех проблем будет связано с использованием уравнение Прайса.

В заключение этого раздела обращу внимание на книгу философа биологии Алекса Розенберга '*Редукционизм и механизм*' [41], опубликованную в 2020 году. Розенберг видит обрисованные выше проблемы и его путь решения связан с переходом на уровень физики, то есть, естественный отбор должен быть объяснен в духе идеала Фрэнсиса Крика:

'Редукционизм должен показать, что процесс дарвиновского естественного отбора и все его результаты адаптаций могут появиться исключительно путем действия законов физики. В противном случае остается место для возможности, что физические факты не фиксируют все биологические факты, или что некоторые (многие, большинство или даже все) адаптации могли появиться в результате нефизических процессов. Редукционизм должен показать, что законы физики необходимы для появления адаптаций. Но этого недостаточно. Редукционизм должен показать, каким образом процесс естественного отбора на самом деле является

результатом исключительно законов физики, он должен показать, что законов физики достаточно для возникновения адаптаций путем естественного отбора.'

В этом отношении Розенберг подчеркивает, что непосредственные причины в классификации Майра более важны чем первичные и что в итоге непосредственные причины должны быть объяснением первичных.

Естественный отбор и экспериментальные исследования

В статье '*Адапционизм*' [22] есть важный раздел '*Проверка и стандарты доказательства*' (*Testing and Standards of Evidence*), суть которого передает его название. Для рассмотрения этого обстоятельства рассмотрим статью биологов '*Как изучать адаптации (и почему следует это делать именно так)*' [31], в которой предлагается взгляд на естественный отбор со стороны эмпирических исследований. Речь в статье идет о признаках организма, появление которых связывается с естественным отбором. В статье отстаивается позиция, что цикличность в объяснении адаптации является достоинством, а не недостатком (*adaptationism: a virtuous circularity*). Авторы предлагают связать исследование в эволюционной биологии с выводом (*inference*), при этом они считают, что использование дедукции в этом случае не получится. В результате предлагается следующий взгляд на цикличность в объяснении:

'Эту цикличность можно рассматривать в терминах таких типов вывода, как индукция, абдукция или байесовский подход.'

Авторы начинают с уровня рассмотрения история просто так, введенного Стивеном Гулдом на примере шеи жирафа. Мы видим длинную шею жирафа, которая позволяет жирафу срывать высоко растущие листья. Возникает следующее адаптационное объяснение. В прошлом длинная шея являлась преимуществом, которое обеспечивало лучший доступ к пище. Таким образом, в далеком прошлом в исходной популяции жирафов с короткой шеей постепенно закрепился новый наследуемый признак - длинная шея.

Авторы подчеркивают цикличность такого объяснения. Оно объясняет наблюдаемое явление (длинную шею современного жирафа), но при этом наблюдаемое явление считается подтверждением даваемого объяснения. При отсутствии дополнительных доказательств в пользу такого объяснения уровень достоверности остается на низком уровне. Отсюда термин - история просто так. Проблема в том, что можно предложить разные преимущества для длинной шеи жирафа и тем самым разные адаптационные процессы.

Далее авторы рассматривают три эмпирических метода изучения адаптаций:

'Подходы к изучению адаптации делятся на три дисциплинарные категории: сравнительные, популяционные и оптимальные.'

Каждый метод вносит свои доказательства и тем самым достоверность объяснения постепенно увеличивается. Согласие между разными методами добавляет достоверность, хотя авторы подчеркивают, что полностью исключить цикличность невозможно. Конечное объяснение по-прежнему базируется на некоторых определенных предположениях, которые считаются правильными в силу даваемого объяснения.

Таким образом рассмотрение процесса построения объяснения в этой статье тесно связано с эмпирическими исследованиями. Концепция естественного отбора носит с одной стороны методологический характер, с другой, проводимые эмпирические исследования увеличивают достоверность объяснений. В этой связи можно увидеть сходство позиции авторов с рассмотрением '*самодоказывающего объяснения*' (*self-evidencing explanation*) Гемпелем, рассмотренного в книге Печенкина [29]. Гемпель обсуждал ситуации, когда часть

объяснения (эксплананса) зависела от части объясняемого явления (экспланандума) - сюда хорошо попадает ситуация с шеей жирафа.

Гемпель хотел показать, что даже в этом случае можно провести отличие между описанием и такого рода объяснением. Приведу одну цитату Гемпеля по книге Печенкина, которая несколько перекликается с идеями рассмотренной статьи:

'При анализе этого аргумента будем отличать то, что может быть названо историей эволюции, от теории, лежащей в основе механизмов мутаций и естественного отбора. История эволюции как гипотеза о последовательном развитии различных типов организмов и последующим исчезновением многих из них имеет характер исторического повествовательного описания предполагаемых стадий эволюционного процесса, теория мутации и естественного отбора обеспечивает возможность объяснительного проникновения в этот процесс. История эволюции может сказать нам, например, что на определенной стадии процесса появились динозавры и что много позже они вымерли. Такой повествовательный подход не объясняет, конечно, почему различные виды динозавров с их отличительными чертами возникли и почему они исчезли. Даже теория мутации и отбора не дает ответа на первый из вопросов, хотя может пролить некоторый свет на второй. Далее, чтобы рассмотреть возникновение динозавров, мы нуждаемся в широком классе дополнительных гипотез относительно их физического и биологического окружения и видов, с которыми им пришлось состязаться в борьбе за выживание.'

В заключение приведу противоположный пример из книги Ричарда Докинза '*Слепой часовщик*' [12] (глава '*Власть и архивы*'). В качестве примера естественного отбора Докинз приводит вымышленную историю эволюции постройки бобровых плотин. Описание несколько длинное, но полезно с ним познакомиться:

'Мутантный ген бобра – это всего-навсего замена одной буквы в тексте, состоящем из миллиардов букв, замена в одном конкретном гене G. ... в некоторых клетках развивающегося мозга G считывается и переписывается в виде копий РНК. ... Рибосомы расшифровывают записанные в РНК рабочие планы и производят новые молекулы белка в соответствии с ними. ... Замена буквы, происходящая при мутации гена G, вносит в аминокислотную последовательность, обычно кодируемую этим геном, существенное изменение, влияющее и на ту форму, которую молекула белка приобретает при свертывании.'

'Из-за небольшого искажения в подлиннике инструкции ДНК интенсивность выработки некоторых компонентов мембраны изменилась. А это повлекло за собой изменение того, каким именно образом некоторые из клеток в развивающемся мозге будут соединены друг с другом.'

'И вот оказывается, что именно эта часть мозга вследствие своего местоположения в общей монтажной схеме принимает участие в строительном поведении нашего бобра. ... А именно заставляет бобра держать голову выше над водой, когда он плывет с зажатым в зубах сучком. ... Это немного снижает вероятность того, что грязь, прилипшая к сучку, смоемся во время плавания. А это увеличивает липкость сучка, что, в свою очередь, увеличивает вероятность того, что, когда бобр засунет сучок в плотину, этот сучок там останется.'

'Увеличение липкости бревен сообщит плотине дополнительную прочность, сделает ее устойчивее к разрушению. Что, в свою очередь, увеличит размер запруды и сделает хатку, расположенную в центре запруды, более защищенной от хищников. Это повысит вероятность того, что наш бобр благополучно вырастит большее число

потомков.'

Докинз признает, что предлагаемая им история вымышленная:

'То, что данная история является гипотетической и может расходиться с реальностью в некоторых подробностях, неважно. Бобровые плотины возникли путем естественного отбора, а значит, то, что происходило на самом деле, вряд ли сильно отличалось от моего рассказа, если не считать частных, касающихся действия каких-то конкретных механизмов.'

Тем не менее, Докинз считает, что такая вымышленная история близка к реальности. Рассмотрим эту историю с точки зрения экспериментальных исследований. Крайне сомнительно, что удастся локализовать ген, который отвечает за такое поведение бобра. Более того, совершенно непонятно, каким образом могло бы проходить подобное исследование. В этом смысле с большой вероятностью рассказанная история остается именно историей просто так. В данном случае меня удивило, что Докинз в научно-популярной книге про естественный отбор вместо рассмотрения собственно экспериментальных исследований предложил историю, которая выходит за рамки современных возможностей исследований в биологии.

Докинз хотел бы представить эволюцию построения бобровых плотин в духе однофакторного объяснения. Однако пример березовой пяденицы, когда один ген определяет изменение окраски в популяции, является скорее исключением. В более сложных ситуациях существует много разных факторов, которые связаны с развитием эволюционных событий. При этом между разными факторами существуют сложные взаимосвязи и крайне сомнительно, что можно считать их независимыми друг от друга. В этом смысле Докинз явно выдает желаемое за действительное.

С другой стороны, вполне можно рассматривать строительство плотин бобрами как адаптивный признак и проводить эмпирические исследования в духе статьи [42]. С моей точки зрения в научно-популярных книгах было бы более полезно вместо историй просто так приводить информацию про эмпирические исследования, которые связаны с изучением того или иного адаптивного признака.

Список литературы

1. Nigel Goldenfeld and Carl Woese. *Life is physics: evolution as a collective phenomenon far from equilibrium*. Annu. Rev. Condens. Matter Phys. 2, no. 1 (2011): 375-399.
2. Allen D. MacNeill, *Evolutionary Psychology, The Science of Human Nature*. 2010 - 2011 (в двух частях).
3. Иммануил Кант, *Критика способности суждения*, 1790. Собрание сочинений, т. 5, 1966, с. 428.
4. Е. Haeckel, *Über die Entwicklungstheorie Darwins* (1863). Amtlicher Bericht der Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte 1864, 38, 17–30.
5. Е. Б. Рудный, *Сознание и теория виртуального мира*, [Ridero](#), 2026.
6. Дэниел Деннет, *Опасная идея Дарвина: Эволюция и смысл жизни*, 2020.
7. Francis Crick, *Of Molecules and Men*, 1966. Переиздана Prometheus Books в 2004.
8. Addy Pross, *Toward a general theory of evolution: Extending Darwinian theory to inanimate matter*, Journal of Systems Chemistry, 2011, 2:1, p. 1-14
9. Jacques Loeb, *The Organism as a Whole. From a Physicochemical Viewpoint*, 1916.

10. А. Лима-де-Фариа, *Эволюция без отбора: Автоэволюция формы и функции*, 1991.
11. Е. Б. Рудный, *Случайность в биологии*, 2026, PREPRINTS.RU.
[doi:10.24108/preprints-3115991](https://doi.org/10.24108/preprints-3115991)
12. Ричард Докинз, *Слепой часовщик. Как эволюция доказывает отсутствие замысла во Вселенной*, 2015.
13. Стивен Пинкер, *Просвещение продолжается. В защиту разума, науки, гуманизма и прогресса*, 2021.
14. John Tooby, Leda Cosmides, and H. Clark Barrett. *The second law of thermodynamics is the first law of psychology: evolutionary developmental psychology and the theory of tandem, coordinated inheritances: comment on Lickliter and Honeycutt (2003)*. Psychological Bulletin, 2003, Vol. 129, No. 6, 858–865.
15. Elisabeth Lloyd, [*Units and Levels of Selection*](#), The Stanford Encyclopedia of Philosophy, First published 2005; substantive revision 2024.
16. Э. Майр, *Причина и следствие в биологии*, Русский орнитологический журнал 2005, Том 14, Экспресс-выпуск 289: 471-484. Перепечатано из: *На пути к теоретической биологии. I. Прологомены*. М. 1972 : 47-59.
17. Daniel J. M. Crouch and Walter F. Bodmer. *Evolution by Natural Selection Is a Scientific Law and Not Just a Theory*. Academia Biology 2 (2024).
18. В. А. Ратнер, *Математическая популяционная генетика (элементарный курс)*, 1977.
19. Jonathan Birch, *Natural selection and the maximization of fitness*, Biological Reviews, 2016, 91, N 3, p. 712 - 727.
20. А. Н. Горбань, Р. Г. Хлебопрос. *Демон Дарвина. Идея оптимальности и естественный отбор*, 1988.
21. Фред Хойл, *Математика эволюции*, 2012.
22. Steven Hecht Orzack, Patrick Forber, [*Adaptationism*](#), The Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2010.
23. S. J. Gould, R. C. Lewontin, *The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme*, Proc. R. Soc. Lond. B 1979 205 581-598. Есть русский перевод: [*Пазухи свода собора Святого Марка и парадигма Панглосса: критика адапционистской программы*](#)
24. И. А. Кузин, *Критика адапционизма в эволюционной биологии и ее значение для философии науки*, 2016, Глава 1. *Критика адапционизма в эволюционной теории и проблема редуccionизма в эволюционной биологии*.
25. Ruth Mace, *When not to have another baby: An evolutionary approach to low fertility*, Demographic Research, v. 30, article 37, p. 1074–1096, 2014.
26. Dominic Johnson, *What Are Atheists For? Hypotheses on the functions of non-belief in the evolution of religion*. Religion, Brain & Behavior, Vol. 2, No. 1, February 2012, 48-99.
27. Christakis, N. A., & Fowler, J. H. (2014). *Friendship and natural selection*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(Supplement 3), 10796-10801.
28. Б. Жуков, *Для чего нужно всё? Панадапционистский подход в эволюционной биологии и её истории*, Знание — сила. 2022. №11. С. 69–77 ; №12. С. 51–60.
29. А. А. Печенкин, *Объяснение как проблема методологии естествознания: (История и*

- современность). Глава 2. Объяснение как логическое рассуждение, Наука, 1989.
30. Wesley C. Salmon, *Four Decades of Scientific Explanation*, 1990.
 31. James Woodward, and Lauren Ross, *20th Century Theories of Scientific Explanation*, [The Stanford Encyclopedia of Philosophy](#), 2025.
 32. Jerry Fodor, *Why Pigs Don't Have Wings*, London Review of Books, Vol. 29 No. 20 · 18 October 2007, pages 19-22.
 33. Jerry Fodor, Massimo Piattelli-Palmarini, *What Darwin Got Wrong*, 2011 (первое издание 2010).
 34. Carl G. Hempel, *The Logic of Functional Analysis* (1959), in *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*, 1965, p. 297-330.
 35. Pierre-Alain Braillard and Christophe Malaterre. *Explanation in biology: an introduction*. In *Explanation in biology*, pp. 1-28, 2015.
 36. Carl Craver, James Tabery, *Mechanisms in Science*, The Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2015.
 37. Mohan Matthen and André Ariew. *Selection and causation*. Philosophy of science 76, no. 2 (2009): 201-224.
 38. Robert Brandon, [Natural Selection](#), 2008, The Stanford Encyclopedia of Philosophy.
 39. Peter Gildenhuys, [Natural Selection](#), 2019, The Stanford Encyclopedia of Philosophy.
 40. Peter Gildenhuys, [Natural Selection](#), 2024, The Stanford Encyclopedia of Philosophy.
 41. Alex Rosenberg, *Reduction and Mechanism*, 2020.
 42. Mark E. Olson and Alfonso Arroyo-Santos. *How to study adaptation (and why to do it that way)*. The Quarterly review of biology 90, no. 2 (2015): 167-191.