

# Законы физики и биология

Е. Б. Рудный, ©, 2023, [blog.rudnyi.ru/ru](http://blog.rudnyi.ru/ru)

Читать онлайн: <http://blog.rudnyi.ru/ru/2023/08/zakony-fiziki-i-biologiya.html>

Физики и биологи по-разному характеризуют отношение между биологией и физикой. Физики обычно считают, что только физика является фундаментальной наукой и что биология в принципе сводится к физике. Биологи со своей стороны подчеркивают фундаментальность биологии как науки и обычно не соглашаются с тем, что биология сводится к физике.

Эта заметка является переработанной версией предыдущего рассмотрения этого вопроса: [‘К сводимости биологии к физике’](#), которое появилось после долгого обсуждения в Живом Журнале. Основная интрига следующая: практически все согласны, что живое подчиняется законам физики, но далее многие утверждают, что биология не сводится к физике и что биология также относится к фундаментальным наукам. Ниже включены ссылки на заметки в блоге, относящиеся к теме — ссылок html в названиях книг и статей ведут к заметкам, где обсуждаются эти работы. См. также раздел Информация.

Исследование живого с 17-ого века связано со спором между механицистами и виталистами. Декарт объявил живые организмы автоматами / механизмами; его противники считали, что в организме действуют силы, которых нет в неживой природе. Официально витализм проиграл и утверждение ‘живое подчиняется законам физики’ есть ни что иное, как следствие отказа от витализма. См. [‘Организм и механизм: История витализма’](#).

Следует отметить экспериментальные исследования, которые показали, что живое подчиняется законам сохранения и что движение живого подчиняется законам механики. При исследовании химического состава было установлено, что живое состоит из тех же химических элементов, что и неживое. Отличие связано с компонентами живого — органическими соединениями, но химики научились синтезировать эти соединения искусственным путем. На уровне молекулярной биологии отличие живого от неживого в настоящее время связывается только со сложностью протекающих превращений.

В любом случае утверждение ‘живое подчиняется законам физики’ является примером экстраполяционизма, когда известное экстраполируется на всю область неизвестного. Другими словами оно уводит нас за рамки экспериментальной науки. Это хороший пример, когда научное обсуждение незаметно переходит на уровень спекулятивной философии / натурфилософии. В этом нет ничего плохого, но важно не забывать, что будет обсуждаться определенная гипотеза об устройстве мира и обсуждение сводимости или несводимости биологии к физике должно оставаться в рамках этой гипотезы.

Сформулируем гипотезу формально (ниже Гипотеза с большой буквы):

- Живое состоит из тех же самых составляющих (например, ядра и электроны), что и неживое.
- Поведение этих составляющих в живом подчиняется тем же законам физики, что и в неживом.

Для понимания сущности законов физики ниже приведен рисунок из книги Шона Кэрролла *‘Вечность. В поисках окончательной теории времени’*. Законы физики переводят систему из предыдущего в последующее состояние:



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, изображенном на рисунке выше. С точки зрения законов физики разница между живым и неживым не существенна, что служит основой для утверждения о сводимости биологии к физике. Важно отметить каузальную замкнутость законов физики — переход из предыдущего состояния в последующее полностью определяется законами физики и ничто другое не может повлиять на этот переход.

Начнем рассмотрение с позиции Фрэнсиса Крика, который получил Нобелевскую премию 1962 года (совместно с Д. Д. Уотсоном и М. Х. Ф. Уилкинсом) ‘за открытия, касающиеся молекулярной структуры нуклеиновых кислот и их значения для передачи информации в живых системах’. В книге *‘О молекулах и людях’* он сформулировал свою позицию таким образом:

‘Конечная цель современной биологии — объяснение всех биологических процессов в терминах физики и химии.’

Ключевой в книге является первая глава *‘Природа витализма’*. В ней Крик озвучивает и обосновывает свою бескомпромиссную позицию, логика которой достаточна проста. Физика является основой для объяснения химии, а химические взаимодействия лежат в основе жизни. Организмы являются иерархическими структурами, но каждая вышележащая структура может быть объяснена на базе нижележащей структуры и, таким образом, мы приходим к тому, что можно объяснить все явления в биологии на уровне физики и химии.

Я также перейму у Фрэнсиса Крика понятие неовитализм:

‘неовиталист: то есть, человек, который верит в виталистические идеи, но при этом это отрицает.’

В книге Крика четко говорится, что позиция о несводимости биологии к физике является признаком неовитализма.

Наиболее частые возражения против вышесказанного связаны с невозможностью точных предсказания (нельзя даже предсказать погоду), проблемой трех тел (детерминированным хаосом) и квантовой механикой. Нередко также утверждается, что законы физики придуманы людьми и поэтому их рассмотрение в таком контексте не имеет смысла. Рассмотрим эти возражения по порядку.

Никто не спорит, что схему выше нельзя использовать для предсказаний на практике. Однако аргумент о невозможности предсказаний вступает в конфликт с принятой Гипотезой и исходным утверждением ‘живое подчиняется законам физики’. По-человечески все понятно — живое очевидно отличается от неживого и поэтому люди не склонны воспринимать сказанное о законах физики и живом всерьез. Тем не менее, логика в аргументе отсутствует — витализм мертв, поскольку живое подчиняется законам физики; в то же время не будем обращать внимание на это утверждение, поскольку все это нельзя использовать на практике.

Другими словами, используем экстраполяционизм для борьбы с витализмом, но далее при обсуждении живого и неживого отбросим экстраполяционизм в сторону. Следует отметить, что невозможность практических предсказаний также можно трактовать в рамках позиции компатибилизма; такая возможность будет рассмотрена ниже.

Проблема трех тел привела к пониманию, что решение уравнений механики может стать нестабильным относительно начальных условий, небольшое изменение которых может привести к радикальным изменениям в будущем. Рассмотрим набор одинаковых систем классической механики с небольшим разбросом в начальных условиях — в будущем поведение таких систем выглядит случайным; это обстоятельство привело к понятию детерминированного хаоса. В целом, этот аргумент не сильно отличается от аргумента выше о невозможности предсказаний. Разница только в том, что указывается на

проблемы, неразрывно связанные с уравнениями классической механики.

Ссылка на квантовую механику на первый взгляд выглядит более серьезной, поскольку переход от квантового к классическому миру с неизбежностью вызывает стохастичность. Другими словами, переход системы из предыдущего в последующее состояние принципиально не определяется однозначно; он связан с определенной случайной величиной, свойства которой можно рассчитать в рамках квантовой механики. Важно помнить, что случайность в физике является закономерной — если Бог и играет в кости, то Он не обманщик. Это означает, что процесс на рисунке выше, грубо говоря, связывается с выбросом костей, но сама система никак не может повлиять на исход бросания костей.

Необходимо отметить, что два последних возражения относятся также к неживой природе, поэтому в их рамках нельзя найти отличие живого от неживого. В данном случае следует задать вопрос, можно ли использовать законы физики для неживого в этих случаях. Положительный ответ возвращает нас к рассмотрению Гипотезы; в случае отрицательного ответа необходимо сказать, каким образом законы физики работают для неживого. Важно не забывать, что сами физики не видят особых проблем в обоих случаях.

Последнее возражение на этом этапе связано с другим отношением к законам физики — предполагается, что это просто модели, созданные для удобства и предсказаний, но которые не следует связывать с природой как таковой. Такую позицию можно себе представить, но это равносильно отказу от исходной Гипотезы. В конечном итоге мы обсуждаем наши представления об устройстве мира. Если представление о законах физики выше не удовлетворяет, то следует предложить альтернативную гипотезу.

Итак, мы рассматриваем следствия из Гипотезы о том, как устроен мир, и обсуждение следствий должно оставаться в рамках этой Гипотезы. Возражения против самой Гипотезы должны быть конструктивны — что следует изменить и каким образом должна выглядеть альтернативная гипотеза. В противном случае возражения будут несодержательными.

Вопрос о сводимости биологии к физике затрагивает в том числе естественный отбор. Франсис Крик как последовательный редуccionист считал, что естественный отбор также должен сводиться к физике и химии. Вопрос сводимости естественного отбора был рассмотрен в разделе *‘Естественный отбор с точки зрения физики’* заметки *‘[Естественный отбор как объяснение?](#)’*, где возможные позиции были классифицированы как физикализм, компатибилизм и неовитализм. Ниже я оставлю эту терминологию в приложении к биологии:

- Физикализм — биология сводится к физике и точка.
- Компатибилизм — биология сводится к физике, но это не мешает считать биологию автономной наукой.
- Неовитализм (в духе Фрэнсиса Крика) — биология не сводится к физике.

Позиция Фрэнсиса Крика выше является классическим примером физикализма. Существует только физическое и поэтому на фундаментальном уровне все должно объясняться на уровне физике. Ниже приведены цитаты сторонников физикализма из моей коллекции, которые позволят затем более точно сформулировать эту позицию.

[Вайскопф, В. Ф.: \*Связь между физикой и другими науками. Обсуждение доклада.\*](#)

В 1964 году праздновалось 400-летие со дня рождения Галилея. На конференции, посвященной этому событию, физик Виктор Вайскопф выступил с докладом, после чего последовало обсуждение.

Вайскопф: ‘Нам хотелось бы объяснить все известные явления единым образом, и с этой точки зрения все науки в конечном счете представляют собой разделы физики.’

Биолог Жак Моно: ‘Никто из нас не может не согласиться с профессором Вайскопфом в том, что биология, конечно, не представляет собой ничего большего, чем науку, которая может, должна и будет в конечном счете сформулирована на языке известных законов физики.’

[Хокинг Стивен, Млодинов Леонард: \*Высший замысел\*](#)

‘Поскольку крайне непрактично использовать для предсказания человеческого поведения основополагающие физические законы, мы придерживаемся так называемой эффективной теории. Эффективная теория в физике — это каркас, созданный, чтобы моделировать определенные наблюдаемые явления, не описывая в деталях лежащие в их основе процессы. Например, мы не можем точно решить уравнения, управляющие гравитационными взаимодействиями каждого атома в человеческом теле с каждым атомом Земли. Но для всех практических целей гравитационное взаимодействие человека с Землей можно описать всего лишь несколькими числами, — например, числом, определяющим массу тела человека. Мы также не можем решить уравнения, определяющие поведение сложных атомов и молекул, но мы разработали эффективную теорию под названием химия, которая дает достаточно полное объяснение того, как атомы и молекулы ведут себя в химических реакциях, без рассмотрения всех подробностей их взаимодействий. Поскольку мы не в состоянии решить уравнения, определяющие наше поведение, то применительно к человеку пользуемся эффективной теорией о том, что люди обладают свободой воли. Изучением нашей

воли и зависящего от нее поведения занимается наука психология.’

‘Хотя мы думаем, что способны делать осознанный выбор, наши познания в области молекулярных основ биологии свидетельствуют, что биологические процессы подчиняются законам физики и химии, а потому столь же детерминированы, как и орбиты планет. ... Трудно себе представить, как может проявляться свобода воли, если наше поведение определяется физическими законами. Поэтому, похоже, мы представляем собой не что иное, как биологические машины, а свобода воли просто иллюзия.’

[С. Вайнберг, Мечты об окончательной теории: Физика в поисках самых фундаментальных законов природы](#) (по ссылке см. раздел Стивен Вайнберг о биологии и физике)

‘Даже от ученых можно услышать иногда намеки на витализм, т. е. веру в то, что существуют биологические процессы, которые нельзя объяснить с помощью химии и физики.’

‘Это [ученые используют языки, специфичные для каждой конкретной области исследований] происходит не только потому, что мы реально не можем использовать наши исходные принципы для расчета сложных явлений; это есть еще и отражение того, какого типа вопросы мы хотим задать об этих явлениях.’

‘Мы знаем, что эволюция живых существ оказалась возможной благодаря свойствам ДНК и других молекул, а свойства любой молекулы определяются свойствами электронов, атомных ядер и электрическими силами, действующими между ними.’

[М. В. Волькенштейн: статьи в журнале Успехи физических наук \(1973, 1984, 1988\)](#)

‘Изложенное показывает, что при исследовании основных теоретических проблем биологии мы доходим до молекулярного уровня организации системы. Истинное истолкование биологических явлений — атомно-молекулярное.’

‘Как это показано в выдающихся работах последнего десятилетия, мы не встречаемся в эволюционных явлениях с какими-либо особенностями, ограничивающими возможность их физической трактовки. Современная физика достаточна для понимания эволюции.’

‘Сторонники так называемой несводимости в естествознании в действительности глубокие пессимисты, не верящие в мощь науки и радующиеся ее трудностям. Восприятие мира как совокупности явлений, отделенных друг от друга непроницаемыми перегородками, исходит из весьма унылого мировоззрения.’

Цитат выше должно быть достаточно; подобные высказывание можно увидеть также у других граждан:

[С. В. Вонсовский: Современная естественно-научная картина мира](#)

[Сабина Хоссенфельдер: Экзистенциальная физика](#)

[Алекс Розенберг: Редуционизм и механизм](#)

[Ричард Фейнман](#) (см. Фейнман о биологии)

[А. А. Марков, Об отношении физических законов к биологическим](#) (см. второй раздел)

Суть позиции физикализма заключается в прочтении Гипотезы в буквальном смысле слова. В основном она характерна для физиков, которые знают, что законы физики полностью определяют переход системы из предыдущего в последующее состояние. Они также понимают, что в рассмотрение перехода можно ввести стохастичность и что это принципиально ничего не меняет. С этой точки зрения есть фундаментальный уровень описания и на этом уровне живое не отличается от неживого — именно так, как это утверждает Гипотеза.

Биология как таковая признается, но ей отводится роль эффективной науки. Найденные на этом уровне закономерности должны быть в будущем объяснены на фундаментальном уровне. Поэтому биология не является фундаментальной наукой и она в принципе сводится к физике. В то же время признается невозможность практических предсказаний в силу разных причин, но биологические объяснения остаются на уровне эффективной науки.

Рассмотрим для простоты только два уровня организации — физическое и биологическое. Физическое можно разбить на уровни элементарных частиц, атомов, молекул, макроскопических тел, биологическое — на уровни клеток, организмов, популяций. Ниже подразделения внутри физического и биологического будет проигнорировано. Сводимость биологического к физическому означает, что причинно-следственные отношения ограничены физическим уровнем, поскольку процессы на биологическом уровне не могут ничего изменить на физическом уровне.

Рассмотрим это обстоятельство на примере клеточных автоматов в игре Жизнь, которая в свою очередь является парадигмальным примером законов физики — есть простые правила, которые определяют переход предыдущей конфигурации в последующую. Ниже я буду опираться на логику из заметки '[Биологическая эволюция в рамках игры Жизнь](#)'.

Для определенности рассмотрим глайдерное ружьё Госпера, из которого периодически вылетают планеры (см. например видео [Game of Life: Gosper glider gun](#)). Можно отметить два уровня организации. Есть уровень клеток, которые меняют свой статус согласно правилам игры Жизнь — это будет аналогом физического. Далее есть фигуры, например ружье и планер, у которых

есть определенное поведение. Планер перемещается по полю в определенном направлении с определенной скоростью, а ружье производит планеры также с определенной скоростью. Ружье и планер будут аналогом биологического.

Фигуры (живое) состоят из клеточек, состояние клеточек меняется согласно правилам игры Жизнь, которые одинаковы для живых и неживых клеточек (физическое). Все происходящее полностью определяется на уровне отдельных клеточек (уровень физического). Представим себе список, содержащий координаты клеточки и ее статус. Этот список обновляется согласно правилам игры Жизнь (законы физики) и фигуры как таковые при этом не играют никакой роли. В то же время на экране дисплея мы видим изменение конфигурации на уровне фигур (биологическое).

Роль внешнего наблюдателя можно перевести непосредственно в алгоритм путем разработки специализированных функций, которые будут оценивать состояние игры и определять наличие в конфигурации ружья и планера в определенных состояниях. Таким образом после изменения конфигурации игры эти функции будут генерировать сообщения о наличии планеров в определенных конфигурациях в определенных местах. Это позволит убрать зависимость от внешнего наблюдателя и сказать, что биологическое принадлежит не внешнему наблюдателю, а непосредственно игре Жизнь.

Важно отметить, что введенные функции не меняют поведение на уровне отдельных клеточек, они будут действовать только на уровне постобработки. Такое поведение компонентов называется эпифеноменальным; фигуры присутствуют, но они не участвуют в причинно-следственных связях, которые полностью остаются на уровне отдельных клеточек. Есть два уровня, но более высокий уровень организации полностью определяется изменением конфигурации более низкого уровня организации и поэтому он является эпифеноменальным. Таким образом, биологическое есть эпифеномен физического.

Теперь можно ввести позицию компатибилизма в отношении физического и биологического. Понятие компатибилизм обычно вводится при рассмотрении свободы воли и оно характеризует философскую позицию о совместимости свободы воли с детерминизмом. В этом же духе сформулируем позицию в отношении биологии. Несмотря на то, что биологическое сводится к физическому, биологическое совместимо с физическим в смысле автономности биологического. Правда, в такой формулировке позицию компатибилизма не так просто отделить от физикализма. Так, позиция Стивена Вайнберга близка к компатибилизму в этом духе и нельзя исключить, что другие физикалисты с ней согласятся.

В яркой форме позиция компатибилизма озвучена физиком Шоном Кэрролом в книге *‘[Большая картина](#)’* под названием поэтический натурализм. Идея в том, что есть разные способы обсуждения происходящего и они являются

эквивалентными. Например, Кэрролл рассматривает жирафа и предлагает разные объяснения происхождения жирафа. Среди них эволюция на уровне движения элементарных частиц и эволюция в рамках естественного отбора. Кэрролл подчеркивает, что оба подхода правильны, они являются просто разными способами обсуждения. Можно говорить про эволюцию атомов и молекул (это правильное описание, поскольку оно подтверждается физикой), а также можно говорить про естественный отбор. Кэрролл подчеркивает, что способ обсуждения в рамках естественного отбора является даже более полезным, поскольку он позволяет лучше понять происходящий процесс.

Другой пример Кэрролла связан с возникновением цели. Он рассматривает обезьяну, которая лезет на дерево за бананом. Кэрролл говорит, что было бы совершенно правильно рассматривать данное событие с точки зрения перемещения индивидуальных атомов и молекул. В данном контексте никакой цели не существует, поскольку у эволюции квантового поля цели по определению не существует. С другой стороны, по Кэрроллу утверждение, что обезьяна хочет достать банан, более полезно. В данном описании цель присутствует, но это всего лишь полезный способ рассмотрения перемещения атомов и молекул. Я точно не знаю, что Кэрролл сказал бы по поводу эпифеноменальности биологического. По идее он должен был бы согласиться, поскольку он однозначно отвергает нисходящую причинность — физическое у него связано исключительно с законами физики.

Если в физикализме подчеркивается сводимость биологического к физическому, то в компатибилизме подчеркивается равноправность двух описаний. Более того, преимущество отдается описанию на биологическом уровне, поскольку возможности описания на физическом уровне в данном случае крайне ограничены. В силу ограниченности ресурсов можно быстрее достичь понимания при рассмотрении явлений на биологическом уровне.

Ричард Докинз в первой главе книги *‘Слепой часовщик’* вводит в рассмотрение иерархический редукционизм и его логика хорошо вписывается в компатибилизм. Докинз признает, что редукционизм продолжается в сторону физического и что можно в принципе перейти на уровень ядер и электронов. Но он не видит в этом смысла, он считает, что лучшее понимание будет достигнуто на уровне биологического и что этого будет вполне достаточно.

‘Значит ли это, что живые существа законам физики не подчиняются? Разумеется, нет. Нет никаких причин полагать, будто бы в живой материи законы физики попораны. 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.’

‘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.’

Майкл Полани в известной статье [‘Несводимая структура жизни’](#) выступал за несводимость биологического к физическому. Его идея сводилась к тому, что при использовании законов физики большую роль играют граничные условия, про которые нельзя забывать. При рассмотрении технических устройств, сделанных человеком, Полани говорил о двойном контроле — есть законы физики, но также есть граничные условия, которые приводят к тому, что даже автомобиль уже не сводится к физическому. По-моему, логика Полани согласуется с компатибилизмом. Если мы рассмотрим автомобиль вместе с окружением как одну систему, то все должно работать на уровне законов физики — см. рисунок в начале главы и Гипотезу о живом и законах физики. Но для понимания работы автомобиля будет удобнее рассматривать происходящее на уровне частей — см. цитату Докинза выше.

Интересно отметить, что сравнение автомобиля с живым у Докинза и Полани приводило к разным выводам. Докинз несколько не возражал против дальнейшего редукционизма, но он считал, что для понимания достаточно остановиться на уровне блок-схемы. Полани же считал, что логику с граничными условиями можно перенести на живое и таким образом избежать сведения биологического к физическому. С моей точки зрения позиция Докинза выглядит более последовательной.

Сторонники физикализма не будут возражать, что устройство живого более сложное, чем неживого. Например, физик Г. Р. Иваницкий в статье [‘Жизнь с точки зрения физика’](#) пришел в конечном итоге к такому отличию живого от неживого:

‘Жизнь с точки зрения физики можно определить как результат процесса игры взаимодействий материи, в которой одна её часть приобрела свойство запоминать вероятности появления удач и неудач в предыдущих раундах этой игры, повышая тем самым свой шанс на существование в последующих раундах. Эту часть материи сегодня называют живой материей.’

Тем не менее, введенное свойство не требует новых физических принципов, это просто другой способ рассмотрения материи. По-моему, это также вполне попадает в рамки компатибилизма.

Часто при характеристике систем добавляют частичку ‘само’: саморегулируемая, самопроизвольная, самоорганизующаяся, самообучающаяся, самособирающаяся и т.д. Можно ли избежать сводимости к физическому на этом пути? При условии неизменности Гипотезы мы придем только к компатибилизму — см. подробнее заметку [‘Саморегулируемая система в рамках законов физики’](#). Исключением являются утверждение ниже (один из

ответов в ходе обсуждения в ЖЖ), но вряд ли ему можно придать хоть какой-то разумный смысл:

‘Любой процесс самоорганизации представляет собой взаимодействие хаоса беспорядка с хаосом порядка под влиянием колебаний внешней среды. И здесь чисто физические взаимодействия в итоговом плане не подчиняются законам физики.’

Теперь перейдем к неовитализму. Начну со статьи физиков:

[Каклюгин А.С., Норман Г.Э., Иерархический подход – обобщение витализма и редукционизма](#) (в конце заметки)

В статье физики честно хотели найти отличие живого от неживого, но не смогли придумать ничего другого как коллапс волновой функции — по сути дела расширение идеи квантового сознания на все живое:

‘Коллапс волновой функции есть качество, присущее живой материи.’

‘Психофизический параллелизм перестает быть парадоксальным — измерителем является мозг. Парадокс кошки [кошка Шрёдингера] оказывается результатом неправильной постановки задачи, ибо суперпозиции квантовой и классической системы быть не может: живая кошка, будучи измерительным прибором, не может быть включена в область применимости описания на языке волновых функций.’

Другая возможность — введение в рассмотрение нисходящей причинности. Биолог Эрнст Майр во второй главе книги ‘*Рост биологического знания*’ всеми силами отстаивал автономность биологии. В целом его логика рассмотрения вписывалась в позицию компатибилизма, поскольку Майр считал, что живое подчиняется законам физики (нет витализму). Но дополнительно Майр предполагал, что процессы на более высоком уровне организации (биологическое) все-таки может воздействовать на процессы на более низком уровне организации (физическое). Нисходящая причинность также называется сильной возникаемостью.

Рассмотрим эту идею более подробно. Эволюция физической системы приводит к появлению нового целого (биологическое), которое состоит из физических составляющих, но в то же время обладает новыми свойствами, которые меняют поведение этих физических составляющих (мантра — целое больше суммы частей). Формально это отвергает исходную Гипотезу о законах физики выше. Более того, поведение биологического в этом случае принципиально отличается от поведения неживого. Другими словами нисходящая причинность несовместима с утверждением ‘живое подчиняется законам физики’, поэтому это ничто иное как неовитализм.

Основная проблема с обсуждением нисходящей причинности и сильной возникаемости связана с тем, что не видно идей, каким образом можно совместить эти рассуждения с законами физики. Из физиков мне известны

работы [Джорджа Элисса](#), в которых обосновывается такая возможность. Тем не менее, ему не удалось (пока?) убедить других физиков — среди них нисходящая причинность обычно безоговорочно отвергается.

Другая линия рассуждений связана с возможным расширением законов физики при переходе к живому. Приведу цитату А. А. Любищева из работы '[Механизм и витализм как рабочие гипотезы](#)':

‘Обычное возражение, что, значит, виталисты считают, что организмы не подчиняются физическим законам, основано на полном непонимании дела: законы биологии не противоречат законам физики, являются их более общим выражением. Виталисты питают надежду (в противоположность механистам), что в будущем законы физики и химии будут рассматриваться как частные случаи законов, охватывающих всю биологию.’

Это означает, что внутри живого действуют дополнительные законы, которые модифицируют поведение физических составляющих, и в результате физические составляющие в живом ведут себя несколько по-другому, чем в неживом. Важно отметить, что расширение законов физики происходит только в живом, в неживом продолжают действовать обычные законы физики, что соответствует принципам витализма.

Интересно отметить, что в настоящее время физики размышляют как могли бы выглядеть дополнительные законы физики для живого. Найджел Голденфельд и Карл Вёзе в статье '[Жизнь — это физика: эволюция как коллективной феномен далекий от равновесия](#)' обсуждают роль коллективных явлений. Они сформулировали понятие самореференциальной модели, когда эволюция системы приводит к изменению законов эволюции. С точки зрения авторов статьи такая модель может объяснить живое.

Следует отметить, что в статье нет ответа на то, как должна выглядеть модель. Авторы также признают, что на уровне общепринятых законов физики такое невозможно. Надежда связана с возникновением нового уровня законов, которые будут носить самореференциальный характер. Насколько я понял, в примере с игрой Жизнь это должно выглядеть таким образом: как только образовался планер, в дополнение к обычным правилам игры Жизнь в действие вступает дополнительное правило, связанное с фигурой планера.

Идея о самореференциальной модели обсуждается физиками Сарой Уокер и Полом Дэвисом в статье '[Неподдающаяся проблема жизни](#)'. В ней признается обсуждаемая проблема:

‘То, что мы называем «неподдающейся проблемой жизни» связано с выявлением реального физического механизма, который позволяет информации приобретать каузальную силу над материей. Этот взгляд не вписывается в наши современные подходы к физике.’

В духе статьи Голденфельда и Вёзе рассматривается возможность введения закона физики, который зависит от состояния системы:

‘мы должны отказаться от понятия фиксированных законов, когда речь заходит о живых и сознательных системах.’

Уокер и Дэвис обыгрывают идею о самореферентности на траекториях в простеньких клеточных автоматах. Они надеются использовать самореферентность системы как необходимое свойство для открытой эволюции и появления инноваций. Вполне возможно, что Фрэнсис Крик не стал бы возражать против такого решения.

Важно отметить, что это аналогично возвращению к витализму — живое нельзя объяснить при использовании законов физики для неживого; для описания живого законы неживого должны быть расширены.

См. также:

[Неумолимые законы физики](#)

[Случайность в биологии](#)

## Обсуждение

<https://evgeniirudnyi.livejournal.com/331198.html>

## Информация

Мой первый вариант обсуждения, 2018.

[К сводимости биологии к физике](#)

Daniel James Nicholson. *Organism and mechanism: A critique of mechanistic thinking in biology*. (2010).

[Организм и механизм: История витализма](#)

Шон Кэрролл, *Вечность. В поисках окончательной теории времени*, 2016.

[Шон Кэрролл об энтропии и обратимых законах физики](#)

Francis Crick, *Of Molecules and Men*, 1966.

[Фрэнсис Крик: О молекулах и людях](#)

Раздел ‘*Естественный отбор с точки зрения физики*’. В нем содержится описание статей, не включенных в этот обзор.

[Естественный отбор как объяснение?](#)

Вайскопф, В. Ф. *Связь между физикой и другими науками*. Успехи физических наук 95, no. 6 (1968): 313-334.

[Взгляд на единство науки в 1964 году](#)

Хокинг Стивен, Млодинов Леонард, *Высший замысел*, 2012.

[Стивен Хокинг о законах физики и эффективных науках](#)

С. Вайнберг, *Мечты об окончательной теории: Физика в поисках самых фундаментальных законов природы*, 2004.

[Стивен Вайнберг: Мечты об окончательной теории](#): см. раздел ‘Стивен Вайнберг о биологии и физике’

Волькенштейн, М. В. (1973). *Биология и физика*. Успехи физических наук, 109(3), 499-515.

Волькенштейн, М. В. (1984). *Сущность биологической эволюции*. Успехи физических наук, 143(7), 429-466.

Волькенштейн, М. В. (1988). *Дополнительность, физика и биология*. Успехи физических наук, 154(2), 279-297.

[М. В. Волькенштейн: Физика как основа теоретической биологии](#)

С. В. Вонсовский, *Современная естественно-научная картина мира*, 2005.

[С. В. Вонсовский: Современная естественно-научная картина мира](#)

Sabine Hossenfelder, *What is Reductionism?* April 09, 2020

[Сабина Хоссенфельдер: Экзистенциальная физика](#): см. раздел ‘Биология глазами настоящего физика’

Alex Rosenberg, *Reduction and Mechanism*, 2020

[Алекс Розенберг: Редукционизм и механизм](#)

Ричард Фейнман, *Характер физических законов*, 2014.

[Ричард Фейнман](#): см. раздел ‘Фейнман о биологии’

А. А. Марков, *Об отношении физических законов к биологическим*, в кн. *О сущности жизни*, 1964, с. 168–169.

[Взгляд на единство науки в 1964 году](#): см. второй раздел.

Мое использование аналогии игры Жизнь при рассмотрении биологической эволюции, 2014.

[Биологическая эволюция в рамках игры Жизнь](#)

Sean Carroll, *The Big Picture: On the Origins of Life, Meaning, and the Universe Itself*, 2016.

[Шон Кэрролл о сложности и эволюции](#)

Ричард Докинз, *Слепой часовщик. Как эволюция доказывает отсутствие замысла во Вселенной*, Глава 1, *Объясняя самое невероятное*.

[Ричард Докинз: Отличие биологии от физики](#)

Michael Polanyi, *Life's Irreducible Structure*, Science, New Series, Vol. 160, No. 3834 (Jun. 21, 1968), pp. 1308-1312.

#### [Майкл Поляни о несводимости структуры жизни](#)

Г. Р. Иваницкий, *XXI век: что такое жизнь с точки зрения физики*. Успехи физических наук. 2010 Apr 1;180(4):337-69.

#### [Г. Р. Иваницкий: Жизнь с точки зрения физика](#)

Мое рассмотрение саморегулируемой системы с точки зрения редукционизма, 2021.

#### [Саморегулируемая система в рамках законов физики](#)

Каклюгин А.С., Норман Г.Э., *Иерархический подход – обобщение витализма и редукционизма*, Российский химический журнал. 2000. Т. 44. N. 3. С. 7.

#### [Квантовое происхождение жизни: см. второй раздел](#)

Ernst Mayr, *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance*, 1982, Chapter 2, *The place of biology in the sciences and its conceptual structure*.

#### [Эрнст Майр о месте биологии в системе наук](#)

Любищев, А. А. *Механизм и витализм как рабочие гипотезы (опыт апологии витализма)* (1917). *Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал 22 (2021): 112-130.

#### [Механизм и витализм как рабочие гипотезы](#)

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.

#### [Жизнь — это физика: эволюция как коллективной феномен далекий от равновесия](#)

Walker, Sara Imari, and Paul CW Davies. *The 'hard problem' of life*. In: *From matter to life: information and causality* (2017): 19-37.

#### [Неподдающаяся проблема жизни](#)

## **Дополнительная информация**

[Фундаментальность биологии по Августину](#): Использование доктрины троицы Августина для доказательства фундаментальности биологии.

[Дарвин как Ньютон травинки?](#) Подборка статей на тему можно ли считать Дарвина Ньютоном травинки. Кант сомневался, что такое возможно. Эрнст Геккель заявил, что Дарвин — это Ньютон в биологии. Дискуссия продолжается.

Эрнст Мах: Анализ ощущений: Интересно отметить, что в силу позиции Маха его редукционизм основан не на физике, а на биологии. Можно даже сказать, что у Маха физика сводится к биологии.

Непоследовательный редукционизм Дэниеля Деннета: Деннет хочет совместить подчинение законам физики с автономностью естественного отбора как объяснения.

Многоуровневое обучение как основа теории эволюции: О статьях физиков Ванчурина и Кацнельсона и биолога Кунина, в которых эволюция рассматривается как обучение. Обучение в свою очередь связывается с термодинамикой (энтропия как информация).

Четыре философские позиции: Рассмотрение в несколько утрированном виде четырех философских позиций — физикализм, биологизм, теория виртуального мира и социальный конструктивизм.

Планер в игре Жизнь как пример автопоэзиса: Обсуждение анализа Рэндалла Бира. Он рассмотрел планер в игре Жизнь и показал, что в качественное описание автопоэзиса Матураной и Варелой полностью применимо в случае планера.

## **Физики и биологи**

---

26.08.2020 *Физики и биологи*

Роберт Лафлин, *Другая вселенная*, гл. 2. (Robert Laughlin, *A Different Universe*)

‘большинство биологов рассматривают одержимость физиков определенностью и точностью невыносимым ребячеством и свидетельством ограниченности их ментальных способностей. Напротив, физики рассматривают толерантность к неопределенности как оправдание второсортного экспериментирования и как потенциальный источник ложных выводов.’

<https://evgeniirudnyi.livejournal.com/237061.html>

---

Противоречивость осознания природы естествоиспытателем: из статьи

Заварзина

‘Биолог воспринимает уверенные рассуждения физика-теоретика о системе живого как исходящие из самых примитивных представлений, заимствованных из телевизионного «Мира животных», хотя с полным почтением относится к методам и понятиям, привносимым в его область знания химиками.’

‘Различие между физиком и ботаником состоит в подспудной ориентировки первого на единообразие элементарных процессов и постоянной мысли второго о многообразии сложных систем.’

---

Вольфганг Паули о неodarвинизме: раздел *‘Физики оказывают помощь биологам’*

‘Пристрастие физиков к биологии старо и ни в коем случае не безобидно. Издавно оно напоминает попытку колонизации и похоже на отношения между развитыми и развивающимися странами. В физику новое время пришло с Ньютоном. Про биологию ничего подобного сказать нельзя. Еще для молодого Дарвина Библия была важной книгой истории природы, а Аристотель в биологии оставался важным автором вплоть до 19-ого века. В силу отличия в степени развития физики стали поучать биологов, выказывая время от времени высокомерное поведение, что ощущается до настоящего времени. Выражение Канта «Ньютон травинки» отчетливо показывает, в каком направлении представлялось перевоспитание биологии.’