

Неумолимые законы физики

Е. Б. Рудный, ©, 2023, blog.rudnyi.ru/ru

Читать онлайн: <http://blog.rudnyi.ru/ru/2023/09/neumolimye-zakony-fiziki.html>

04.09.2024 Добавлены разделы Информация и Дополнительная информация.

Физика спрашивают, верит ли он в привидения. Он отвечает: ‘Конечно нет; привидения не содержат ни энергии, ни материи, и поэтому согласно законам физики они не существуют’. Затем физик задумывается и говорит: ‘Но, конечно, законы физики не состоят ни из энергии, ни из материи, и поэтому они также не существуют.’

Этот анекдот будет введением в обсуждение природы законов физики. Мы настолько привыкли к использованию законов физики при объяснении мира, что они принимаются как нерушимая часть научной картины мира. В то же время не все так просто; эта заметка посвящена внутренним проблемам понятия законов физики.

Мы начнем с истории, с возникновения идеи о законах физики в рамках научной революции 17-ого века. Все внутренние проблемы видны уже на этом этапе, но в те времена их решением являлась определенная христианская теология: Бог создал мир по законам, выраженных на языке математики.

Концепция законов физики оказалась настолько успешной, что большинство физиков используют ее по традиции, не замечая теологический характер этого понятия. Это будет продемонстрировано в разделе ‘*Физики о законах физики*’. В следующем разделе внимание будет уделено так называемой тонкой настройке вселенной.

Последний раздел будет посвящен идеям физиков, связанных с коэволюцией законов физики и вселенной. Это соответствует отходу от теологической модели законов физики, но следует сказать, что эти идеи в настоящее время находятся в зачаточном состоянии. Ссылки html показывают на заметки в блоге, где дано более подробное описание упомянутых статей и книг.

История появления законов физики

Я начну с основных положений научной революции 17-ого века, выраженных в статье историка Питера Харрисона ‘[Развитие концепции законов природы \(см. второй раздел заметки\)](#)’:

- Христианский платонизм принес веру в реальность математических соотношений.
- Математика как продукт божественного разума.
- Космос как машина, созданная Богом, на основе математических законов.
- Кульминация в работе Исаака Ньютона *Математические начала*

натуральной философии. Теперь математика служит основой натурфилософии.

- Математические законы наложены на природу непосредственно суверенным Богом.

Сказанное можно проиллюстрировать высказываниями Галилея и Декарта (из книги [Дмитриева *Упрямый Галилей*](#)):

Галилей: ‘Законы природы неизменны, и в этом смысле неизменна сама природа. Бог, разумеется, может создать иную природу, но, будучи созданной, она уже остается сама собой. Она не может отличаться от того, что она есть.’

Декарт: ‘именно Бог учредил эти законы в природе, подобно тому как король учреждает законы в своем государстве.’

К этому добавлю цитату Кеплера, которая приведена в статье Харрисона. Важно отметить, что научным революционерам 17-ого века требовалось преодолеть существовавшее предубеждение против использования математики в натурфилософии. Для этого Кеплер подчеркивает связь между математикой и материей путем обращения к Богу:

‘В этих главах я восстанавливаю против себя физиков [то есть натурфилософов], поскольку я вывожу естественные свойства планет из нематериальных вещей и математических фигур. ... Я хочу коротко ответить следующим образом: нельзя запретить Богу-Творцу в придании полномочий и назначении сфер по отношению к вещам, которые являются нематериальными или основаны на воображении, поскольку Бог является разумом и делает то, что он захочет.’

К сказанному выше надо добавить веру в разум человека, который может понять законы природы, установленные Богом. Стивен Тулмин в книге ‘[Человеческое понимание](#)’ выразил это обстоятельство таким образом:

‘В свою очередь этот порядок интерпретировался как проявление разумности и предвидения творца, потому что как можно было его понять, если не в качестве воплощения обдуманного замысла? И так, первой обязанностью благочестивого ученого (или «христианского ученого») было открывать неизменные законы природы. Таким образом, четыре различные концепции сходились в одном пункте научной веры: моральная законность научного исследования покоилась на открытии рациональных законов природы, а сотворение мира Богом было постоянным доказательством его исторической неизменности.’

В настоящее время концепция законов физики воспринимается как сама собой разумеющаяся, но в те времена потребовались большие усилия по убеждению современников в правильности такого пути. В этой связи Дмитриев в книге про Галилея приводит реакцию китайцев:

‘Речь идет о реакции китайских мудрецов на полученные ими от миссионеров сообщения о первых достижениях новой европейской науки. «Мудрецы нашли саму идею науки абсурдной, поскольку, хотя повелителю поднебесной и дано устанавливать законы и требовать их исполнения под угрозой наказания, исполнять законы и подчиняться им дано лишь тем, кто способен эти законы “понять”, а “дерево, вода и камни”, о которых толкуют мистификаторы-европейцы, очевидно этим свойством “понятливости” не обладают: им нельзя приписывать законы и от них нельзя требовать их исполнения.’

Интересно отметить, что когда Ньютон предложил закон тяготения, он осознал, что планеты не только притягиваются к Солнцу, но также взаимодействуют между собой. В результате Ньютон решил, что солнечная система нестабильна, но это обстоятельство его не смутило. Как добропорядочный христианин он считал, что Бог следит за своим творением, поэтому при необходимости Он подправляет движение планет. См. [Ньютон, Бог и стабильность солнечной системы](#).

Физик Пол Дэвис в статье [‘Вселенная из битов’](#) хорошо выражает теологический характер законов физики:

‘Ортодоксальный взгляд на законы физики содержит длинный список свойств, принимаемых по умолчанию. Законы рассматриваются как вечные, неизменные, действующие с бесконечной математической точностью. Физические законы выходят за пределы вселенной и были напечатаны на вселенной снаружи в момент ее создания. Физический мир подвержен влиянию законов, но сами законы не зависят от того, что происходит во вселенной. Нетрудно увидеть, что данная картина произошла от монотеизма, где рациональное создание создало вселенную согласно набору идеальных законов. Асимметрия между неизменными законами и зависящими состояниями вселенной соответствует асимметрии между Богом и природой. Вселенная в ее существовании зависит от Бога, в то же время как Бог не зависит от вселенной.

Без всякого сомнения ортодоксальная концепция законов физики произошла напрямую из теологии. Самое удивительное, что данная точка зрения осталась без изменения даже после трехсотлетнего развития светской науки. «Теологическая модель» законов физики так укоренилась в сознании ученых, что она рассматривается просто как сама собой разумеющаяся.’

В завершение этого раздела выпишу основные положения, связанные с теологическим характером законов физики:

- Законы физики есть математические уравнения
- Движение материи подчиняется законам физики

- Законы физики приписаны вселенной извне

Физики о законах физики

Ниже без комментариев высказывания физиков о законах физики. Видно, что Пол Дэвис прав — современные физики не осознают теологический характер понятия законов физики.

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

‘Но первым, кто четко и строго сформулировал понятие законов природы в нашем нынешнем представлении, стал французский ученый Рене Декарт (1596–1650).

Декарт полагал, что все физические явления следует объяснять в терминах столкновения движущихся масс, управляемых тремя законами — предтечами знаменитых ньютоновских законов движения. Он утверждал, что эти законы природы действуют всегда и везде, и категорично заявлял, что подчинение им не предполагает наличия разума у этих движущихся масс.’

С. Вайнберг, [Мечты об окончательной теории: Физика в поисках самых фундаментальных законов природы](#)

‘Как физик, я воспринимаю научные объяснения и законы как вещи, которые таковы, каковы они есть, и которые нельзя выдумать, поэтому мое отношение к этим законам не так уж отличается от моего отношения к стулу. Поэтому я жалую законам природы (по отношению к которым сегодняшние законы — всего лишь приближения) честь быть реальными.’

‘Моя точка зрения заключается в том, что окончательная теория существует, и мы способны ее открыть.’

С. Вайнберг, [Объясняя мир. Истоки современной науки](#)

‘Математика – это средство, с помощью которого мы выводим следствия физических законов. Более того, это незаменимый язык, на котором излагаются сами физические законы. Она часто пробуждает новые идеи в области естественных наук, и, в свою очередь, нужды науки часто подталкивают развитие математики.’

‘Я узнаю многие черты науки моего времени: поиск объективных законов, выраженных математически, которые позволяют предсказывать широкий спектр явлений и подтверждены сравнением этих предсказаний с наблюдением и экспериментом.’

‘Цель этого эпилога – подчеркнуть только одну мысль: с прогрессом, достигнутым в науке после Ньютона, начала вырисовываться примечательная картина – выяснилось, что мир управляется законами

природы, гораздо более простыми и унифицированными, чем это можно было представить во времена Ньютона.’

Брайан Грин, *До конца времен: Сознание, материя и поиск смысла в меняющейся Вселенной*

‘Все в этом мире может быть описано в терминах фундаментальных составляющих природы, подчиняющихся ее фундаментальным законам.’

‘Чтобы описать состояние мира в данный момент, я привожу информацию, которая описывает конфигурацию всех пляшущих частиц и волнообразных полей, пронизывающих пространство. Законы физики принимают эту информацию в качестве входящей и выдают на выходе информацию, определяющую состояние мира несколько позже.’

‘Долгое время после завершения мысли, когда во Вселенной уже не останется думающих существ, которые могли бы это заметить, законы физики будут продолжать заниматься тем, чем они занимались всегда, — определять и разворачивать реальность.’

Физики о проблеме тонкой настройки вселенной

Современные законы физики содержат фундаментальные постоянные. В ходе обсуждения космологии ряд ученых обратили внимание, что небольшие изменения численных величин фундаментальных постоянных ведут к образованию вселенной, в которой невозможно возникновение жизни. Это дало повод к интерпретации этого факта в духе естественной теологии, что не могло оставить равнодушными физиков, предпочитающих натурализм.

Наиболее распространенным ответом является апелляция к антропному принципу, основанному на представлении о существовании неисчислимого количества параллельных вселенных с разными значениями фундаментальных постоянных. Например, Хокинг и Млодинов в книге *‘Высший замысел’* пишут таким образом:

‘Такой ответ [проектировщик — Бог] не устраивает современную науку. В главе 5 мы уже говорили о том, что наша Вселенная, видимо, одна из многих, и у каждой из них — свои законы. Эта идея о мультивселенной не была изобретена специально для объяснения чуда точной настройки. Она, подобно множеству других теорий современной космологии, проистекает из условия безграничности. Если это так, то она уменьшает сильный антропный принцип до слабого, помещая точные настройки физических законов на один фундамент с факторами внешней среды, поскольку это означает, что место нашего обитания в космосе — а теперь уже вся обозримая Вселенная — является лишь одним из многих, подобно тому как и наша Солнечная система лишь одна из многих. Это означает, что как совпадения факторов внешней среды для нашей Солнечной системы не представляют собой ничего особенного,

поскольку существуют миллиарды подобных систем, так и точная настройка законов природы может быть объяснена существованием множества вселенных.’

Другой возможный ответ связан с ситуацией, когда окончательная теория является таковой по необходимости. На языке теологии это соответствует неприемлемому для христианства утверждению, что у Бога не было выбора при создании мира — Он был обязан использовать именно эти законы, поскольку другие законы физики невозможны. В рамках существующих теорий физики такое утверждение невозможно, но некоторые физики предполагают, что окончательная физическая теория будет обладать такими свойствами. Например, Вайнберг в книге *‘Мечты об окончательной теории: Физика в поисках самых фундаментальных законов природы’* говорит таким образом:

‘С моей точки зрения, лучшее, на что можно надеяться, — это доказать, что окончательная теория, не будучи логически неизбежной, все же логически изолирована. Иными словами, может оказаться, что хотя мы всегда сможем представить другие теории, полностью отличные от истинной окончательной теории (вроде скучного мира частиц, управляемых законами ньютоновской механики), обнаруженная нами окончательная теория будет настолько жесткой, что любая попытка хоть чуть-чуть ее изменить будет приводить к логическим противоречиям. В логически изолированной теории каждая константа природы может быть вычислена из первых принципов, малое изменение значения любой константы разрушит согласованность теории. Окончательная теория будет напоминать кусок дорогого фарфора, который невозможно согнуть, не разрушив. В этом случае, хотя мы и не будем знать, почему окончательная теория верна, мы будем, основываясь на логике и чистой математике, знать, по крайней мере, почему истина выглядит так, а не иначе.’

Другая попытка объяснения тонкой настройки вселенной предпринята [Ли Смолиным](#) с опорой на циклическую космологию. Идея Смолина основана на том, что сложность вселенной можно связать с числом черных дыр; что черные дыры ведут к образованию новых вселенных; и что константы, входящие в физические законы, при образовании новых вселенных из черных дыр несколько меняются. Таким образом, вселенные с меньшим количеством черных дыр (более простые вселенные) оставят меньшее количество потомков, то есть, есть надежда на то, что возникающая обратная связь неизбежно приведет к сложной вселенной, в которой могла бы возникнуть жизнь и в которой могли бы появиться ученые, которые в конце концов разгадают тайну появления такой вселенной.

Физики о коэволюции законов физики и вселенной

Обсуждение выше тем не менее не затрагивает основных вопросов природы

законов физики. Ниже будут рассмотрены попытки физиков избежать разделения на вселенную и законы физики. В качестве точки отсчета можно взять позицию Чарльза Пирса, который считал законы привычками: законы не даны вселенной, они образовались в ходе развития вселенной. Правда, в основе мироздания у Пирса находился разум:

‘Материя — это просто омертвевший разум по мере развития привычек до такой степени, что их уже нельзя изменить.’

Хотя непосредственное использование метафизики Пирса не представляется возможным, идея коэволюции законов и вселенной находит отклик в сердцах ряда физиков. Так, физик Джон Уилер в статье [‘Информация, физика, квант — поиск связей’](#) вводит понятие основанной на участии вселенной (participatory universe). Уилер хочет уйти от бесконечного регресса, связанного с метафорой башни из черепашек. Метафора связана с ответом одной дамы на вопрос на чем держится Земля: ‘Земля держится на черепахе, черепаха — на другой черепахе, та — тоже на черепахе, и так все ниже и ниже’. Метафора символизирует бесконечный регресс в попытке найти заключительное объяснение. Уилер считает, что одним из решений может быть введение кругового объяснения: Физика приводит к наблюдателю, наблюдатель к информации, информация к физике.

Физик Пол Дэвис в статье [‘Природа законов физики и их странное дружелюбие к жизни \(второй раздел заметки\)’](#) опирается на мысленный эксперимент ‘с отложенным выбором’ Джона Уилера: измерение изменяет прошлые состояния частицы, причем измерения сегодня могут изменить состояния частицы в момент не очень удаленный от Большого Взрыва. Пол Дэвис дополнил мысленный эксперимент предположением, что физические законы не определяют Большой Взрыв, а устанавливаются в последующем развитии. Разум проводит измерения, которые меняют состояния частиц в ходе Большого Взрыва и соответственно сами физические законы. В результате мы имеем то, что имеем. Во-первых, разум, во-вторых, законы физики, которые разрешают разуму образоваться в ходе эволюции вселенной.

Также можно упомянуть книгу Ли Смолина [‘Возвращение времени: от кризиса физики к будущему вселенной’](#). В ней Смолин обсуждает возможность изменения законов физики по ходу развития вселенной. Правда, решений в книге не видно. Некоторое решение предлагается в статье [‘Самообучающаяся вселенная’](#) (среди авторов Ли Смолин, а четверо работают в том числе на Микрософт). Авторы статьи черпают вдохновение из биологии. Предполагается, что биология дает оптимальный пример объяснения, который следует в данном случае рассматривать как идеал. В ходе эволюции все получается само по себе и для объяснения происходящего законы физики не требуются. Нечто подобного хотят достичь авторы статьи при объяснении тонкой настройки вселенной — все произошло самопроизвольно. Должен признаться, что я не смог уследить за ходом мысли.

В заключение отмечу статью [‘Единая эволюционная теория Дарвина для физических и биологических систем, второй раздел заметки’](#) физика Карлоса Баладрона (Carlos Baladrón) и математика Андрея Хренникова. Они хотят одновременно решить целый ряд проблем фундаментальной физики:

- Биологические системы должны стать естественным расширением физических систем;
- Законы физики должны получиться в ходе эволюции динамической системы;
- Информация должна интерпретироваться как полезность при достижении стабильности или выживаемости агента;
- Квантовомеханическое поведение (включая запутанность) должно появиться как результат оптимизации прошлых, настоящих и ожидаемых потоков информации при достижении стабильности системы.

Предлагаемая онтология, правда, выглядит несколько экстравагантной. Фундаментальная физическая система, движущаяся по определенной траектории, совмещена с машиной Тьюринга, исполняющей программу, и с генератором случайных чисел. Таким образом, все время происходит взаимодействие между физическим и информационным пространствами. В результате с прагматической точки зрения фундаментальную физическую систему можно рассматривать как агента. Предполагается, что программа машины Тьюринга меняется в ходе эволюции физической системы и что именно дарвиновская эволюция обеспечит оптимальную стратегию изменения программы.

Продолжение: [Цифровая физика](#)

См. также: [Законы физики и биология](#)

Информация

Harrison, Peter. «*The development of the concept of laws of nature.*» In *Creation: law and probability* (2008): 13-36.

[Стивен Тулмин: Три аксиомы в традициях XVII столетия](#): см. второй раздел *‘Суверенный Бог и законы природы’*

И. С. Дмитриев, *Упрямый Галилей*, 2015.

[Галилей и Декарт](#)

Stephen Toulmin, *Human Understanding: The Collective Use and Evolution of Concepts*, 1972.

[Стивен Тулмин: Три аксиомы в традициях XVII столетия](#)

Paul Feyerabend, *The Tyranny of Science*

[Ньютон, Бог и стабильность солнечной системы](#)

Paul Davies, *Universe from Bit*, in *Information and the Nature of Reality: From Physics to Metaphysics*.

[Законы физики, реальность и монотеизм](#)

Стивен Хокинг, Леонард Млодинов, *Высший замысел*, 2017.

[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](#)

С. Вайнберг, *Объясняя мир. Истоки современной науки*, 2015.

[Вайнберг: Объясняя мир. Истоки современной науки](#)

Брайан Грин, *До конца времен: Сознание, материя и поиск смысла в меняющейся Вселенной*, 2021.

[Абсолютные предпосылки Брайана Грина](#)

Andy Gardner and Joseph P. Conlon. *Cosmological natural selection and the purpose of the universe*. Complexity 18, no. 5 (2013): 48-56.

[Биолог помогает космологам](#)

John A. Wheeler. (1990) *Information, Physics, Quantum: The Search for Links*. In W. Zurek (ed.), Complexity, Entropy and the Physics of Information. p. 3 — 28.

[Джон Уилер: Информация, физика, квант — поиск связей](#)

Paul Davies, *The nature of the laws of physics and their mysterious biofriendliness*, Euresis Journal 5, 117-138 (2013)

[Законы физики, реальность и монотеизм](#): см. второй раздел ‘Обратная связь между разумом и законами природы’

Lee Smolin, *Time Reborn: From the Crisis in Physics to the Future of the Universe*

[Физик в тисках метафизики](#)

Stephon Alexander, William J. Cunningham, Jaron Lanier, Lee Smolin, Stefan Stanojevic, Michael W. Toomey, Dave Wecker, *The Autodidactic Universe*, Submitted on 29 Mar 2021.

[Самообучающаяся вселенная](#)

Baladron, C. and Khrennikov, A., 2017. *Outline of a unified Darwinian evolutionary theory for physical and biological systems*. Progress in biophysics and molecular biology, 130, pp.80-87.

[Самообучающаяся вселенная](#): см. второй раздел ‘Единая эволюционная теория Дарвина для физических и биологических систем’

Дополнительная информация

Окказионализм и законы природы: Информация из диссертации Кротова *‘Мальбранши и картезианство’*. Описание основных идей окказионализма Мальбранша. Бог как причина всех изменений в физическом и духовном мире.

Пригожин и Стенгерс: Порядок из хаоса: Обратимые во времени законы физики и стрела времени. Разное отношение физиков к этой проблеме — от необходимости изменений в законах физики до субъективности энтропии.

Федор Михайлович о законах природы и свободе воли: Цитаты из повести Достоевского *‘Записки из подполья’*. Законы природы глазами маленького человека.

Наука физика — она одна про реальные законы: Обсуждения с пользователями ЖЖ на тему законов физики. Спектр ответов крайне широк — от того, что люди придумывают законы физики, до того, что законы физики определяют жизнь людей.

Фальсифицируемость существования законов природы: Обсуждение фальсифицируемости утверждения *‘Физические законы управляют всем, включая тело и мозг человека’*. Доказывается, что это является абсолютной предпосылкой в духе Коллингвуда.

Законы физики и экспериментальная наука: Обсуждение позиции экспериментальной науке в ходе ответа на вопросы *chaource* о законах физики в ЖЖ. Движение планет и Солнца и законы механики. Ученые и уравнение состояния идеального газа.

Обсуждение

<https://evgeniirudnyi.livejournal.com/335670.html>