



**КОСМОС
НА ЛАДОНИ**

**ЛУЧШИЕ КНИГИ
ПРО ВСЕЛЕННУЮ**

PETER ATKINS

CONJURING
THE
UNIVERSE

THE ORIGINS OF THE LAWS OF NATURE

ПИТЕР ЭТКИНС

В НАЧАЛЕ БЫЛО

НИ

ЧТО

**ПРО ВРЕМЯ, ПРОСТРАНСТВО,
СКОРОСТЬ И ДРУГИЕ
КОНСТАНТЫ ФИЗИКИ**

 **БОМБОРА**
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва 2024

УДК 5
ББК 20
Э89

CONJURING THE UNIVERSE:
THE ORIGINS AND LAWS OF NATURE,
FIRST EDITION

by Peter Atkins

© Peter Atkins, 2018

Эткинс, Питер.

Э89 В начале было ничто. Про время, пространство, скорость и другие константы физики / Питер Эткинс ; [перевод с английского К. Л. Масленникова]. — Москва : Эксмо, 2024. — 272 с. — (Космос на ладони. Лучшие книги про Вселенную).

ISBN 978-5-04-143534-9

Как расколдовать Вселенную? Для этого достаточно понять, что лежит в ее основе. Питер Эткинс, написавший за свою долгую жизнь не один учебник химии, берется нам в этом помочь. На страницах его книги мы проникнем на территорию механики, термодинамики и электромагнетизма, поразмышляем о роли математики в формулировании законов природы и не без удивления узнаем, что в момент возникновения Вселенной ничего особенного не случилось.

**УДК 5
ББК 20**

ISBN 978-5-04-143534-9

© Масленников К.Л.,
перевод на русский язык, 2023
© Оформление.
ООО «Издательство «Эксмо», 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	9
1. Назад в вечность. <i>Природа законов.</i>	11
2. Много шума из ничего. <i>Как из ничего возникают законы</i>	35
3. Власть анархии. <i>Как законы возникают из отсутствия законов</i>	66
4. Вырвалось сторяча. <i>Законы, связанные с температурой.</i>	93
5. За пределами анархии. <i>Почему все происходит.</i>	122
6. Творческая сила неведения. <i>Как материя отвечает на изменения.</i>	151
7. Атака легкой кавалерии. <i>Законы электричества и магнетизма</i>	171
8. Мера за меру. <i>Происхождение фундаментальных постоянных</i>	195
9. Взывая к глубинам. <i>Почему математика работает.</i>	226
Примечания	246
Алфавитный указатель	266

*Ведь всякое знание и удивление
(которое является зерном знания)
сами по себе доставляют удовольствие.*

Фрэнсис Бэкон.
О достоинстве и приумножении наук.
1623*

* Бэкон Ф. Сочинения. В 2 т. Т. I / Перевод Н. А. Федорова. М.: Мысль (Философское наследие), 1971. 590 с. С. 87–546. (*Прим. пер.*)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Некотрые представляют себе, что все в мире управляется поразительно пронырливым и вездесущим, хотя и бесплотным Создателем, активно вникающим в судьбу каждого отдельного электрона, кварка и фотона. Все мое существо инстинктивно восстает против этого нелепо расточительного механизма, а вслед за инстинктом его не приемлет и разум. На страницах этой книги я раздумываю, нельзя ли взглянуть на то, что происходит в мире, проще. В конце концов, дело ученых — добывать простоту из сложности. Они, как правило, предпочитают менее запутанные объяснения. Я исследую самые укромные закоулки на этом пути к простоте и настаиваю на том, что законы природы — итоги наших представлений о движущих силах мира — возникли самым простым из всех возможных способов. Я утверждаю, что они появляются не из чего иного, как из бездействия и анархии, приправленных там и сям крупницей неведения.

Предисловие

Область своих рассуждений я ограничил самым обычным кругом вопросов. Я проведу вас через владения механики (как классической, так и квантовой), термодинамики и электромагнетизма. С несколько меньшей уверенностью, но, надеюсь, все в том же подстегивающем мышление стиле, я буду вашим проводником в области происхождения фундаментальных постоянных, а в заключение мы поразмышляем о деятельности математики в формулировании законов природы и о том, что в математике, возможно, проявляется глубокая структура реальности. То, что я пишу, отчасти представляет собой лишь предположения и догадки, — ведь наука все еще не пришла к полному пониманию природы, несмотря на впечатляющий прогресс, достигнутый за последние три столетия серьезных исследований. Если вам кажется, что некоторым моим высказываниям требуются более глубокие подтверждения, вы найдете их в разделе «Примечания» в конце книги, где я устроил укромный уголок для хранения уравнений.

Надеюсь, что на страницах этой книги я дал ответ на вопросы, которые, возможно, приходили вам в голову, но так и остались нерешенными, и что мои слова откроют для вас поразительную простоту этого восхитительно сложного мира.

Питер Эткинс
Оксфорд, 2017

1

Назад в вечность

Природа законов

Я должен подготовить ваше сознание к мысли настолько абсурдной, что она может даже оказаться истинной. На протяжении всей истории наука развивается через ряд революций, иногда называемых «сменами парадигмы», когда то, что прежде считалось соответствующим здравому смыслу или просто было господствующим представлением, сменяется чем-то кажущимся ближе к истине. Один из примеров — Аристотель, другой — Коперник.

Сидя в своем мраморном кресле и наблюдая за полетом стрел, Аристотель заключил, что их подталкивают вперед образующиеся за ними завихрения воздуха. А видя, как волы, напрягаясь от усилий, тащат тяжелые повозки, он сделал и более общий вывод: движение необходимо постоянно поддерживать, прикладывая силу. Галилей, а вслед за ним Ньютон, обдумав влияние воздуха на стрелу и грязи на колеса повозки, заменили точку зрения Аристотеля на противоположную: движе-

ние продолжается само по себе, без приложения силы; сила нужна, чтобы его прекратить или изменить. Воздух тормозит полет стрелы. Аристотель не мог знать, что в вакууме, где никаких поддерживающих завихрений не образуется, стрела летела бы быстрее. И если бы у него была такая возможность, он бы заметил, что повозке на льду не нужны волю, чтобы двигаться, — ее колеса не вязнут в грязи. Коперник, как всем известно, произвел космическую революцию, — отказавшись от очевидного любому здравомыслящему человеку представления о ежедневном обращении Солнца вокруг Земли и заменив его идеей о центральном неподвижном Солнце, вокруг которого обращается крутящаяся, как волчок, Земля, он кардинально упростил картину мира (что всегда указывает на приближение к истине).

Интеллектуальные революции, случившиеся в начале XX века, — в сравнении с ними меркнут происходившие и тогда же, и столетием раньше политические катаклизмы, — привели к более тонким, но не менее фундаментальным переменам. От привычного представления об одновременности событий пришлось отказаться после 1905 года, когда Альберт Эйнштейн (1879–1955) изменил наши представления о пространстве и времени, слив эти понятия в единое «пространство-время». Время растворилось в пространстве и пространство во времени, причем оказалось, что степень этого растворения зависит от скорости наблюдателя. В переплетенных времени и пространстве движущиеся друг относительно друга наблюдатели неспособны

решить, являются ли два события одновременными. Столь фундаментальный пересмотр всей схемы описания наших действий и восприятий мог бы показаться слишком дорогой платой за понимание законов природы, — но и здесь оказалось, что Эйнштейн решительно упростил математическое описание физического мира. Для объяснения явлений больше не нужно было склеивать искусственные конструкции из концепций ньютоновской физики — эти объяснения естественно вытекали из идеи слияния пространства и времени.

Приблизительно в эти же годы новоиспеченная разновидность физиков-теоретиков, занимавшихся теорией квантов, преобразовала физическое мышление и в другом направлении. Эти физики показали, что Ньютон заблуждался и в другом отношении и что даже переход, совершенный Эйнштейном от ньютоновской физики к новой концепции «пространства-времени», в корне ошибочен. Хотя Ньютон и сумел избавиться от представления о том, что какая-то грязь всегда будет мешать движению нашей повозки, он все-таки попал в ловушку крестьянского здравого смысла, согласно которому, чтобы определить путь повозки, необходимо учесть и ее нынешнее положение, и скорость. Классические физики, и даже те, кто уже приспособился к мысли о том, что мы живем в пространстве-времени, были ошеломлены, когда оказалось, что и от столь очевидного положения придется отказаться. В массовом представлении символом этого отказа стал принцип неопределенности, сформулированный

в 1927 году Вернером Гейзенбергом (1901–1976). Согласно этому принципу положение и скорость объекта не могут быть известны одновременно. Казалось, все надежды на понимание природы рухнули, — исчезло то, что принималось за основу всех ее механизмов или по крайней мере за основу их описания. Ниже в этой книге я приведу аргументы против этой точки зрения — я покажу, что принцип Гейзенберга вовсе не лишает нас перспективы понимания и полного описания мира.

Но худшее еще ждало впереди (хотя, как это часто случается с глубокими концепциями, на деле оно было «лучшим», а «худшим» лишь казалось). На уровне здравого смысла всегда можно было без колебаний отличить частицы от волн. Частицы представлялись крохотными твердыми пульками; волны колебались. Но революция, которая до оснований потрясла представления о строении материи, свела эти различия на нет. Одним из первых примеров стало сделанное в 1897 году Дж. Дж. Томсоном (1856–1940) открытие электрона. Он обладал всеми атрибутами частицы, но в 1911 году сын первооткрывателя, Дж. П. Томсон (1892–1975) вместе с сотрудниками показал, что электрон имеет и все признаки волны! Представляю себе, как отец и сын в ледяном молчании сидели друг против друга за завтраком...

Свидетельства накапливались. Оказалось, что луч света, без сомнения, представляющий собой волну электромагнитного излучения, имеет и свойства потока частиц. Частицы начинали двигаться волнообразно при

определенных условиях производившихся наблюдений; подобным же образом и волны «собирались» в частицы. Когда в 1927 году окончательно оформилась квантовая механика — в основном благодаря Гейзенбергу, по-монашески уединившемуся на острове, и Эрвину Шредингеру (1887–1961), который, по его собственным словам, жил в это время с любимой женщиной в горах, охваченный любовной страстью, — фундаментальное различие между двумя формами материи было бесповоротно упразднено: в полном противоречии со здравым смыслом за всеми материальными сущностями, начиная с электронов, признавалась двойственная, смешанная природа. Место идентичности захватила двойственность¹.

Примеры можно было бы продолжать. Чем ярче проявляется глубокая структура мира, тем меньше здравый смысл представляется надежным источником информации. Под здравым смыслом я подразумеваю интуицию, основанную на локальном, неконтролируемом, непреднамеренном извлечении опыта из ежедневного окружения, — в сущности, непереваренную пищу в отличие от интеллектуального экстракта, полученного в результате коллективной работы многих умов, другими словами, целенаправленного, детального анализа изолированных фрагментов мирового опыта (короче, экспериментов). Все сильнее кажется, что более глубокое понимание приходит при отбрасывании все новых и новых уровней здравого смысла (конечно, с сохранением рациональности). Имея это в виду, — и в надежде, что ваш ум уже подготовлен к отказу от