

УДК 001(091)  
ББК 72.3  
Б45

**Scott Bembenek**  
**THE COSMIC MACHINE**  
**The Science That Runs Our Universe and the Story Behind It**  
Original English language edition published by Zoari Press,  
San Diego, CA, USA.  
All rights reserved.

Все права защищены.  
Нарушение прав автора, правообладателя, лицензиара  
влечет привлечение виновных к ответственности

**Бембенек, С.**  
Б45      **Механизм Вселенной: как законы науки управляют миром и как мы об этом узнали / Скотт Бембенек ; пер. с англ. А. Зимнякова, Н. Уткина. — Москва : Издательство АСТ, 2019. — 416 с. — (Удивительная Вселенная).**

ISBN 978-5-17-119799-5

Обладатель ученой степени в области теоретической химической физики, старший научный сотрудник исследовательской группы по разработке новых лекарств Скотт Бембенек в лучших традициях популярной литературы рассказывает, как рождались и развивались научные теории.

Эта книга — уникальное сочетание науки, истории и биографии. Она доступным языком рассказывает историю науки от самых ранних научных вопросов в истории человечества, не жертвуя точностью и корректностью фактов.

Читатель увидит:

- как энергия, энтропия, атомы и квантовая механика, составляющие основу нашей Вселенной, управляют миром, в котором мы живем;
- какой трудный путь прошло человечество, чтобы открыть законы физических явлений;
- как научные открытия (и связанные с ними ученые) сформировали мир, каким мы его знаем сегодня.

**УДК 001(091)**  
**ББК 72.3**

ISBN 978-5-17-119799-5 (рус.)  
ISBN 978-0-9979341-0-6 (англ.)

© Scott Bembenek 2017  
© Оформление.  
ООО «Издательство АСТ», 2019

# Предисловие

Я работал над «финальной версией» этого манускрипта, «в последний раз» пробегая глазами по тексту (я много раз говорил себе это и почему-то каждый верил своим словам), и вздыхал; и в этот раз мне удалось. Началом тернистого пути к написанию моей первой научно-популярной книги, или, как я ее называю, «научной истории», стал короткий разговор с моим другом. Друг рассказал мне о чем-то за авторством популярного писателя, что они прочитали. Я был заинтригован — не столько самой темой (честно, я забыл и писателя, и произведение), а скорее тем, насколько это взволновало моего друга. Будем честны: у большинства людей наука не часто вызывает интерес.

Поскольку я и сам ученый, мне было исключительно приятно увидеть восторг моего друга; я захотел и сам дарить другим моменты научных озарений.

Кроме того, современная научно-популярная литература не приняла или просто проигнорировала многие заслуживающие внимания научные открытия, и это я также хотел бы осветить в своей работе.

Эти размышления и заставили меня написать научно-популярную книгу. Таким образом, в августе 2009 года я отправился в свое путешествие. Сперва я думал, что смогу закончить этот проект за два года. Однако за следующие два года произошло множество вещей. Мою левую руку парализовало в результате несчастного случая на тренировке по боевым искусствам, но я все равно продолжал писать, до операции и во время почти двухлетнего восстановления после нее, хотя и гораздо медленнее. Я женился и участвовал в четырех церемониях (две проходили в Сан-Диего, одна в Висконсине и одна в Китае). Взял больше обязанностей на работе (я все еще работаю на основной работе). Потерял маму. И стал отцом. Конечно, все эти факторы, несомненно, замедляли мою работу, но все равно они не были главными причинами.

У меня было определенное видение этой книги, и я отказался издавать ее, пока не реализую задуманное. Вместе с моим обсессивно-компульсивным расстройством и долей перфекционизма это привело к тому, что срок работы значительно вырос. Тем не менее я думаю, что это стоило того (надеюсь, и вы тоже так считаете).

Насколько я вижу, главный камень преткновения популярности науки — ее подача. Часто ее преподносят очень сухо, даже скучно. Многие из вас посещали такие уроки в школе, смотрели такие видео, слушали такие беседы... и я тоже. Очевидно, для меня (и других ученых) такие вещи не были помехой — в конце концов, мы стали учеными. Несомненно, и мы порой находили некоторые вещи скучными (да, ученые тоже люди), в то время как другие аспекты были поистине захватывающим. Для меня итог таков: наука — это моя страсть.

Мое увлечение наукой началось в совсем юном возрасте, примерно в 5 лет. Тогда «наукой» считались эксперименты над насекомыми и различными садовыми земноводными (исключительно гуманные!), проводимые с помощью разобранных электроприборов. Я и правда никогда не забуду, как во втором классе я пришел в нашу (очень маленькую) школьную библиотеку, чтобы прочитать книгу о том, что такое электричество и как оно работает. Совершенно обескураженный библиотекарь поинтересовался: «Может, лучше считаешь книгу с интересной историей?», на что я ответил: «Неа».

Большую часть моего детства я страдал от довольно тяжелых форм аллергии и астмы, из-за которых пропустил много школьных уроков. Вот как выглядела моя академическая жизнь в то время: я оставался дома, мама брала мою домашнюю работу у учителей, и я делал ее из дома — такое домашнее обучение, если угодно. Я помню, что всегда работал с удвоенной силой, когда доходило до точных наук и математики. Наверное, можно сказать, что наука помогала мне в трудные школьные годы, предоставив перспективы во взрослой жизни — и с тех пор оставалась со мной.

Как видите, я уже довольно долго занимаюсь наукой, официально — с 1997 года, когда я получил кандидатскую степень в теоретической химической физике. Как я и сказал, я стал ученым, потому что к этому у меня была страсть. Меня привлекает то, как она позволяет видеть мир, как она помогает вам понять его и размышлять о нем. Я считаю, что эта уникальная перспектива открыта для всех, неважно, ученый вы или нет.

Моя цель в этой книге проста: сделать главные аспекты физики и химии более понятными для читателя и, таким об-

## Предисловие

разом, вызвать интерес к науке — или, еще лучше, желание заняться ей. Я часто слышу, что наука не для всех. Несомненно, не у всех возникнет такое влечение к науке, как у меня, но я все еще думаю, что науке есть что предложить каждому. Короче говоря, эта книга — моя попытка помочь вам отыскать в науке нечто для себя.

# Благодарности

Создание книги — не «приключение» для одиночки. Этот нелегкий путь помогают пройти друзья и семья — люди, которым я бы хотел выразить благодарность.

Я хотел бы благодарить свою маму, которая вынесла бесчисленные «научные эксперименты» (также известные как «проект недели»), когда я был ребенком. Благодаря им я мог всюду наслаждаться моим увлечением — наукой.

Я хотел бы выразить благодарность моей дорогой Софии. Я только-только начал писать эту книгу, когда мы встретились. Она поддерживала меня в течение всей работы и помогла закончить книгу, чтобы поскорее увидеть ее. Я бесконечно благодарен.

Несколько человек прочитали различные версии этой рукописи и дали на нее превосходную обратную связь: Захари Бахман, Элизабет Нгуен, Рути Шварцберг, Николас Эвергэйтс, Фрэнк Акс, Джесс Беренс и Скотт П. Браун. Я хотел бы выразить особую благодарность Эрику Шиптону за время, потраченное на критический обзор научных аспектов рукописи. Наконец, я благодарю тех, кто поддерживал меня все эти годы, в частности Джима Даля, Робба Хэнкинса, Марти Дженкинса и Кэйси Чаа.

# Введение

Эта книга не учебник, поэтому ее изложение — не единое целое. В конце глав вы не найдете задачи и упражнения; нет там и строгих выводов, ссылки на них я оставляю в библиографии. Книга написана как «научная история». Я описываю истории научных открытий и биографии ученых, чтобы превратить реальную науку на всем ее пути в увлекательный рассказ. Это позволит вам познакомиться с «ключевыми игроками» истории науки, с тем, с чем они боролись в свое время (лично и с научной точки зрения), и с сегодняшним подходом к научным феноменам.

Книга разделена на четыре основных части:

- энергия;
- энтропия;
- атомы;
- квантовая механика.

Я выбрал именно их, потому что, на мой взгляд, это наиболее важные (если не самыми важные) темы физики с химией. Если вы понимаете их, то можете далеко пойти в науке. Они также и самые интересные, по моему скромному мнению.

Эти четыре ключевых темы очень глубокие, и я разделил их на части и главы, чтобы сделать материал очень доступным. Вы не обязаны начинать с первой темы; читайте откуда хотите. Однако я рекомендовал бы закончить одну тему, перед тем как перейти к другой. Дело в том, что каждая часть (в основном) самодостаточна, но при этом связана с другими темами, затронутыми в книге. Таким образом, вы можете подробно разобраться в каждой конкретной теме отдельно и углубить свои знания, изучив ее связь с другими главами. Для тех из вас, кто хочет знать только «формальные области» физики и химии, которые затрагивает книга — это классическая механика, термодинамика, статистическая механика, кинетическая теория, квантовая механика, и многое другое.

Вы заметите, что в моей книге множество сносок. Сколько бы материала я ни охватывал, всегда хочется подробнее обсудить некоторые темы. В этом случае я решил, что дополнения будут уместнее в качестве сноски, а не основного текста. Информация в сносках дает не только простор для обсуждения, но и больше деталей. В некоторых случаях этот материал в сравнении с основным текстом более современный, так что он принесет чуть больше удовлетворения научным энтузиастам и опытным ученым.

Хорошо, давайте говорить о слоне в комнате или, скорее, о книге. Во всей книге я привожу несколько уравнений, в основном в главах ближе к концу книги. Честно говоря, я сомневался, стоит ли вообще вставлять какие бы то ни было уравнения. Действительно, редактор книги Стивена Хокинга предупреждал его, что каждое уравнение, которое он включит в «Краткую историю времени», вдвое снизит количество читателей. В конце концов Хокинг включил в книгу одно единственное уравнение.



Откровенно говоря, я написал текст так, чтобы он превосходно читался самостоятельно, безо всяких уравнений. Почему же тогда я все-таки включил их в повествование? Мною двигало желание проиллюстрировать, как математика и наука дополняют друг друга — вместе они часто обеспечивают наилучшее объяснение физических явлений. Ричард Фейнман красноречиво говорит об этом в «Характере физических законов»:

«Если вы хотите узнать природу, оценить ее, необходимо понять язык, на котором она говорит (*Прим. авт.* — математику). Она излагает информацию только в одной форме; мы не настолько высокомерны, чтобы требовать ее измениться, дабы мы обратили на нее внимание».

Тем не менее не стесняйтесь пропускать любое из них или даже все уравнения — вы не многое потеряете — если они тяготят вас.

Таким образом, если вы ищете интересную книгу, наполненную фактами из истории развития науки, биографиями и, собственно, наукой, то эта книга для вас. Даже если вы не очень подкованы в науке, вы сможете разобраться в некоторых областях физики и химии. Если же вы искушенный исследователь, эта книга поможет вам переосмыслить уже знакомые темы или узнать нечто новое (особенно, если вы будете обращать внимание на дополнительную информацию в сносках). В конце концов, перед вами хорошая «научная история», которая, надеюсь, не оставит вас равнодушными.

*Скотт Бембенек  
(осень 2016)*

*Часть 1*

ПЕРВОЕ НАЧАЛО:  
ЭНЕРГИЯ

## *Глава 1*

# НИЧТО НЕ ДАЕТСЯ ДАРОМ *СОХРАНЕНИЕ РАБОТЫ*

Важно понимать, что сегодня физика не может дать объяснение тому, что такое энергия... Ее абстрактность заключается в том, что она не объясняет нам причины или механизм действия своих формул.

*Ричард Фейнман,  
американский физик  
(1918–1988)*

У всех нас есть базовые представления об энергии. Мы знаем, что разные ее формы влияют на нашу жизнь: мы используем газ, чтобы ездить на машинах, электричество питает телевизоры, тостеры, холодильники, электропечи и другие приборы, как и батарейки в наших камерах, пульты управления, мобильные телефоны; и этот список можно продолжать и продолжать. Проще говоря, энергия — это фундаментальное физическое свойство каждой системы. Таким образом, она во многом напоминает другие физические свойства, которые мы используем при описании той или иной системы, например температуру, давление или плотность. Сама же система может представлять собой что угодно: машину, движущуюся по автостраде,

чашку горячего кофе или Тихий океан. Мы можем обоснованно говорить об энергии системы, а иногда даже определять ее.

Сама энергия очень иллюзорна, потому что она принимает множество разных форм и может быстро переходить из одной формы в другую или же изменять свою форму без каких-либо на то предпосылок. Как следует из ее физических свойств, энергия действительно хамелеон. Это типичное поведение энергии подспудно проступает и через то, как мы говорим о ней: о ее способности выполнять определенную работу, создавать движение и менять температуру. Ее неясная природа, трудности при ее описании и отсутствие точной картины состава вещества — причины, по которым понимание энергии всегда было непростой задачей.

Она была настолько трудна, что до 1850 года мы даже не могли договориться о том, называть ли ее «энергией». С тех пор многое изменилось, и сегодня наше понимание выглядит довольно впечатляюще. Только взгляните на все эти разнообразные механизмы, которые мы создали, чтобы жизнь была проще, а ее качество выросло; современные технологии действительно удивляют. Первые механизмы работали только при помощи человека или животных, подобные *простые механизмы* не только упрощали жизнь, они также дали нам первые идеи о том, что же такое энергия и как она себя ведет.

## КОМПЕНСАЦИЯ ПРИРОДЫ И ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Для древних людей тяжелый ручной труд был неизбежностью. Покоряя суровую реальность, они стали умнее и создали простые механизмы (рычаг, наклонную плоскость,