

Mame

*Небеса таят ощущение чуда.
И мне хотелось верить,
Что я буду подхвачена,
Когда обессилю.*

САРА МАКЛАКЛЭН «ТИШИНА»

Оглавление

Предисловие	11
Глава 1. ТАЙНЫЕ ЗАКОНЫ ФИЗИКИ	13
<i>В которой я осознаю, что больше не понимаю физики. Я беседую с друзьями и коллегами, вижу, что не одна в замешательстве, и решаю вернуть на землю здравый смысл.</i>	
Глава 2. КАК ПРЕКРАСЕН МИР	31
<i>В которой я читаю много книг об умерших людях и обнаруживаю, что все любят красивые идеи, но красивые идеи иногда работают плохо. На конференции я начинаю волноваться, что физики вот-вот отбросят научный метод.</i>	
Глава 3. СОЮЗНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ	59
<i>В которой я обобщаю десять лет обучения на тридцати страницах и рассуждаю о счастливых деньках физики элементарных частиц.</i>	
Глава 4. ТРЕЩИНЫ В ФУНДАМЕНТЕ	87
<i>В которой я встречаюсь с Нимой Аркани-Хамедом и стараюсь смириться с тем, что природа неестественна, все, чему мы учимся, превосходно и всем наплевать, что я думаю.</i>	
Глава 5. ИДЕАЛЬНЫЕ ТЕОРИИ	110
<i>В которой я ищу пределы науки, но обнаруживаю, что воображение физиков-теоретиков поистине неисчерпаемо. Я лечу в Остин, позволяю Стивену Вайнбергу говорить сквозь меня и осознаю, сколько же мы делаем, просто чтобы убежать от скуки.</i>	

Глава 6. НЕПОСТИЖИМАЯ ПОСТИЖИМОСТЬ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ	145
<i>В которой я раздумываю, какова разница между математикой и магией.</i>	
Глава 7. ОДНА, ЧТОБ ПРАВИТЬ ВСЕМИ	167
<i>В которой я пытаюсь выяснить: было бы кому-нибудь дело до законов природы, будь они некрасивы? Я заскакиваю в Аризону, где Фрэнк Вильчек посвящает меня в свою скромную «теорию чего-то», а затем лечу на Мауи и слушаю Гарретта Лиси. Мне открываются некоторые неприглядные факты, и я подсчитываю физиков.</i>	
Глава 8. ПРОСТРАНСТВО, ПОСЛЕДНИЙ РУБЕЖ	202
<i>В которой я пытаюсь понять специалиста по теории струн и мне это почти удается.</i>	
Глава 9. ВСЕЛЕННАЯ: ВСЕ, ЧТО В НЕЙ ЕСТЬ, И ДАЖЕ БОЛЬШЕ	229
<i>В которой я восхищаюсь тем, как же много выдуманно способов объяснить, почему никто не видит изобретаемых нами частиц.</i>	
Глава 10. ЗНАНИЕ — СИЛА	260
<i>В которой я делаю вывод, что мир сильно выиграл бы, если бы все слушали меня.</i>	
Благодарности	278
Приложение А. ЧАСТИЦЫ СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ ...	280
Приложение Б. ПРОБЛЕМА С ЕСТЕСТВЕННОСТЬЮ	282
Приложение В. ЧЕМ ВЫ МОЖЕТЕ ПОМОЧЬ	285
Список литературы	289

Предисловие

Они были так уверены — на все сто. Десятилетиями физики говорили нам, что знают, откуда ждать следующих открытий. Они строили ускорители, запускали спутники в космос и устанавливали детекторы в шахтах. Мир накалялся от зависти к физике*. Однако чаемых прорывов не происходило. Эксперименты не давали ничего нового.

Подвела физиков не математика, а их выбор математики. Они полагали, что мать-природа изящна, проста и щедра на подсказки. Думали, что могут слышать ее шепот, разговаривая с самими собой. И вот природа заговорила — и не сказала ни-че-го, четко и ясно.

Теоретическая физика — это стандартная математически мудреная, трудная для понимания научная дисциплина. Но для книги о математике здесь будет очень мало математики. Отбросьте уравнения и технические термины — и физика станет поиском смысла, исканиями, принявшими неожиданный оборот. Какие бы законы природы ни управляли нашей Вселенной, они не такие, как физики думали. Не такие, как думала я.

В книге рассказывается о том, как эстетическая оценка направляет современные исследования. Это моя собственная история, размышления о применении того, чему меня учили. Но также и история многих других физиков, мучающихся тем же противоречием: мы верим, что законы природы красивы, но разве верить во что-либо — это не то, чего ученый делать не должен?

* Зависть к физике (на англ. *physics envy*) — осудительное выражение, которое используют, критикуя стремление «гуманитарных» наук походить на физику, то есть казаться более «строгими», за счет злоупотреблений путаной терминологией и вычурной математикой. — *Прим. перев.*

ГЛАВА 1

Тайные законы физики

В которой я осознаю, что больше не понимаю физики. Я беседую с друзьями и коллегами, вижу, что не одна в замешательстве, и решаю вернуть на землю здравый смысл.

Серьезная проблема хорошего ученого

Я изобретаю новые законы природы, этим я зарабатываю на жизнь. Я одна из примерно десяти тысяч исследователей, чья задача — улучшить наши теории в физике элементарных частиц. В храме знаний мы те, кто копает в подвале, изучая фундамент. Мы обследуем трещины — подозрительные изъяны действующих теорий — и, когда что-то находим, зовем экспериментаторов разрыть более глубокие слои. В прошлом столетии такое разделение труда между теоретиками и экспериментаторами работало очень хорошо. Но моему поколению жестоко не везет.

Я уже двадцать лет в теоретической физике, и большинство людей из тех, кого я знаю, делают карьеру, исследуя вещи, которые никто никогда не видел. Они придумали немислимые новые теории, вроде идеи, что наша Вселенная — лишь одна из бесконечно многих, составляющих вместе «мультивселенную». Они изобрели десятки новых частиц, заявили, будто мы проекции пространства большей размерности, а само пространство испещрено кротовыми норами, соединяющими отдаленные области.

Эти идеи крайне противоречивы — и все же чрезвычайно популярны, спекулятивны — но интригующи, красивы — но бесполезны. Большинство из них так трудно проверить, они практически непроверяемы. Остальные непроверяемы даже теоретически. Но роднит эти теории то, что они сформулированы теоретиками, убежденными, будто их математика содержит некий элемент истины о природе. Они верят, что их теории слишком хороши, чтобы не быть правдой.

Изобретению новых законов природы — разработке теорий — не учат на занятиях; как придумывать новые законы природы — не объясняют в книгах и пособиях. Частично физики научаются этому, осваивая историю науки, но преимущественно впитывают это умение от старших коллег, друзей и наставников, руководителей и рецензентов. В основном это передающийся из поколения в поколение опыт, нажитое тяжелым трудом чутье на то, что работает. Когда физиков просят оценить перспективы новоизобретенной, но еще не проверенной теории, они опираются на понятия естественности, простоты (или элегантности) и красоты. Эти тайные законы вездесущи в основаниях физики. Они неоценимы. И находятся в острейшем конфликте с требованием научной объективности.

Тайные законы сослужили нам плохую службу. Хотя мы и предложили множество новых законов природы, все они остались неподтвержденными. И пока я наблюдала, как моя профессия соскальзывает в кризис, я соскользнула в свой собственный, персональный кризис. Я больше не уверена, что то, чем мы занимаемся в основаниях физики, — наука. А если это не наука, зачем я даром теряю свое время?



Я пришла в физику, потому что не понимаю человеческого поведения. Я пришла в физику, потому что математика прямолинейна, говорит все так, как есть. Мне нравились точность, недвусмысленность математики, ее главенство над природой. Два десятилетия спустя понять физику мне мешает то, что я все еще не понимаю человеческого поведения.

«Мы не можем сформулировать точные математические правила, которые определяли бы, привлекательна некая теория или нет, — говорит Джан Франческо Джудиче. — Но удивительно, как красота и элегантность теории повсеместно признаются людьми разных культур. Когда я говорю вам: “Смотрите, у меня вышла новая статья, и моя теория красива”, мне не нужно объяснять вам тонкости теории — вы и так поймете, почему я взволнован. Правильно?»

Я не понимаю. Потому-то и завела этот разговор. С чего бы законам природы тревожиться о том, что я нахожу красивым? Подобная связь между мной и Вселенной кажется абсолютно мистической, абсолютно нереальной, слишком чуждой мне.

Но ведь Джан не думает, будто природе не все равно, что я нахожу красивым, — ей важно, что *он* считает красивым.

«Чаще всего это интуитивное чувство, — говорит он, — ничего такого, что можно было бы выразить в математических терминах. Как говорится, физическая интуиция. Существует важное различие в том, как физики и математики видят красоту. Правильная комбинация из объяснения эмпирических фактов и использования фундаментальных принципов — вот что делает физическую теорию успешной и красивой».

Джан работает* на теоретическом отделении ЦЕРН (CERN, *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*, Европейская организация по ядерным исследованиям). В ЦЕРН функционирует самый крупный на сегодня ускоритель частиц на встречных пучках — Большой адронный коллайдер. Стоившее 6 миллиардов долларов 16-мильное подземное кольцо для ускорения протонов и столкновения их друг с другом почти на скорости света обеспечивает нам максимальное приближение к элементарным строительным блокам материи.

Большой адронный коллайдер — это объединение экстремальностей: сверхохлажденные магниты, сверхвысокий вакуум, компьютерные кластеры, которые во время экспериментов записывают около трех гигабайт данных — что сравнимо с несколькими тысячами электронных книг — в секунду. Большой адронный коллайдер объединил тысячи ученых, десятилетия исследований

* Сейчас он руководит этим отделением. — *Прим. перев.*

и миллиарды высокотехнологичных компонентов ради одной цели — выяснить, из чего мы сделаны.

«Физика — игра хитроумная, — продолжает Джан. — И для того чтобы выяснить ее правила, требуется не только рациональность, но и субъективная оценка. По мне, так именно эта иррациональная составляющая и делает физику интересной и волнующей».

Я звоню из своей арендованной квартиры, вокруг громоздятся картонные коробки. Моя работа в Стокгольме подошла к концу — пора двигаться дальше и искать следующий исследовательский грант.

Когда я окончила университет, то думала, что научное сообщество станет для меня домом, семьей единомышленников, стремящихся понять природу. Однако я начала все больше и больше отдаляться от коллег, которые, с одной стороны, проповедуют важность беспристрастных эмпирических суждений, а с другой — применяют эстетические критерии для защиты своих любимых теорий.

«Когда вы отыскиваете решение проблемы, над которой работали, вы чувствуете некое возбуждение, — говорит Джан. — Это тот момент, когда вы неожиданно начинаете видеть структуру, вырисовывающуюся за вашими рассуждениями».

Исследования Джана сосредоточены на разработке новых теорий, сулящих решение проблем в уже существующих теориях физики элементарных частиц. Он придумал метод, позволяющий в количественной форме определить, насколько естественна теория, — математический показатель, по которому можно выяснить, насколько теория опирается на невероятные случайности¹. Чем естественнее теория, тем меньше она требует случайностей и тем она привлекательнее.

«Ощущение красоты физической теории словно “встроено” в наш мозг, это не социальный конструкт. Оно задевает некую внутреннюю струну, — говорит Джан. — Когда вы наталкиваетесь на красивую теорию, у вас возникает та же эмоциональная реакция, что и перед произведением искусства».

Не то чтобы я не знала, о чем он говорит, я просто не понимаю, почему это имеет значение. Сомневаюсь, что мое чувство