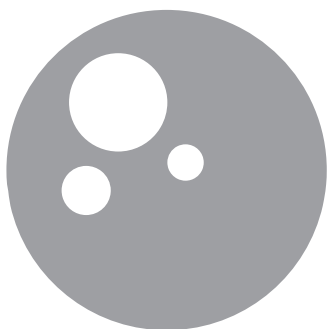


**МАРК  
БОУЭН**



**МАРК  
БОУЭН**

**ТЕЛЕСКОП  
ВО ЛЬДАХ**



Издательство АСТ  
Москва

УДК 520.2  
ББК 22.6с  
Б72

Серия «Наука: открытия и первооткрыватели»

Mark Bowen

THE TELESCOPE IN THE ICE

Inventing a New Astronomy at the South Pole

Перевод с английского *Павла Миронова*

Серийное оформление *В. Воронина*

Дизайн обложки *Г. Смирновой*

Печатается с разрешения автора при содействии  
его литературных агентов ICM Partners.

**Боуэн, Марк.**

Б72      Телескоп во льдах. Как на Южном полюсе рождалась новая астрономия / Марк Боуэн; [перевод с английского Павла Миронова]. — Москва: Издательство АСТ, 2019. — 672 с. — (Наука: открытия и первооткрыватели).

ISBN 978-5-17-110837-3

Летом 2018 года стало известно о важнейшем открытии: антарктический телескоп «Ледяной куб» зарегистрировал нейтрино высокой энергии — то есть частицу, возникшую не в атмосфере Земли, а прилетевшую, скорее всего, из дальнего космоса. Нейтрино многие могут рассказать об устройстве Вселенной, но эти частицы крайне трудно поймать. Именно для решения этой задачи на Южном полюсе в течение нескольких десятилетий строился грандиозный нейтринный телескоп: в чистейшем антарктическом льду на глубине полутора-двух километров повисли нити с чувствительными детекторами; это настоящее чудо современных технологий и один из самых грандиозных научных проектов в истории. История эпической стройки, полная прорывов и неудач, показана в контексте бурного развития физики частиц в XX столетии.

УДК 520.2

ББК 22.6с

© 2017 by Mark Bowen

© Перевод. П. Миронов, 2018

© Издание на русском языке AST Publishers, 2019

*Памяти Брюса Коси и Пера Олофа Хульта*



*Охотно верится, что свойств невидимых, кроющихся в природе вещей, более, чем видимых. Однако кто в состоянии раскрыть перед нами весь мир этих свойств, во всей их совокупности? Кто в состоянии выяснить степень важности, их сходства и различия, роль каждого из них? Каковы их функции, где их место — вот вопросы, вокруг которых вечно блуждает человеческий ум, никогда, однако, их не разрешая.*

— Томас Бернет (1692)

*(Использовано Кольриджем в качестве латинского эпиграфа для поэмы «Сказание о старом мореходе»)*



## Содержание

Вступление. Об ошибках . . . . .	11
<b>Часть I. РОЖДЕНИЕ И ЮНОСТЬ НЕЙТРИНО . . .</b>	<b>35</b>
Глава 1. Безумное дитя . . . . .	37
Глава 2. Детство и юность . . . . .	68
Глава 3. От полтергейста до частицы . . . . .	90
<b>Часть II. МЕЧТА О НЕЙТРИННОЙ</b>	
<b>    АСТРОНОМИИ . . . . .</b>	<b>113</b>
Глава 4. Физика по-висконсински . . . . .	115
Глава 5. Мирные исследования и заинтересованные ученые со всего мира. . . . .	147
Глава 6. Наука в своем лучшем виде. . . . .	168
<b>Часть III. ПРИКОСНОВЕНИЕ К ТАЙНЕ . . . . .</b>	<b>197</b>
Глава 7. DUMAND на твердой почве . . . . .	199
Глава 8. На сцене появляется Брюс . . . . .	231
Глава 9. Точка перехода . . . . .	268
Глава 10. Сверхновая в мире науки . . . . .	288
Глава 11. Игра на повышение . . . . .	314
Глава 12. Счастливые деньки . . . . .	333
Глава 13. Ночь на Льду . . . . .	354
Глава 14. Первые нейтрино и первые новости. . . .	372
Глава 15. События Пикока и Евы . . . . .	397
Глава 16. 2000 год на полюсе . . . . .	428

<b>Часть IV. НЕЧТО РЕАЛЬНОЕ.</b> . . . . .	447
Глава 17. Иногда вы получаете то, о чем просите. . .	449
Глава 18. Никаких новых стартов! . . . . .	463
Глава 19. Пришествие Джима Йека . . . . .	490
Глава 20. Неудача и успех . . . . .	505
Глава 21. Так же быстро, как все началось.... . . . .	525
Глава 22. Шаг за порог . . . . .	554
Эпилог. Рассвет многозадачной астрономии . . . .	588
Хроника событий. . . . .	600
Благодарности. . . . .	614
Библиография и дополнительные справочные материалы . . . . .	619
Примечания . . . . .	648

## Вступление

---

### Об ошибках

*Вселенная не может существовать в привычном нам виде без нейтрино, однако кажется, что эти частицы существуют в своей отдельной Вселенной, и мы пытаемся вступить в контакт с этой потусторонней Вселенной нейтрино. И хотя я как физик понимаю происходящее с точки зрения математики и разума, меня не перестает поражать то, что меня повсеместно окружает нечто, напоминающее дух или бога, которого я не могу коснуться, но которого могу оценить с помощью измерений. Я умею это делать, и мне кажется, что я измеряю духовный мир или что-то в этом роде\*<sup>1</sup>.*

— Питер Горэм

В ноябре 2013 года международный союз, управляющий работой нейтринной обсерватории *IceCube*, заявил, чем ему удалось обнаружить высокоэнергетические нейтрино, приходящие на Землю из далекого космоса<sup>2</sup>. Эта новость знаменовала рождение новой формы астрономии, связанной не с привычным для нас космическим курьером — светом, но с одной из самых странных из элементарных частиц — нейтрино. Это событие также увенчало поиски, которые начались пятью годами ранее благодаря силе воображения небольшой группы провидцев

---

\* Примечания, обозначенные цифрами, принадлежат автору и ведут в конец книги. Примечания, обозначенные звездочками, принадлежат переводчику.

и в ходе которых было сделано немало героических попыток и случилось много неудач.

Отчасти эти поиски оказались настолько длительными, потому что именно такое время нужно необычному телескопу, чтобы увидеть необычную частицу. *IceCube* не похож ни на один телескоп, который вам доводилось видеть или о котором приходилось слышать. Более того, его и увидеть никто не сможет, поскольку *IceCube* погребен на глубине полутора километров во льдах на географическом Южном полюсе.

Создатели телескопа не могли видеть его даже тогда, когда его строили. Фрэнсис Халзен, бельгийский теоретик из Университета штата Висконсин, придумавший весь этот проект, говорит, что процесс строительства напоминал работу в темной комнате без единого окна. В отличие от обычного телескопа, этот инструмент не использует ни линз, ни зеркал. На данный момент он состоит из 86 километровых «нитей» оптических детекторов, каждый из которых запааян в стеклянную сферу размером с баскетбольный мяч, способную выдерживать большое давление. Затем эти «нити жемчуга» были опущены в 86 скважин глубиной по 2,5 километра, просверленных во льду с помощью гигантского бура, использовавшего горячую воду. Затем нити вмерзли в лед на нужной глубине. Таким образом, самые верхние «жемчужины» располагаются на глубине полутора километров. Отверстия во льду просверлены в точках шестиугольной решетки, покрывающей квадратный километр поверхности льда. В результате свыше 5000 детекторов этого уникального устройства отслеживают все происходящее в массе льда объемом около одного кубического километра и весом около миллиарда тонн — удивительно чистого (на радость ученым) глубинного антарктического льда. Лед в этих местах — чистейшее из всех известных нам природных веществ, он даже чище алмаза.

Когда-то журнал *Scientific American* назвал этот телескоп «самым странным» из семи чудес современной астрономии<sup>3</sup>. И, возможно, самая странная его черта состоит в том, что он смотрит не *вверх*, в антарктическое небо, под которым и располагается; он направлен *вниз*, прямо в лед. Задача *IceCube* — изучать *северное* небо, глядя на него насквозь через всю планету. Поскольку нейтрино — это единственная известная нам частица, способная пройти через весь земной шар, не будучи поглощенной и не отклонившись от своего курса, то понятно, что любая частица, долетевшая до нашего ледяного куба с севера, должна представлять собой нейтрино. Инструмент использует Землю в качестве щита, позволяющего блокировать другие типы частиц (присутствие которых может создать искаженный сигнал).

Нейтрино, так легко проходящее сквозь планету, не любит показывать своего лица. Иногда эту частицу даже называют частицей-призраком. Возможно, что это самая распространенная частица во Вселенной — к моменту, когда вы закончите читать это предложение, перед вашими глазами пронесутся несколько сотен миллиардов нейтрино, — но увидеть ее почти невозможно, и она точно не повредит вашим глазам, поскольку почти не взаимодействует ни с какой материей. Именно поэтому ее очень сложно выявить. Как однажды сказал нобелевский лауреат и комик-любитель Леон Ледерман,

частицу, которая вообще ни с чем не реагирует, невозможно найти. Рассказы о ней вполне могут оказаться сказками. Вряд ли нам удастся получить факты, подтверждающие существование нейтрино.

Обычное нейтрино пройдет незамеченным — а следовательно, и невыявленным — даже сквозь кусок свинца толщиной в один световой год, то есть 9,5 триллиона

километров. Поэтому у частицы нет никаких проблем с прохождением сквозь Землю, плотность которой значительно меньше, чем у свинца, а толщина в сравнении со световым годом не превышает толщины листа бумаги. Многие нейтрино как раз и будут проходить сквозь *IceCube*. Однако время от времени какая-нибудь из частиц вступит во взаимодействие со льдом вокруг детектора или с океанским дном под ним. В результате взаимодействия возникнет заряженная частица, которая будет двигаться в том же направлении, что и ее родительское нейтрино, а за ней будет тянуться след светло-синего цвета. Детекторы *IceCube* улавливают этот свет, а, наблюдая за тем, как он проходит через трехмерную сетку детекторов, ученые могут определить направление движения заряженной частицы и, соответственно, направление движения ее родителя-нейтрино. Это и превращает *IceCube* в телескоп.

Как это часто бывает, у проблемы, из-за которой эту крошечную частицу так сложно найти, имеются и положительные стороны, особенно интересные для астрономии. Поскольку нейтрино способно проходить через очень плотные типы среды, непрозрачные для света с любой длиной волны, эта частица может нести в себе информацию из областей Вселенной, недоступных обычному телескопу, например из недр звезд — в том числе и взрывающихся звезд, известных нам под названием «сверхновых», — или областей нашей галактики, закрытых облаками межзвездной пыли, — к примеру, из черной дыры, лежащей в центре галактики.

Одна из причин возникновения этой новой астрономии заключается в том, что мы хотим разобраться в сути самых масштабных событий и объектов во Вселенной: сверхновых звезд, звездных скоплений с активным ядром, остатков сверхновых, гамма-всплесков, сталкивающихся галактик и других странных объектов, порой на-

ходящихся за пределами нашего воображения. С точки зрения науки это может привести к дальнейшему развитию космологии и успешным поискам таинственной и пока что неизвестной нам холодной темной материи, из которой и состоит в основном Вселенная. Свое развитие получит и чистая физика элементарных частиц, поскольку все эти объекты представляют собой, по сути, огромные ускорители частиц, работающие по тем же базовым принципам, что и ускорители, созданные людьми на Земле, в том числе и Большой адронный коллайдер (БАК) стоимостью в несколько миллиардов долларов, с помощью которого в 2012 году было доказано существование бозона Хиггса, — однако в значительно больших масштабах.

Само по себе нейтрино стало объектом изучения в физике элементарных частиц лишь в последние годы, поскольку в 1998 году этой частице удалось пробить первую и пока что единственную брешь в защите стандартной модели физики элементарных частиц. Эта теоретическая модель описывает «строительные кирпичики» материи, элементарные частицы и то, как они взаимодействуют друг с другом на основе трех из четырех фундаментальных сил: слабого ядерного взаимодействия, сильного ядерного взаимодействия и электромагнитного взаимодействия. Стандартная модель, сформулированная в 1970-е годы, оказалась очень успешной, однако кое-кто начал чувствовать себя в ее рамках как в смиренной рубашке<sup>4</sup>. После открытия бозона Хиггса, последней частицы в стандартной модели, которую было необходимо найти, кажется, что новых открытий уже не предвидится, но физикам не нравится пребывать в слишком жестких (и комфортных) ограничениях. Они всегда ищут чего-то нового, а удивительное поведение нейтрино дает основания предполагать, что нам еще предстоит изучить массу пока неизвестных явлений.