

*Моей матери,
однажды приведшей
меня в библиотеку*

Люди недооценивают влияние новой реальности.

Джо Инкандела,
руководитель коллаборации CMS
Большого адронного коллайдера

Пролог

В 2008 году в помещении швейцарского консульства в Сан-Франциско проходил прием. Повод был вполне серьезный: в подземном туннеле Большого адронного коллайдера (БАК), расположенного под Женевой, пучок протонов впервые совершил полный оборот. С этого момента БАК, огромный ускоритель частиц, расположенный на границе Франции и Швейцарии, в полную силу приступил к поискам разгадок тайн Вселенной.

Шампанское лилось рекой, и у Джоан Хьюэтт закружилась голова. Она давала интервью перед видеокамерой, гул голосов мешал ей говорить, но с лица не сходила радостная улыбка. Когда она, чеканя каждое слово, произнесла: «Я ждала этого дня целых. Двадцать. Пять. Лет», голос ее звенел от волнения.

Это действительно был волнующий момент. Физики элементарных частиц, наконец, получили долгожданный, так необходимый им гигантский ускоритель частиц, способный сталкивать друг с другом протоны с очень высокими энергиями. Ученые долго объясняли всем, что без этого ускорителя невозможно сделать следующий шаг вперед. Одно время они рассчитывали, что ускоритель будет построен в США, но судьба распорядилась иначе. Конгресс США впервые одобрил проект строительства Сверхпроводящего суперколлайдера (ССК) в Техасе в 1983 году. Было объявлено, что ССК начнет работать к 2000 году, он должен был стать самым большим из всех когда-либо построенных коллайдеров. Хьюэтт в 1983-м только поступила в аспирантуру и, как и множество других блестящих и амбициозных физиков ее поколения, надеялась, что будущие открытия на ССК положат начало ее научной карьере.

Но проект ССК закрыли, и тем самым из-под физиков выдернули стул — ведь они так рассчитывали, что этот суперускоритель придаст мощный импульс развитию физики элементарных частиц на ближайшие десятилетия. Но на пути встала политика, бюрократия и внутренние распри. И вот наконец-то БАК, во многих отношениях похожий на то, чем должен был стать ССК, готов к запуску, а уж Хьюэтт и ее коллеги были к этому готовы давно. Джоан рассказывает: «Последние 25 лет я только тем и занималась, что собирала все сумасшедшие теории и рассчитывала их “подписи” (то есть определяла, какие новые частицы эти теории предсказывали на коллайдерах — сначала ССК, а потом и БАК)».

Была и еще одна, глубоко личная причина того, что у Джоан закружилась голова. На видеозаписи интервью видно, что ее рыжие волосы острижены очень коротко — почти под ноль. Это не потому, что такова была мода в то время. Несколько раньше в том же году у нее диагностировали агрессивную форму рака груди. Шансы смертельного исхода в этом случае один к четырем. Она выбрала чрезвычайно интенсивную программу лечения, включающую жесткую химиотерапию и бесчисленные хирургические операции. Ее гордость — копна рыжих волос, иногда доходивших до пояса, — быстро исчезла. Джоан Хьюэтт со смехом рассказывала мне, что иногда для того, чтобы не упасть духом, она представляла себе, какие новые частицы могут быть найдены на БАКе.

Мы с Джоан были друзьями и коллегами в течение многих лет. Моя узкая специальность — космология — изучение Вселенной как целого. У космологии недавно начался золотой век — она обогатилась новыми данными и неожиданными открытиями. А физика элементарных частиц, в последнее время ставшая неотделимой от космологии, напротив, остро нуждалась в новых экспериментальных результатах, которые бы помогли разобраться со старыми теориями и привели нас к новым идеям. Ожидание, казалось, длилось целую вечность. На том приеме 2008 года еще одного физика — Гордона Уоттса из

Вашингтонского университета — спросили, не испытывал ли он стрессов из-за такого долгого ожидания запуска БАКа. Он ответил честно: «Испытывал, и сильные. У меня в результате появилась уйма седых волос. Жена утверждает, что это из-за нашего сына, но я-то знаю — это из-за БАКа».

Физика элементарных частиц стоит на пороге новой эры, и, видимо, очень скоро некоторые теории вот-вот исчезнут, а другие, если повезет, окажутся правильными. У каждого физика из присутствовавших на приеме, имелись свои любимые модели — бозон Хиггса, суперсимметрия, техникolor (техницвет), дополнительные измерения, темная материя... Целая уйма экзотических идей и их еще более фантастических применений.

«Я надеюсь, что БАК найдет как раз то, чего в этом списке нет, — говорит Хьюэтт с энтузиазмом, — и, честно говоря, верю, что он преподнесет нам настоящий сюрприз, потому что, мне кажется, Природа умнее нас, и у нее уже припасено некоторое количество загадок, а мы чудесно проведем время, пытаясь их разгадать».

Это было в 2008 году. А к 2012 году вечеринка, посвященная инаугурации БАКа в Сан-Франциско, уже осталась в прошлом, и началась эра открытий. Волосы Джоан отросли. Лечение было мучительным, но оно, кажется, подействовало. И эксперимент, которого она ждала всю свою научную жизнь, вершит историю. После двух с половиной десятилетий занятий чистой теорией Хьюэтт наконец сможет проверить свои идеи на реальных данных — увидеть частицы и взаимодействия, которых никогда не видел ни один человек, и раскрыть секреты, которые природа тщательно скрывала от нас. До последнего времени.

А теперь перенесемся в июль 2012 года — на Международную конференцию по физике высоких энергий. Эта конференция проходит каждые два года, причем в разных городах и странах. В 2012 году она проходила в Мельбурне, в Австралии. Сотни специалистов в области физики элементарных частиц, включая Джоан, 4 июля заполнили

главную аудиторию, готовясь принять участие в специальном семинаре. Вот-вот все инвестиции в БАК должны были окупиться, а все ожидания, накопившиеся за годы, оправдаться.

Сама презентация в Мельбурне транслировалась из ЦЕРНа — научного центра в Женеве, к которой относится БАК. Программой Мельбурнской конференции было предусмотрено два доклада. В последний момент организаторы конференции решили, что в событии такой важности должно участвовать множество людей — и все те, кто помогал добиться такого успеха. И этот жест был оценен — сотни физиков приехали в ЦЕРН за несколько часов начала заседания, назначенного на 9 утра по женевскому времени, причем некоторые, чтобы успеть занять удобное место, даже провели ночь под открытым небом в спальнях мешках.

Открыл заседание Рольф Хойер, генеральный директор ЦЕРНа. Объявлено, что будет два доклада — американского физика Джо Инкандела и итальянского физика Фабиолы Джанотти, руководителей двух основных экспериментов, занимавшихся сбором и анализом данных на двух самых больших детекторах БАКа. Каждая из этих коллабораций включает более трех тысяч сотрудников, большая часть которых работала на своих компьютерах, сидя в самых разных частях света. Заседание транслировалось в прямом эфире не только в Мельбурне — его смог посмотреть каждый человек на планете, пожелавший услышать доклады. Для этого праздника Большой науки, призванного отметить грандиозное достижение, потребовавшего огромной высококвалифицированной работы всего международного сообщества, ставки в которой были высоки, а призы — достойны, круг участников был выбран правильно.

Заметно было, что нервничали оба докладчика — и Джанотти, и Инкандела, но их презентации говорили сами за них. Каждый вначале выразил сердечную благодарность многочисленным инженерам и ученым, которые

участвовали в проведении экспериментов. Затем Джанотти и Инкандела подробно объяснили, почему следует верить результатам, о которых они собираются рассказать, продемонстрировав, что они отлично знают, как работают их установки. И только после того, как была безукоризненно изложена эта часть, докладчики показали, что же все-таки было найдено.

И вот они — эти результаты. Несколько графиков, которые покажутся неискушенному взгляду неинтересными, но на них видна систематически повторяющаяся особенность: при некоторых определенных энергиях видно большее количество событий (наборов частиц, образующихся при одном столкновении), чем ожидалось. Все физики в аудитории немедленно понимают, что это значит: появилась новая частица. Действительно, на Большом адронном коллайдере обнаружено уникальное явление природы, которое никогда до этого не видели! Инкандела и Джанотти объясняют, какой кропотливый статистический анализ был проведен для того, чтобы отделить реальные события от случайных статистических флуктуаций. Результаты в обоих случаях недвусмысленно доказывают: эффект реально есть.

Раздались аплодисменты. И в Женеве, и в Мельбурне, и по всему миру. Результаты были такими точными и прозрачными, что даже ученые, многие годы занимавшиеся экспериментом, были поражены. Лин Эванс — физик из Уэллса, который более чем кто-либо другой сделал для того, чтобы без потерь провести этот гигантский корабль — БАК — через рифы к конечной цели, заявил, что он «ошеломлен» превосходным согласием между двумя экспериментами.

Я сам, притворившись журналистом, был в этот день в пресс-центре ЦЕРНа, рядом с главной аудиторией. Журналисты как правило не аплодируют новостям, которые они освещают, но в тот день собравшиеся в пресс-центре тоже поддались захлестнувшему всех эмоциям. Это был не просто успех ЦЕРНа и физики в целом — это был успех всего человечества.

Мы полагаем, что понимаем, что нашли, а именно — элементарную частицу, называемую бозоном Хиггса в честь шотландского физика Питера Хиггса. Хиггс сам тогда находился в ЦЕРНе, в аудитории для семинаров. Ему к тому времени исполнилось 83 года. Он был заметно растроган и все повторял: «Никогда не думал, что увижу это на своем веку». Здесь же присутствовали и еще несколько пожилых физиков, предложивших, как и Хиггс, похожие идеи в том же 1964 году. Не всегда ясно, почему теории называются так или иначе, и это не всегда бывает справедливо, но в тот торжественный момент успех всех объединил.

Так что же такое бозон Хиггса? Это фундаментальная частица природы, которых не так-то и много, но это еще и частица особого рода. Современная физика элементарных частиц знает всего три вида частиц. Есть частицы вещества — такие, как электроны и кварки, составляющие атомы, из которых в свою очередь состоит все, что мы видим вокруг. Есть частицы-переносчики взаимодействия — гравитационного, электромагнитного и ядерного, — которые заставляют частицы вещества держаться вместе. И, наконец, есть бозон Хиггса, образующий свою собственную особую категорию.

Важность бозона Хиггса не в том, что он есть, а в том, что он делает. Частица Хиггса возникает в поле, пронизывающем все пространство, называемом полем Хиггса. В известной нам Вселенной все, что проходит сквозь пространство, движется в поле Хиггса, которое есть везде и всегда. На общем фоне его не видно, однако оно очень важно: без него электроны и кварки были бы безмассовыми, как безмассовы фотоны — частицы света. Они бы летали со скоростью света, не взаимодействовали бы друг с другом, и было бы невозможно собрать их в атомы и молекулы, не говоря уже о том, что жизнь в нашем ее понимании была бы абсолютно невозможна. Поле Хиггса не играет активной роли в поведении обычной материи, но его присутствие в виде фона играет ключевую роль. Без него мир бы был другим. И вот теперь мы это поле нашли.

Несколько слов в порядке предостережения. То, что мы нашли, на самом деле свидетельствует о существовании частицы, очень похожей на бозон Хиггса. Она имеет правильную массу, рождается и распадается примерно так, как, по нашим представлениям, должен вести себя бозон Хиггса. Но еще слишком рано говорить с уверенностью, что мы обнаружили именно тот самый простой бозон Хиггса, предсказанный первоначальными теориями. Это может быть что-то более сложное, или эта частица может быть частью сложного набора связанных между собой частиц. Однако ученые определенно нашли некую новую частицу, и она ведет себя так, как, мы думаем, должен себя вести бозон Хиггса. В этой книге я буду считать 4 июля 2012 года днем объявления об открытии бозона Хиггса. Если реальность окажется более сложной, тем лучше для всех — физики же жить не могут без сюрпризов.

Ученые очень надеются, что открытие бозона Хиггса явит собой начало новой эры в физике элементарных частиц. В науке есть много такого, что мы сейчас не понимаем, а изучение бозона Хиггса может приоткрыть окно в новый, невиданный мир. Экспериментаторы, и среди них Джанотти и Инкандела, получили новый объект для изучения, а теоретики вроде Хьюэтт — новые подсказки для построения более совершенных моделей. Мы сделали огромный шаг вперед в понимании Вселенной, которого долго ждали.

Эта книга — о людях, которые посвятили свою жизнь изучению основ нашего мира, где бозон Хиггса является важнейшим элементом. О теоретиках, которые сидят за столами с ручками и бумагой и прокручивают в своих головах абстрактные идеи, черпая энергию в чашечках эспрессо и жарких спорах с коллегами. Об инженерах, конструирующих установки, напичканные электроникой, превосходящей по уровню сложности все существующие технологии. И, самое главное, об экспериментаторах, стремящихся открыть что-то новое, объединив мощь ускорителей и теоретических идей. Современная физика — та, что находится на переднем крае науки, — движется вперед благодаря

[. . .]