



Книжные проекты Дмитрия Зими́на

Эта книга издана в рамках программы
“Книжные проекты Дмитрия Зими́на”
и продолжает серию

“Библиотека фонда «Династия»”.

Дмитрий Борисович Зими́н —
основатель компании “Вымпелком” (*Beeline*),
фонда некоммерческих программ “Династия”
и фонда “Московское время”.

Программа “Книжные проекты Дмитрия Зими́на”
объединяет три проекта, хорошо знакомых
читательской аудитории:
издание научно-популярных
книг “Библиотека фонда «Династия»”,
издательское направление фонда “Московское время”
и премию в области русскоязычной
научно-популярной литературы
“Просветитель”.

Подробную информацию
о “Книжных проектах Дмитрия Зими́на”
вы найдете на сайте

ZIMINBOOKPROJECTS.RU

Оглавление

	<i>Предисловие научного редактора</i>	11
Пролог	Суэта и тревоги по поводу размеров	17
Глава 1	Ставки сделаны	
	Улыбка Вольтера	19
	Кварки, глюоны, Большой взрыв и чайные ложки	24
	И стал свет	30
	Остаться в живых в мультиверсуме	33
	Тайна темной материи	35
	Очарование Сюзи	36
	И все-таки что-то должно быть возможно... понять	39
Глава 2	Ребята шестьдесят четвертого	
	Им надо многое сказать друг другу	42
	Фермиевское взаимодействие	47
	Рождение Стандартной модели	51
	Дурацкая идея еще одного бывшего пизанского студента	53
	Загадка массы	55
	Великое объединение сил	59
	Имя мечты	62
	Экстраизмерения	63
	В поисках священного Грааля	65

Глава 3	Вы окончательно рехнулись!	
	И нобелиаты порой ошибаются	68
	Охота началась	70
	Властины колец	74
	От Уоксахачи до Большого адронного коллайдера	78
	Детекторы невозможных конструкций	87
Глава 4	Надежды, страхи, разочарования	
	Сосиски и черная дыра	92
	Супермикроскопы	95
	Самое холодное место во Вселенной	97
	Ссора с начальством	103
	Кристалльное сердце CMS	106
	Момент выбора	110
	Гипермиксер	113
	Ты знаешь, что бозон Хиггса открыли на LEP?	121
	Великий праздник и черная пятница	123
Глава 5	Окончательное “да”	
	Волшебное касание Гвидо	129
	Жизнь спикера	131
	Саркози, “Тур де Франс” и “дурацкая затея”	137
	Как поменять стратегию	140
	Жестокие схватки с ATLAS	143
	Дай пять!	148
	Ложные тревоги или эпохальные открытия?	150
Глава 6	Необычный день рождения	
	Прекрасный подарок	157
	Ускоренный бег охотников за бозонами	159
	И снова контрастный душ	165
	Только нейтрино нам и не хватало!	169
	Убейте этот сигнал	176
Глава 7	Семь месяцев, которые потрясли физику	
	Мороз по коже	183
	В сердце ночи	186
	Сенсационное сообщение	189

На море в Портовенере	197
Вслепую	199
День Хиггс-зависимости	205

Глава 8 Тайна Вселенной

Мадонна и темная материя	210
А это точно бозон Хиггса?	212
Год элегантных нарядов	217
У начала Вселенной	222
Бозон Хиггса и Новая физика	224
Конец Вселенной	229

Глава 9 Ворота в будущее

“Это примерно столько же, сколько мы потратили на «Интер» в последнее время!”	234
Расходы на исследования	236
Фундаментальные исследования и новые технологии	240
Вызовы будущего: Япония и Китай	246
Запад играет в “Завоевание мира”: Европа и США	251
В погоне за приоритетом	257

Глава 10 Книга бытия. Версия 2.0

Кардиналы и иезуиты против мультиверсума	260
А что если мы действительно открыли частицу БОГА?	264
Великие дела на будущее	271
Понять секреты далеких катастроф	276

Эпилог Бонобо, шимпанзе и сверхновые	283
---	-----

<i>Благодарности</i>	287
----------------------------	-----

<i>Послесловие научного редактора</i>	289
---	-----

Пролог

Суэта и тревоги по поводу размеров

*Стокгольм,
9 декабря 2013 г., 17.30*

Мне надо бежать. Остается совсем мало времени до закрытия магазина “Ганс Алльде” на Биргер Ярлсгатан, 58. Туда от “Гранд-отеля” пара километров пешком. Я передал им все свои размеры по электронной почте еще на прошлой неделе, тут не должно быть сюрпризов, но мне все равно немного тревожно. И уже темнеет. Совсем недавно здесь, в Стокгольме, светило солнце. В прозрачном воздухе при десяти градусах ниже нуля все казалось искрящимся. Вот только Балтика меня разочаровала: море вовсе не было покрыто льдом, как я того ожидал. Я никогда не видел моря подо льдом и надеялся наконец-то им полюбоваться. Давно мечтал об этом.

Прошлым летом мы встречались здесь с Питером Хиггсом и Франсуа Англером*. В Стокгольме проходил тогда конгресс Европейского физического общества, и во время ужина мы оказались за одним столом. Питер сидел между мной и Фабиолой Джанотти, а напротив располагался Франсуа Англер, которого одолевали многочисленные друзья, коллеги и студенты, желавшие поздороваться и сделать фото. Я тогда ска-

* Фамилию бельгийского физика Франсуа Англера в русскоязычной прессе часто ошибочно транслитерируют как Энглер. — *Здесь и далее примечания переводчика, если не указано иное.*

зал, что нам надо снова встретиться здесь в конце года. Питер и Франсуа улыгнулись, но промолчали.

Я физик и занимаюсь элементарными частицами; измерять самые сложные свойства материи в ее самых экзотических формах — это моя профессия; но вот задачка по отправке в магазин готового платья своих размеров, чтобы получить новый костюм для торжественного случая, поставила меня в тупик. Конечно, измерить рост и окружность шеи — это легко, но что такое длина штанины или объем талии? Откуда на ноге должна начинаться штанина, и на какой высоте находится талия? Чтобы не ошибиться, я попросил помощи у Лучаны, моей жены, и она все мне объяснила и постаралась успокоить. Но волнение не отпускало. А что если я все перепутал? Они получили все размеры в конце ноября, и теоретически мой новый фрак должен бы сидеть на мне идеально. Но магазин закрывается через час, а торжественная церемония уже завтра. Если что-то пойдет не так, второго шанса мне никто не даст!

То-то будет номер, если без соответствующего костюма, предусмотренного протоколом, меня попросту не пропустят в Концертный зал*. Нет, что за глупости! О таком даже думать нельзя! Меня здесь все знают, и все знают, что я здесь: будущие лауреаты лично рассылали приглашения весьма прилично отобраным гостям. Как бы я объяснил потом, что не смог поучаствовать в торжественной церемонии вручения Нобелевских премий лишь из-за того, что не умею пользоваться портновским метром?

Я спешу в магазин, а в мозгу у меня проносятся воспоминания об успехах двух последних лет. Мне кажется, что я очутился во снах, сменяющих друг друга с головокружительной скоростью. Неужели все это происходило на самом деле?

* Торжественная церемония награждения Нобелевскими премиями проходит в Стокгольмском концертном зале.

Глава 1

Ставки сделаны

Улыбка Вольтера

*Ферне-Вольтер,
28 ноября 2011 г.*

Я просыпаюсь, словно от толчка; на часах 6.30 утра. Сегодня особый день. Решающий момент наступит в 9.00, когда я войду в кабинет генерального директора ЦЕРН* и встречу там лицом к лицу с Фабиолой. Мы — охотники за бозоном Хиггса, самой неуловимой частицей в истории физики. Журналисты называют ее “частицей Бога”, но есть и те, для кого это “священный Грааль физики”, ибо она ускользала от нескольких поколений ученых. Мы же уверены, что нам удалось ее изловить.

Сейчас мне нужно выпить кофе, и покрепче. Моя старая добрая гейзерная кофеварка, захваченная из Италии, шипит и посвистывает. И, как всегда, я первым делом проверяю в компьютере состояние *Бимбы*. Так мы между собой называем CMS (*Compact Muon Solenoid*), то есть Компактный мюонный соленоид, этакое 14-килотонное стальное чудовище, напичканное электроникой и спрятанное в ста метрах под землей и в десяти километрах отсюда.

* ЦЕРН — CERN, Европейская организация по ядерным исследованиям.

Я его *стикер*, голос эксперимента: так в больших международных коллаборациях называют человека, задача которого — координировать коллективные усилия ученых, проводящих исследования, и выступать от их имени. Ученых — тысячи, они рассеяны по всей планете во всех часовых поясах и вечно озабочены тем, чтобы какая-нибудь глупая случайность не погубила годы их работы.

А Фабиола — шеф другого эксперимента, который называется ATLAS (*A Toroidal LHC Apparatus*), и между нами идет жестокая конкуренция. Уже много месяцев всем нам не до сна. На наших компьютерах то и дело возникают некие странные сигналы, намеки на аномалии на графиках — временами в них проявляется определенная регулярность, отслеживаемая на протяжении недели, а то и двух. Но стоит нам начать доверять им, как все эти намеки бесследно исчезают во флуктуациях фонового шума. Проверять и отслеживать — это изматывающий труд, держащий вас в непрерывном эмоциональном напряжении.

Когда пять лет назад я вошел в состав руководства экспериментом, мы с Лучаной переехали из Пизы в Ферне-Вольтер, небольшой французский городок, построенный вокруг имения великого философа. С террасы нашей спальни видны окна кабинета Вольтера в замке на холме. Именно там он написал своего “Кандида”. Именно там встречался с Адамом Смитом и Джакомо Казановой. Усаженная деревьями аллея ведет от замка к озеру Леман. Вольтер проезжал по ней всякий раз, когда французская цензура становилась уж слишком агрессивной: тогда он на несколько месяцев перебирался в Женеву и возвращался в Париж лишь после того, как буря начала утихать.

Ферне-Вольтер занимает стратегическое положение в центре треугольника, вершины которого определяют значительную часть моей здешней жизни. Одна из них — это основная площадка ЦЕРН; там находятся мой офис и основное отделение CMS. Вторая — Пункт 5, или P5; там, в Сесси,

деревушке в предгорьях Юра́, расположен детектор. И, наконец, третья вершина воображаемого треугольника — это Женева, известный на весь мир маленький город с 200 тысячами жителей 180 национальностей и богатейшей культурной жизнью.

Вблизи Жeneвы, под землей, находится Большой адронный коллайдер (ЛНС — *Large Hadron Collider*). Этот самый крупный на сегодня ускоритель элементарных частиц протяженностью в 27 км расположен на границе Франции и Швейцарии. Его тоннель гигантским кольцом проходит под склонами Юра́ и вдоль берегов Женевского озера. Здесь, практически у нас под ногами, сотни миллиардов протонов разгоняются до скоростей очень близких к скорости света, чтобы столкнуться с другими протонами, несущимися им навстречу. Протоны — это мельчайшие частицы в составе атомных ядер, и энергия, до которой они разгоняются, прежде чем столкнуться, совершенно незначительна по меркам нашей повседневной жизни. Но будучи сконцентрирована в тех бесконечно малых областях пространства, где происходят эти столкновения, она создает экстремальные условия, каких не было со времен Большого взрыва.

Однако мне уже пора. Надо поторопиться. Воздух прозрачен и свеж; на фоне неба вырисовывается изящный силуэт Монблана, окруженный цепочкой облаков. Я ощущаю странную смесь усталости и возбуждения.

Проезжая на машине через центр города, минуя статую Вольтера. Лицо у старого философа, “патриарха”, как его часто называют в Ферне, скептическое, именно с таким выражением наблюдал он за ходом истории. Но сегодня я охвачен энтузиазмом и потому мне кажется, что Вольтер, глядя на меня, улыбается. Я мчусь мимо полей, отделяющих Ферне от ЦЕРН, и повторяю про себя: наконец-то бозон попался!

А еще я думаю о Фабиоле. Наши эксперименты, ATLAS и CMS, изначально задумывались как независимые и полу-

чили поддержку как раз благодаря тому, что между нами планировалось нечто вроде соревнования: мол, каждый будет стремиться получить результат первым. Мы использовали различные технологии, и это гарантировало полную независимость измерений: если один обнаруживал новую частицу, другой должен был подтвердить полученный результат. В обе международные коллаборации входило более трех тысяч ученых. Но у “этих из ATLAS” с самого начала была фора: больше и людей, и средств. ATLAS все время словно бы играл роль первого ученика. На стадии строительства они всегда строго укладывались в график, а мы отставали. И пока мы спешно устанавливали последние компоненты детектора, они уже добрых несколько месяцев собирали данные. А их диспетчерская! Она так и радуется глаз — просторная, экипированная новейшими технологиями визуализации! Наша же мрачна и по-монашески сурова; к тому же в ней вечно толпится народ и царит неразбериха. Чтобы добраться до нас, надо на целых десять километров углубиться в сельскую местность, тогда как ATLAS располагается прямо у главного входа в ЦЕРН. Мимо как раз проходит дорога в аэропорт, и всякий, кто туда направляется, видит импозантный мурал, украшающий одну из стен их корпуса. Понятно, что министры, президенты и прочие главы государств чаще решают заглянуть к ним, а не к нам.

Мы отвечали тем, что старались обгонять их в анализе данных и получении результатов. Мы могли рассчитывать на наш детектор, устроенный проще и обладающий более высокой производительностью. В первый год мы их обходили. Мы публиковали десятки статей, одну за другой, а они тихо работали, пока все вокруг удивлялись: а где же там наши отличники? Но потом они пошли в контратаку, так что теперь, в финале гонки за бозоном Хиггса, мы идем бок о бок.

Фабиола — прекрасный физик и прирожденный лидер. А еще она итальянка, и мы с ней добрые друзья уже

много лет. Время от времени мы устраиваем ужины для общих друзей, и у нас получаются очень приятные посиделки. Мы разговариваем обо всем на свете — за единственным исключением: не обсуждаем *это*. В некоторых отношениях мы с ней антиподы. Она родилась в столице в буржуазной семье: ее отец — геолог, мать училась в лучших учебных заведениях Милана. Я же появился на свет в деревушке, затерянной в Апуанских Альпах (коммуна Казолеин-Луниджана, Экви Терме), где тогда насчитывалось всего 287 жителей. Мой отец — железнодорожник, мать — крестьянка. Я первым в нашей семье получил диплом о высшем образовании, не говоря уж о том, что диплом был с отличием. Она специализируется на анализе данных и программном обеспечении, я — на детекторах. Она очень серьезная и сдержанная, но по ее глазам видно, насколько она напряжена. Я же умею скрывать свой стресс: всегда сохраняю спокойствие и стараюсь улыбаться даже в самых сложных обстоятельствах. Она въедливая и дотошная: стремится докопаться до деталей, которыми я, как правило, пренебрегаю, стараясь держать во внимании только общую картину. Мы очень разные, но с ходу понимаем друг друга. Иной раз нам достаточно просто обменяться взглядами, чтобы обоим все стало ясно. Нас объединяет всепоглощающая страсть к познанию, и в нашем состязании мы всегда честны. Думаю, не стоит даже уточнять, что каждый из нас стремится стать первым. Ставки очень высоки. Да, мы оба хотим победить, но победить достойно: выиграет тот, кто будет двигаться к цели быстрее.

Я взволнованно нажимаю кнопку лифта в Корпусе 500. Кабинет генерального директора на пятом этаже. Когда я вхожу, на часах 8.58. Фабиола уже здесь. Мы близки к финалу — настало время открыть карты. Хотя мы и обнаружили определенные свидетельства, окончательного доказательства пока нет. Когда же оно появится? Кто из нас совершит открытие века? И кому придется удовольствоваться

вторым местом и тем самым обречь свой эксперимент на забвение?

Но точно ли у нас в руках бозон Хиггса? И почему эта окаянная “частица Бога” так важна?

Кварки, глюоны, Большой взрыв и чайные ложки

Мы относимся к необычному типу современных исследователей. Наша задача — понять, откуда взялась та чудесная материальная вселенная, которая нас окружает и частью которой являемся и мы сами. Мы те, кого люди называют *учеными*, мы — члены отряда специального назначения, отправленного человечеством на разведку с целью понять, как же функционирует природа. Мы — обладатели гибкого и любознательного ума, лишённые предрассудков, готовые к любым неожиданностям и понимающие, что втиснуть мир в наши ментальные категории можно только путем освобождения от остатков здравого смысла и освоения совершенно незнакомых территорий. На рубежах познания ты оказываешься в одиночестве и можешь полагаться только на интуицию поэтов и пророчества безумцев. Они (как и мы) не боятся бродить среди неизвестности. Этим-то мне и близки такие отчаянные личности, любящие риск и бесстрашно направляющие свой разум к границе с неведомым, — дабы точнее понять и себя, и тот мир, который нас окружает. Мы с ними подобны канатоходцам, идущим вперед без страховки.

Я всегда говорю это своим студентам в первый же день наших занятий. Я хочу, чтобы у них не оставалось даже тех незначительных иллюзий, которые пока еще сохранились. Все то, о чем рассказывает нам современная физика, и то, что она позволяет нам постигнуть, — не более чем незначительная толика реальности. Материя, буквально вся материя: круас-

саны с кремом и море, деревья и звезды, галактики и межзвездный газ, черные дыры и реликтовое излучение — одним словом, все то, о чем можно было строить гипотезы или даже наблюдать напрямую с помощью мощнейших телескопов и других современнейших научных инструментов, — составляет не более чем 5% Вселенной. Остальные 95% — нечто совершенно неизвестное.

Века исследований и интеллектуальных усилий, прогремевшие концептуальные революции (вроде квантовой механики и общей теории относительности), повсеместное укorenение чувства собственного всемогущества, связанного с появлением все более и более изощренных технологий... но в конечном счете в гигантском океане неведомого мы можем распоряжаться лишь несколькими каплями познания. К ним-то и сводится вся современная наука.

В этом заключается особая прелесть того, чем мы занимаемся. Забавно, что многие думают, будто мы, ученые, все знаем. Каждый раз, когда я слышу подобное, мне бывает трудно сдерживать улыбку и я старательно пытаюсь объяснить собеседнику, насколько осторожны должны мы быть в своих утверждениях. Нам известна вся опасность ошибок, и поэтому мы со вниманием относимся даже к мельчайшим деталям, не вписывающимся в общую картину.

Часто меня веселит изумление в глазах людей, которые слышат, что для ученого *реальность* — концепция конвенциональная и размытая, не поддающаяся строгому определению. Даже повседневность, в которой мы чувствуем себя привычно и уверенно, куда более сложна, чем может показаться на первый взгляд. Вот, например, хорошо знакомый предмет — чайная ложка, которой мы размешиваем сахар в чашечке с кофе. Думаю, все примут меня за сумасшедшего, если я признаюсь, что, будучи физиком, не понимаю, *что именно* мы называем *чайной ложкой*. Ведь пытаясь точно описать ее, я с неизбежностью натолкнусь на серьезные трудности. Чайная ложка представляет собой огромное количество атомов,

сцепленных друг с другом остаточными электромагнитными связями и организованных в макроскопическую структуру, в которой можно увидеть мириады отдельных микроскопических слоев. Она — непрерывное кипение глюонов и кварков, тех самых частиц, которые мы создаем в своих ускорителях, погруженных в непрерывный и хаотический поток электронов. При этом ее атомы колеблются и вращаются, молекулы испаряются, а в металле появляются примеси; свет излучается и поглощается на различных длинах волн; вся ложка участвует в гравитационном и электромагнитном взаимодействии со всей остальной Вселенной. Очень трудно примирить это со здравым смыслом, подразумевающим фразы типа “чайная ложка — это всего лишь чайная ложка”, “это кусок металла, которому придана такая форма, чтобы с его помощью можно было донести до рта глоток напитка”. Практически невозможно убедить себя в том, что ты, даже если двигаешься очень быстро, никогда не сможешь дважды взять в руки одну и ту же ложку, и что ты никогда не сможешь быть уверенным в том, что ложка, лежащая на блюде, *в точности* та же самая, которую ты только что опускал в кофе, хотя эти два момента и разделяет всего лишь мгновение.

А что уж тогда говорить о звездном небе, на которое смотрит каждый из нас, к примеру, в ночь на святого Лаврентия, желая увидеть там падающую звезду! Небо влюбленных, небо малышей, которые возводят свои взоры к рою звезд Млечного пути и — поколение за поколением — повторяют один и тот же вопрос, адресованный дедушке или бабушке, вопрос, заданный мне моей внучкой Еленой, когда ей было четыре года: что такое все эти светящиеся точки на небе?

Это хороший вопрос, заключающий в себе *реальность* звездного неба. То, что мы видим, это совсем не просто! Это игра накладывающихся друг на друга световых сигналов, которые приходят от звезд, расположенных на самых разных расстояниях друг от друга, и встречаются в наших глазах. Квантовая физика объяснила нам, что свет состоит из кро-

шечных невидимых порций энергии, названных фотонами. Их скорость — то есть скорость света — хотя и колоссальна, но не бесконечна. Когда мы смотрим на звезды, находящиеся очень далеко от нас, фотоны, попадающие на сетчатку и регистрируемые ее светочувствительными клетками, проделывают свой путь многие годы; некоторые из них находятся так далеко, что фотонам могут понадобиться тысячи лет. Образ звезды, который реконструирует наш мозг, строится в данный конкретный момент из тех частиц света, который она испустила тысячи лет назад. Никто не может гарантировать, что за это время звезда не сместилась на миллиарды километров или вообще не прекратила свое существование, озарив небеса вспышкой сверхновой. Каждую ночь у нас над головой разворачивается синхронное представление множества событий, отделенных друг от друга тысячами лет. И, задумавшись об этом, мы вдруг понимаем, что наблюдаемое нами не существует, — или, по крайней мере, не существует в том виде, в каком оно явлено нам. Звездное небо, воссоздаваемое в нашем мозгу — это почти произвольное представление реальности, о котором мы знаем, что оно зависит от места, времени и инструментов, помогающих нам проводить наблюдение.

Фотоны, путешествующие от далеких звезд, таких, например, как звезда Садр в созвездии Лебедя, стартовали еще в те времена, когда Римская империя только начинала шататься под ударами варваров*. А фотоны от супергиганта V762 в созвездии Кассиопеи были испущены в эпоху обледенения, когда Европу покрывал слой льда в сотни метров толщиной.

* Автор здесь пользуется весьма распространенным среди популяризаторов, но не совсем корректным с точки зрения современной физики риторическим приемом. Конечно, в системе отсчета Земли или даже Солнечной системы расстояние между ней и Землей составляет 1800 св. лет, так что, формально говоря, фотонам действительно требуется 1800 лет, чтобы достичь поверхности Земли. Но утверждать, будто какие-то события на звезде Садр (излучение определенного фотона) и на поверхности Земли (взятие Рима варварами) произошли одновременно, все же нельзя, так как наблюдателям в разных системах отсчета покажутся одновременными разные события. Не будем забывать о теории относительности!

А слабые лучи света от Туманности Андромеды, ближайшей к нам галактики, которую можно увидеть в ночном небе невооруженным глазом, начали свой путь еще тогда, когда в ущельях Олдувай в Африке новая и очень странная раса обезьян принялась осваивать просторы саванны.

И это мы еще не упоминаем того, что *невозможно увидеть глазами*, — например, микроволновый фон реликтового излучения (эхо Большого взрыва), проникающий всюду во Вселенной, или вездесущую темную материю, которая словно бы заключила в свои объятия огромные скопления галактик. Электронные глаза, при помощи которых мы осматриваем небо — будь то большие телескопы на земле или же телескопы, установленные на спутниках, — дают нам совсем иные картины звездного неба, в совершенно других диапазонах длин волн, гораздо более богатые деталями и несравнимые с теми бедными изображениями, что могут воссоздать наши глаза при их скромной светочувствительности. Видимый спектр, хорошо знакомый каждому по раскинувшейся над землей радуге, занимает лишь узкую полоску частот в существующем неохватном диапазоне разнообразных электромагнитных излучений. Они подразделяются (с ростом частоты или, соответственно, с уменьшением длины волны) на радиоволны, микроволновое излучение, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолет, рентген и гамма-лучи.

Небесный свод, каким он нам является, — настоящая машина времени! Но это не удивляет никого из людей. Никто не тарасит в изумлении глаза, глядя на это чудо, повторяющееся каждую ночь, как это бы наверняка случилось, если бы мы, проезжая долину в Доломитах, слева заметили мирно пасущихся коров, в центре — Одоакра, ведущего орду герулов на Равенну, чтобы навсегда покончить с Западной Римской империей, а справа, на огромном леднике, — группу наших предков в шкурах, преследующих одного из последних мамонтов.