

4. S. Kumar. Composites by Rapid Prototyping Technology / S. Kumar, J.-P. Kruth // Materials & Design. – 2009. – P. 1-23.
5. Селективное лазерное спекание. Часть 3. Применение, преимущества и недостатки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://3dp.su/selektivnoe-lazernoe-spekanie-chast-3-primenenie-preimushhestva-i-nedostatki/> – 01.12.2013.
6. Селективное лазерное спекание. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.foto-business.ru/selektivnoe-lazernoe-spekanie.html>
7. Селективное лазерное спекание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://about3d.ru/info/SLS/#>.
8. Использование нанотехнологий в производстве углеродных волокон и продуктов на их основе материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusnano.com/upload/OldNews/Files/33652/current.pdf>. – 2010.

### ДОЛГОЖДАННОЕ ОТКРЫТИЕ: БОЗОН ХИГГСА

*Е.П. Теслева, к.ф.-м.н., доц., И.В. Карпионова, студент гр. 17Г20,  
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Один из ключевых вопросов современной физики высоких энергий – подтверждение или опровержение существования теоретически предсказанной экзотичной субатомной частицы, называемой бозоном Хиггса – по сути, единственного недостающего звена Стандартной модели элементарных частиц. По одной из теорий, во время «Большого взрыва» именно бозон Хиггса придал остальным частицам массу. Однако говорить об этом с уверенностью ранее было нельзя, так как для таких расчетов нужно было знать с точностью до 1% массу хиггсовского бозона. Эта элементарная частица «отвечает» за наличие массы всех других элементарных частиц, считается, что все фундаментальные частицы приобретают массу в результате взаимодействия с полем Хиггса.

*Стандартной моделью* сегодня принято называть теорию, наилучшим образом отражающую наши представления об исходном материале, из которого изначально построена Вселенная. Она же описывает, как именно материя образуется из этих базовых компонентов, и силы и механизмы взаимодействия между ними. Со структурной точки зрения элементарные частицы, из которых состоят атомные ядра (нуклоны), и вообще все тяжелые частицы – адроны (барионы и мезоны) – состоят из еще более простых частиц, которые принято называть фундаментальными. В этой роли настоящему фундаментальных первичных элементов материи выступают кварки. Самые распространенные и легкие кварки называют верхним и нижним и обозначают, соответственно, *u* (от английского *up*) и *d* (*down*). Иногда их же называют протонным и нейтронным кварком по причине того, что протон состоит из комбинации *uud*, а нейтрон – *udd* [1]. Поскольку протон состоит из двух верхних и одного нижнего, а нейтрон – из одного верхнего и двух нижних кварков, суммарный заряд протона и нейтрона получается строго равным 1 и 0, поэтому Стандартная модель адекватно описывает реальность. Кварки из второй пары называют очарованным – *c* (от *charmed*) и странным – *s* (от *strange*). Третью пару составляют истинный – *t* (от *truth*, или в англ. традиции *top*) и красивый – *b* (от *beauty*, или в англ. традиции *bottom*) кварки. Практически все частицы, предсказываемые Стандартной моделью и состоящие из различных комбинаций кварков, уже открыты экспериментально.

Другой строительный набор состоит из кирпичиков, называемых лептонами. Самый распространенный из лептонов – давно нам знакомый электрон, входящий в структуру атомов, но не участвующий в ядерных взаимодействиях, ограничиваясь межатомными. Помимо него (и парной ему античастицы-позитрон) к лептонам относятся более тяжелые частицы – мюон и тау-лептон с их античастицами. Кроме того, каждому лептону сопоставлена своя незаряженная частица с нулевой (или практически нулевой) массой покоя; такие частицы называются, соответственно, электронное, мюонное или таонное нейтрино.

Лептоны, подобно кваркам, также образуют три «семейных пары». Такая симметрия не ускользнула от наблюдательных глаз теоретиков, однако убедительного объяснения ей до сих пор не предложено. Как бы то ни было, кварки и лептоны представляют собой основной строительный материал Вселенной.

Силловые взаимодействия между частицами происходят посредством обмена частицами-переносчиками этих взаимодействий. Таких взаимодействий четыре: сильное (именно оно удерживает кварки внутри частиц), электромагнитное, слабое (именно оно приводит к некоторым формам радиоактивного распада) и гравитационное, электромагнитное взаимодействие ответственно за взаимодействие между заряженными частицами, гравитационное – объектами обладающими массой. Переносчиками сильного взаимодействия являются глюоны, не обладающие ни массой, ни электрическим зарядом. Электромагнитное взаимодействие происходит посредством обмена квантами электромагнитного излучения, которые называются фотонами и также лишены массы. Слабое взаимодействие, напротив, передается массивными векторными или калибровочными бозонами, которые «весят» в 80-90 раз больше протона, – в лабораторных условиях их впервые удалось обнаружить лишь в начале 1980-х годов. Наконец, гравитационное взаимодействие передается посредством обмена не обладающими собственной массой гравитонами – этих посредников пока что экспериментально обнаружить не удалось.

В рамках Стандартной модели первые три типа фундаментальных взаимодействий удалось объединить, и они более не рассматриваются по отдельности, а считаются тремя различными проявлениями силы единой природы. Силы, действующие во Вселенной, также сплавляются воедино при высоких энергиях (температурах) взаимодействия, после чего различить их невозможно. Теории, описывающие эти процессы, называют «теориями Великого объединения» (ТВО).

Таким образом, Стандартная модель, в обобщенном виде, представляет собой теорию строения Вселенной, в которой материя состоит из кварков и лептонов, а сильные, электромагнитные и слабые взаимодействия между ними описываются теориями великого объединения. Такая модель, очевидно, не полна, поскольку не включает гравитацию. Предположительно, более полная теория со временем все-таки будет разработана.

Для завершения Стандартной модели была необходима частица, ответственная за наличие массы у всех элементарных частиц. Поиском подобной частицы занимались три группы ученых: в 1962 году бельгийцы Роберт Бруот и Франсуа Энглерт показали, как может работать механизм образования массы; англичане Карл Хаген, Джеральд Гуральник и Том Киббл выступают с аналогичными идеями. Но именно в октябре 1964 года 35-летний английский физик-теоретик Питер Хиггс публикует статью, в которой предсказывает частицу, ответственную за массу всех элементарных частиц. По его теории, масса появилась благодаря полю («морю») сложно обнаружимых микрочастиц – бозонов, размеры которых гораздо меньше элементарных частиц и которые придают этим элементарным частицам массу, «приклеиваясь» к ним. Что же все это значит? Все просто и сложно одновременно – если бы не существовало поля бозонов, то элементарные частицы вроде кварков и электронов не имели бы массы в состоянии покоя, т.е. не существовало бы атомов, из которых состоит вся материя Вселенной, включая нас с вами. Данный бозон в последствии получил название бозон Хиггса.

Почему же бозон Хиггса стали называть «частицей Бога»? Почти два десятилетия назад физик Национальной ускорительной лаборатории имени Энрико Ферми, нобелевский лауреат Леон Ледерман в своей книге в шутку назвал бозон Хиггса «частицей Бога», и это название приклеилось к бозону, хотя по началу он хотел назвать его «проклятой частицей», но этот вариант был опровергнут редактором [2, 3].

Что бы понять, что такое хиггсовское поле и сам бозон Хиггса, приведем самый простой для наглядности пример: представьте вечеринку в зале, равномерно заполненную людьми, болтающими друг с другом. Тут в зал входит знаменитость, и все люди устремляются к ней для общения, не давая проходу. Вследствие чего у перемещающейся знаменитости появляется дополнительная масса – это аналогия приобретенной частицей массы, движущейся сквозь хиггсовское поле. Теперь представим, что один из участников вечеринки появился в дверях и что-то сказал рядом стоящему человеку. Таким образом, слух начал распространяться от одного к другому, в результате чего получилась «волна». Слух, передающийся по цепочке и притягивающий к себе соседей – это аналог бозона Хиггса.

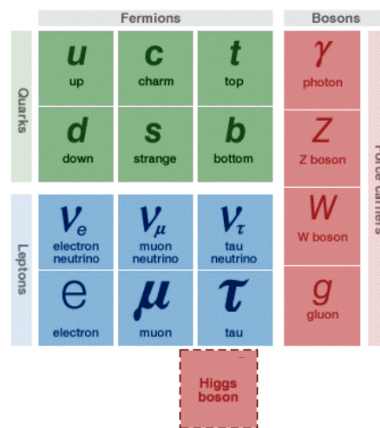


Рис. 1 Стандартная модель

Обнаружение бозона Хиггса и экспериментальное подтверждение теории «Стандартной модели взаимодействия элементарных частиц» было одной из целей создания Большого адронного коллайдера – самого большого из существующих на сегодня ускорителя заряженных частиц. Он предназначен для воссоздания условий, бывших во Вселенной на момент Большого взрыва, случившегося 13 миллиардов лет назад.

Поиски бозона Хиггса продолжались несколько лет. И вот, наконец, 4 июля 2012 года на научном семинаре CERN, проходившей в Швейцарии в рамках научной конференции в Мельбурне было сделано сенсационное сообщение. Предварительные результаты экспериментов на детекторах ATLAS и CMS по поиску бозона Хиггса за первую половину 2012 года дают основания полагать, что оба детектора обнаружили частицу, похожую на бозон Хиггса, т.к. она самый тяжелый из всех обнаруженных бозонов. На конференцию были приглашены «авторы» механизма Хиггса: Питер Хиггс, Роберт Бруот, Франсуа Энглерт, Карл Хаген, Том Киббл и Джеральд Гуральник [4].

Возникает вопрос: какая польза от открытия бозона Хиггса? Если мы вспомним открытия величайших ученых прошлого – Фарадея и его исследований электромагнитного поля, Максвелла с теорией электромагнитных взаимодействий, то вряд ли они могли предположить, что их труды приведут к созданию компьютеров, мобильных телефонов, электроприборов и т. п. Поэтому открытие бозона Хиггса – это своеобразная дверь в тайны устройства Вселенной, новый путь, который будет исследоваться физиками-теоретиками в ближайшие 100 лет.

По состоянию на конец XX века все предсказания Стандартной модели подтверждались экспериментально с очень высокой точностью. Долгое время считалось, что для торжества Стандартной модели необходимо открыть ее последнюю частицу – «частицу Бога». В последнее время стали появляться результаты, в которых предсказания Стандартной модели слегка расходятся с экспериментом, и даже явления, крайне трудно поддающиеся интерпретации в её рамках. Очевидно, что Стандартная модель не может являться последним словом в физике элементарных частиц, ибо она содержит слишком много внешних параметров, а также не включает гравитацию. Поэтому поиск отклонений от Стандартной модели (так называемой «новой физики») – одно из самых активных направлений исследования на Большом адронном коллайдере.

Литература.

1. Ипатов П. А. Общая теория взаимодействий [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [www.b-i-o-n.ru/theory/stroenie-fisicheskogo-vakuuma/proton/](http://www.b-i-o-n.ru/theory/stroenie-fisicheskogo-vakuuma/proton/).
2. В ЦЕРНе заявили, что «поймали» «частицу Бога» // Файл.РФ. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://file-rf.ru/news/8114>
3. P. W. Higgs. Broken Symmetries and the Masses of Gauge Bosons // Phys. Rev. Lett.– 1964. – Vol. 13. P. 508–509.
4. Физики объявили, что нашли частицу, похожую на бозон Хиггса // Газета.RU. [электронный ресурс] – Режим доступа. [http://www.gazeta.ru/science/2012/07/04\\_a\\_4663465.shtml](http://www.gazeta.ru/science/2012/07/04_a_4663465.shtml).

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ПРИ РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЯХ**

*А.Л. Игешева, В.В. Литвиненко, студенты гр. 10730, Э.Г. Соболева, к.ф.-м.н., доц.  
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451) 64432  
E-mail: [sobolevaeno@mail.ru](mailto:sobolevaeno@mail.ru)*

Рентгенологические обследования являются одними из наиболее распространенных в современной медицине. Рентгеновское излучение используется для получения простых рентгеновских снимков костей и внутренних органов, флюорографии, в компьютерной томографии, в ангиографии и пр.

Исходя из того рентгеновское излучение относится к группе радиационных излучений, оно (в определенной дозе) может оказывать негативное влияние на здоровье человека. Проведение большинства современных методов рентгенологического обследования подразумевает облучение обследуемого ничтожно малыми дозами радиации, которые совершенно безопасны для здоровья человека. Нам необходимо было разобраться: так ли это на самом деле?

Рентгеновские лучи являются видом электромагнитного излучения, другими формами которого являются свет или радиоволны. Характерной особенностью рентгеновского излучения является