

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОГРАММ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

И.И. БУРЯК, М.Е. МУЛТЫХ

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;
электронная почта: cubgtu.tssam@yandex.ru*

В исследовании обоснована актуальность изучения истории и практики реализации масштабного научного проекта Большого адронного коллайдера. Представлено краткое содержание теории Большого взрыва, призванной раскрыть генезис, развитие и современное состояние Вселенной. Изучены история создания и строительства коллайдера, перспективы углубления проекта, аргументы оппонентов. Показаны первые результаты и оценки итогов научно-практического эксперимента.

Ключевые слова: стандартная модель, «Новая физика», Большой взрыв, квантовая гравитация, коллайдер, адрон, бозон.

На рубеже XX–XXI столетий в условиях завершающей фазы научно-технической революции и генезиса информационного общества активные теоретические исследования и практические работы проводят учёные-физики, конструкторы и инженеры. Общемировой тенденцией стало объединение различных научных центров одной или нескольких стран для создания и эксплуатации крупных исследовательских проектов в направлении разработки и реализации программ нанотехнологий. Самая масштабная и содержательная из них – осуществление совместной инновационной программы теоретического обоснования, проектирования, конструирования, строительства и эксплуатации Большого адронного коллайдера (далее - БАК) – мощнейшего ускорителя заряженных частиц.

Изучение истории Большого коллайдера имеет важное актуальное значение как с точки зрения науки, так решения прикладных задач. История совместной деятельности мирового научного сообщества представляет также большой интерес и как учебно-методический материал для аспирантов и студентов, изучающих атомную физику, отдельные разделы механики, историю и философию мировой и отечественной науки и техники. Исторический аспект проблемы создания и эксплуатации БАК вызывает интерес у математиков,

физиков, философов, историков, политических деятелей и журналистов. В научной литературе и СМИ появляются соответствующие публикации. Большой интерес вызывает дискуссия на страницах Интернет о целесообразности проведения столь масштабного и небезопасного по мнению оппонентов эксперимента. Однако учёные-теоретики, инженеры и конструкторы находятся пока ещё на начальном пути в осуществлении международного проекта. Поэтому публикаций по истории БАК немного, и они далеко не исчерпали обозначенную проблему.

Актуальность истории создания и развёртывания программы БАК, недостаточная её изученность предопределили выбор авторами темы научного исследования: «Осуществление проекта большого адронного коллайдера – современная страница истории науки и техники». Нами определены цели научного поиска: кратко изложить концепцию Большого взрыва, в историческом аспекте раскрыть основные этапы реализации проекта БАК, показать его объективные трудности и первые результаты научно-технического эксперимента. При этом авторы не претендуют на исчерпывающее исследование.

Во второй половине 60-х годов прошлого столетия ученые-физики приступили к активным теоретическим исследованиям. Благодаря их трудам человечество намного приблизилось к пониманию многих процессов, происходящих в окружающем мире, ранее недоступных. Корифеями науки была предложена концепция Стандартной модели (СМ) происхождения Вселенной, называемой зачастую теорией Большого взрыва. Причина этого взрыва ученым неизвестна, однако они убеждены в том, что именно он вызвал процесс зарождения, дальнейшего развития и современного бытия Вселенной: возникновение материи, пространства, времени и их распространение. Они также исходят из предположения, что первопричиной всего является ничтожно малая частица материи. Найти этот главный «первокирпичик материи» – значит доказать реальность [1, с.124 - 126].

Погрузившись в мир элементарных частиц, ученые соприкоснулись с фактом вечного превращения веществ. Это предположение выдвинул еще И.Ньютон, который писал о том, что обращение «тел в свет и света в тело» вполне согласуется с ходом веществ в природе. Вместе с веществом пространство заполняют силовые поля: поле силы тяготения, электромагнитное поле, поле внутренних сил и т.д. Без полей было бы немислимо существование никаких частиц вещества, потому, что ничто не связывало бы материю в те образования, которые мы называем физическими телами. Эти идеи вошли в новую концепцию модели «Новая физика».

В конце XX века важнейшим направлением научных исследований становится изучение и познание структуры вещества на атомном уровне. Американский ученый Дональд Керст еще в 1956 году предложил столкнуть пучок протонов в вакууме на скорости, близкой к скорости света. Однако практические работы были начаты значительно позже в лабораториях США, Италии и СССР (Институт ядерной физики в Новосибирске). Исследованиям потребовались *коллайдеры – ускорители заряженных частиц на встречных потоках*, строительство и конструкция которых были чрезвычайно затратны и сложны. Они предназначались для разгона протонов и тяжелых ионов (ионов свинца) и изучения продуктов их соударений. Понимание происходящих при этом явлений нужно для построения более совершенной теории сильных взаимодействий, которая окажется полезной как для ядерной физики, так и астрофизики и поможет по мнению ученых приоткрыть тайну квантовой гравитации.

Ученым и инженерам потребовалось 15 лет, чтобы развернуть масштабное строительство и запустить первый в мире коллайдер. В 1971 г. заработал коллайдер AdA во Фраскате (Италия), затем – ВЭП-1 (встречные электронные пучки) в США. В последующие годы происходило усовершенствование конструкции коллайдеров. По своей архитектуре они подразделяются на линейные, кольцевые и адронные.

Первый и единственный линейный коллайдер SLC был построен и эксплуатировался в США в 1988 – 1989 гг. Первый кольцевой ускоритель – Большой электрон-позитронный коллайдер (LEP), был построен в специальном круговом подземном туннеле с длиной окружности 26,7 км на территории Франции и Швейцарии. Туннель расположен на глубине от 50 до 175 метров. На LEP были проведены первые успешные испытания в 1990 – 1992 гг. [2, с. 408].

Идея Большого адронного коллайдера (БАК) родилась в 1984 г. и была официально одобрена в научных кругах и правительствах развитых стран мира. Главная задача ученых состояла в том, что с помощью Большого адронного коллайдера провести эксперименты, которые ранее были невозможны и на их основе получить хотя бы первые подтверждения о состоятельности концепции «Новой физики» или Стандартной модели в физике элементарных частиц [3].

В кольцевом коллайдере при столкновении протонов происходит рождение целого пучка элементарных частиц с различными характеристиками. Дальнейшее исследование свойств и особенностей этого сложнейшего «букета», с точки зрения энергетической и массовой, намного расширит понимание мироздания. В свою очередь, руководитель проекта БАК Лин Эванс, приоткрывая завесу таинственности, сделал заявление: «Большой адронный коллайдер создан для того, чтобы с его помощью смоделировать Большой взрыв в лабораторных условиях» [4, с. 365].

Таким образом, очевидно, что области и цели исследований, проводимых на БАК, весьма сложны и не предсказуемы наверняка. Неслучайно поэтому, лауреат Нобелевской премии по физике Дэвид Гросс высказал мнение о том, что «работы на БАК позволят сделать такие открытия, о которых даже не подозреваем, и преодолеть барьер, с которым столкнулась фундаментальная физика сегодня». В связи с этим эксперименты на БАК неоднозначно позитивно оцениваются и принимаются в ученом мире, а также мировой общественностью, которую, естественно, беспокоят прежде всего вопросы безопасности. Значительная доля внимания со стороны представителей

общественности и СМИ, а также отдельных ученых связана с обсуждением катастроф, которые могут произойти в процессе функционирования БАК. Наибольшую популярность получило обсуждение опасности возникновения микроскопических черных дыр с последующей цепной реакцией захвата окружающей материи, последующей угрозой взрыва Вселенной, т.е. мгновенной ее гибели. В письме оппонентов организаторам эксперимента и руководителям ведущих стран мира утверждается, что ученые, ведущие эксперименты на БАК, не имеют четкого представления о том, как будут или могут развиваться события в период набора коллайдером полной мощности 16 ТэВ. Не вызовет ли огромная концентрация энергии столкновения протонов ее выброса и в конечном итоге мировой катастрофы? Авторы протестных писем предлагают срочно приостановить эксперименты и добиться авторитетной экспертизы БАКа профессионалами в вопросах техногенных катастроф, которые отвечают за безопасность государств и населения. Однако реакции не последовало [5].

Европейская организация ядерных исследований (далее – ЦЕРН) опубликовала программу, задачи и основные цели в рамках исследований на БАК и приступила к их реализации. Одной из основных целей проекта является экспериментальное доказательство существования **бозона Хиггса** – частицы микромира, предсказанной шотландским физиком Питером Хиггсом в 1964 г. в рамках разрабатываемой в те времена Стандартной модели. Какова же природа этой частицы? По мнению ученых, когда Вселенная начала остывать после Большого взрыва, сформировалась некая гипотетическая сила, известная еще как поле Хиггса. Материальными носителями этой силы, ее квантами и должны быть по идее бозоны Хиггса. Задача состояла в том, чтобы найти эти частицы и уловить их с помощью специальных ловушек (детекторов), предусмотренных конструкцией БАК.

Строительство БАК – одного из самых грандиозных приборов человечества – началось в 1991 г. с использованием конструкции уже построенного туннеля и части оборудования электрон-позитронного

коллайдера. «Большим» он назван из-за своих размеров, «адронным» – из-за того, что он ускорял адроны, т. е. тяжелые частицы, состоящие из кварков; «коллайдером» (англ. collider – сталкиватель) – из-за того, что пучки частиц ускоряются в противоположных направлениях и сталкиваются в специальных точках столкновения с энергией в миллион раз большей, чем получают частицы при взрывах водородных бомб. Частота таких столкновений составляет сотни миллиардов раз в секунду.

БАК построен по программе Европейского центра ядерных исследований, управляется им и является самой крупной экспериментальной установкой в мире. На коллайдере работают мощные детекторы (четыре основных, два из которых построены российскими специалистами и три вспомогательных), используются 1624 сверхпроводящих магнита, общая длина которых превышает 22 км. Магниты работают при температуре (минус 271 °С), что намного ниже температуры перехода гелия в сверхтекучее состояние. В строительстве и исследованиях участвовали и продолжают работать более 10 тыс. ученых и инженеров из более чем 100 стран, в том числе из России – более 700 чел. Затраты на сооружение БАК в 2013 г. превышали 10 млрд. дол. Затраты России составили примерно 10 % от всех затрат на конец 2013 г. [3,6, с. 6-7].

Официальный запуск коллайдера был произведен 10 сентября 2008 г. Запущенные пучки протонов успешно прошли весь периметр коллайдера как по часовой так и против часовой стрелки. Однако 19 сентября произошла авария, потребовалось время на ликвидацию ее последствий. 20 ноября 2009 г. коллайдер заработал вновь и 9 декабря состоялось первое столкновение пучков протонов. В последующие годы начался длительный сеанс работы БАК. Энергия столкновения постепенно наращивалась, проводились масштабные научные исследования. С 7 ноября 2010 г. в течение месяца БАК работал в режиме столкновения ядер с полной энергией 5,74 ТэВ. В начале 2013 г. мощность БАК доведена до 8,0 ТэВ [3].

Огромная энергия по сравнению с предшествующими коллайдерами позволила БАК «заглянуть» в недоступную ранее область энергий и получить научные результаты, накладывающие ограничения на ряд теоретических моделей. Многогранные итоги исследований вместе с тем уже сейчас открывают большие перспективы в познании микромира, строения материи и тайны зарождения галактик.

Охарактеризуем только один из важнейших итогов работы ученых на БАК – открытие новой частицы микромира. 4 июля 2012 г. физики ЦЕРН в Швейцарии на обширной пресс-конференции сделали сенсационное заявление о научном открытии века – ранее неизвестной частицы, похожей по своим физическим параметрам на бозон Хиггса. Новая частица появилась в результате столкновений пучков протонов, проявила себя во взаимодействиях с уже известными элементарными частицами и была «захвачена» специальными ловушками. Из интервью с профессором физики Ливерпульского университета Тарой Ширс: «Бозон Хиггса нужен нам, чтобы объяснить что такое масса. На самом деле мы нуждаемся в нем, чтобы понять Вселенную. Не будь у частицы массы, не было бы звезд и даже атомов. Открытие Хиггса подтверждает, что мы применяем правильный подход, чтобы понять и объяснить Вселенную». Таким образом, ученые доказали, что массой наделяют частицы именно бозон Хиггса [3].

Для того, чтобы провести новые эксперименты, призванные подтвердить долгожданный результат и расширить его границы, руководство ЦЕРН планирует вывести Большой адронный коллайдер на полную мощность и провести новые исследования. В 2014 г. и последующие годы будут проводиться работы по реконструкции коллайдера, в результате планируется увеличить энергию столкновения протонов до 14 ТэВ. На завершающем этапе эксперимента в 2034 г. энергия протонов будет увеличена до 16 ТэВ. После этого Большой адронный коллайдер будет демонтирован и в освободившемся туннеле смонтирован коллайдер нового поколения, мощность которого превысит в 10 раз мощность действующего БАК.

На современном этапе ядерных исследований вернулись к конструкции линейного коллайдера. Уже ведутся конструкторские работы над Международным линейным коллайдером (International Linear Collider, ILC), его длина составит 31 км. Он обеспечит электрон-позитрон столкновения с энергией 500 ГэВ. Предполагается, что создание коллайдера нового поколения будет вестись сообща учеными всего мира [2, с. 10].

В заключение отметим, что научные исследования и эксперименты на Большом адронном коллайдере имеют исключительно большое теоретическое и практическое значение, позволяющее науке значительно продвинуться вперед в познании микромира и Вселенной. Однако ученые - физики вместе с тем осторожны и говорят о том, что полученные уже результаты следует считать предварительными, так как коллайдер работал «вполсилы» и количество зарегистрированных новых частиц еще слишком мало, чтобы точно судить об их свойствах. Вместе с тем, если обнаруженная частица окажется долгожданным бозоном Хиггса, то можно будет считать строительство Стандартной модели законченным. Если же это не подтвердится, то обнаруженная частица все же приоткроет путь к пониманию природы таинственных «темной материи» и «темной энергии», которым принадлежит подавляющая часть массы Вселенной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зеленов Л.А., Владимиров А.А., Щуров В.А. История и философия науки: учеб. пособие. - М.: Наука, 2008. – 472 с.
2. 100 великих достижений в мире техники. – М., 2012. – 360 с.
3. Википедия. Большой адронный коллайдер: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>.
4. Рылев Ю.И. 6000 изобретений XX и XXI веков, изменивших мир. – М.: Эксмо, 2012. – 432 с.
5. Большой адронный коллайдер БАК. Опасность апокалипсиса: <http://kollaideru/net/>.
6. Ковальчук М.В. Идеология нанотехнологий. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ИКЦ «Академия», 2011. – 224 с.

REFERENCES

1. Zelenov L.A., Vladimirov A.A., Shchurov V.A., *Istoriya i filosofiya nauki* (History and philosophy of science), Moscow, 2008, 472 p.
2. *100 velikikh dostizheniy v mire tekhniki* (100 great achievements in the world of technics), Moscow, 2012. 360 p.
3. *Wikipedia. Bolshoy adronnyy kollyayder* (Large Hadron Collider), <http://ru.wikipedia.org/wiki/>.
4. Rylev Yu.I., *6000 izobreteniy XX i XXI vekov, izmenivshikh mir* (6000 inventions of the century that changed the world), Moscow, 2012, 432 p.
5. *Bolshoy adronnyy kollyayder BAK. Opasnost apokalipsisa* (Large Hadron Collider LHC. The danger of the Apocalypse), <http://kollaideru/net/>.
6. Kovalchuk M.V., *Ideologiya nanotekhnologiy* (The ideology of nanotechnology), Moscow, 2011, 224 p.

*PROJECT IMPLEMENTATION OF THE LARGE HADRON COLLIDER IS THE
MODERN PAGE OF HISTORY OF SCIENCE AND ENGINEERING*

I.I. BURYAK, M.E. MULTYKH

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072;
e-mail: cubgtu.tssam@yandex.ru*

The importance of studying history and implementation of a large-scale scientific project – the Large Hadron Collider has been proved. A short review of the Big Bang theory, aimed at hish lightins the genesis, development and the current state of the Universe is made. The history of creation and construction of the collider, prospects of making a more profound use of the project, arguments of the opponents studied. The first results and estimates of the scientific and practical experiment have been shown.

Key words: standard model, “New physics”, Big Bang, quantum gravitation, collider, hadron, boson.