

THE HIGGS BOSON HAS BEEN DISCOVERED! NOW WHAT?

Yu. Khlopkov, Doctor of Mathematical and Physical sciences,
Full Professor
M.M. Zay Yar, Candidate of Mathematical and Physical sciences,
Doctoral Candidate
I. Agaeva, Student
A. Khlopkov, Software Engineer
Moscow Institute of Physics and Technology, Russia

The Higgs (Higgs Boson), a peculiar catalyst of formation of mass of the Universe after the Big Bang, was theoretically predicted by the English physicist Peter Higgs in 1964. July 4, 2012 experiments on the Large Hadron Collider have revealed a mysterious particle with a mass of $125 \text{ GeV}/c^2$ which appeared to be the Higgs Boson. What are the future ways of development of physics, as well as our Universe? Authors of this report consider several scenarios of this development.

According to the Big Bang theory, evolution of the Universe depends on the experimentally measurable parameter – the average density of matter in the modern Universe. There are two evolution scenarios. If the density does not exceed a certain (theoretically known) critical value, the Universe will eternally expand forever. If the density becomes higher than critical, the process of expansion will eventually stop launching the reverse phase of compression returning the Universe to the initial singular state. Modern experimental data concerning the average density value are still insufficiently reliable to make an unambiguous choice between two options of the future of the Universe.

Conference participants,
National Research Analytics Championship,
Open European-Asian Research Analytics Championship

ОТКРЫТ БОЗОН ХИГГСА! ЧТО ДАЛЬШЕ?

Хлопков Ю.И., д-р физ.-мат. наук, проф.
Зея М.М., канд. физ.-мат. наук, докторант
Агаева И., магистрант
Хлопков А.Ю., инженер-программист
Московский физико-технический институт, Россия

Хиггсон (Higgs boson), своеобразный катализатор образования массы Вселенной после Большого Взрыва, был предсказан английским физиком Питером Хиггсом теоретически в 1964 году. Эксперименты на Большом Адронном Коллайдере 4 июля 2012 года обнаружили таинственную частицу с массой $125 \text{ GeV}/c^2$, которая и оказалась бозоном Хиггса. Каковы пути развития дальнейшего развития физики, да и нашей Вселенной? В работе рассматриваются некоторые сценарии этого развития.

Согласно теории Большого взрыва, эволюция Вселенной зависит от экспериментально измеримого параметра – средней плотности вещества в современной Вселенной. Существуют два сценария эволюции. Если плотность не превосходит некоторого (известного из теории) критического значения, Вселенная будет расширяться вечно, если же плотность больше критической, то процесс расширения когда-нибудь остановится и начнётся обратная фаза сжатия, возвращающая Вселенную к исходному сингулярному состоянию. Современные экспериментальные данные относительно величины средней плотности ещё недостаточно надёжны, чтобы сделать однозначный выбор между двумя вариантами будущего Вселенной.

Участники конференции,
Национального первенства по научной аналитике,
Открытого Европейско-Азиатского первенства по научной аналитике

*Раз в сто двенадцать миллиардов лет
физики всей Вселенной собираются вместе
и строят БАК (Большой Адронный Коллайдер)
студенческий фольклор*

В 1964 г. Пензиас и Уилсон открыли совершенно неожиданный факт - Вселенная буквально пронизана микроволновым излучением. Теперь мы называем его реликтовым электромагнитным излучением и важным, хотя и косвенным, подтверждением теории Большого взрыва – лучшей на сегодняшний день теории о происхождении Вселенной. За то, что они поверили полученным данным, несмотря на их полную неожиданность, Пензиас и Уилсон получили Нобелевскую премию по физике за 1978 год.

Частица хиггсон (Higgs boson), своеобразный катализатор образования материи нашей Вселенной, был предсказан английским физиком Питером Хиггсом тоже в 1964 году. И только 4 июля 2012 в эксперименте на Большом Адронном Коллайдере была обнаружена таинственная частица с массой $125 \text{ GeV}/c^2$, которую через год признали бозоном Хиггса,

что явилось дополнительным косвенным доказательством существования Большого взрыва и, за что Хиггс получил Нобелевскую премию по физике за 2013 год. Таким образом, благодаря экспериментам на адронном коллайдере современная физика приблизительно установила очертания нашей Вселенной. Открытие бозона Хиггса, его еще называют «частица Бога», обозначило нулевую точку отсчета нашей Вселенной. Но обострило целый ряд фундаментальных вопросов. В частности, остаются открытыми «извечные» вопросы физики: об ОТП (Общая Теория Поля), о главной неизвестной мировой константе, которая возможно позволит в будущем замкнуть ОТП и о конечной точке существования Вселенной. Даже нулевая точка отсчета Вселенной и реликтовым излучением, и бозоном Хиггса доказывается все-таки только косвенно. Для моделирования

Большого взрыва энергии адронного коллайдера в 10^3 GeV все-таки недостаточно – необходимо, по крайней мере, на 16 порядков больше.

Согласно теории Большого взрыва, эволюция Вселенной зависит от экспериментально измеримого параметра – средней плотности вещества в современной Вселенной. Существуют два сценария эволюции. Если плотность не превосходит некоторого (известного из теории) критического значения, Вселенная будет расширяться вечно, если же плотность больше критической, то процесс расширения когда-нибудь остановится и начнётся обратная фаза сжатия, возвращающая Вселенную к исходному сингулярному состоянию. Современные экспериментальные данные относительно величины средней плотности ещё недостаточно надёжны, чтобы сделать однозначный выбор между двумя вариантами будущего Вселенной.

На рис. 1. представлен один из наименее раздражающих физиков сценариев расширения Вселенной от Большого взрыва до наших дней. Итак, мы живем примерно на 10^{18} секунде существования Вселенной от момента ее образования! Что будет дальше, мы не знаем и, научно обоснованно прогнозировать развитие ситуации возможности лишены. В таких случаях, как правило, идут двумя путями. Пытаются хотя бы грубо, например, линейно составить прогноз, либо полагаются на авторитеты, которые эти ситуации наверняка осмысливали, например, религиозных философов [1]. Начнем со второго.

В 1951 году Папа Римский Пий XII объявил, что теория Большого взрыва не противоречит католическим представлениям о создании мира. Известно, что в православии также существует положительное отношение к этой теории. Консервативные протестантские христианские конфессии также приветствовали теорию Большого Взрыва, как поддерживающую историческую интерпретацию учения о творении. Некоторые мусульмане стали указывать на то, что в Коране есть упоминания Большого

взрыва. Согласно индуистскому учению, у мира нет начала и конца, он развивается циклично. В буддизме, например, также все происходит циклично и начало и конец Вселенной здесь конкретно связывается с дыханием Брахмы. Попробуем исследовать оба пути.

Вслед за религиозными философами предположим, что процессы во Вселенной и сама Вселенная имеют циклический характер и имеют начало и конец. В этом контексте начальную точку – Большой взрыв – мы установили.

Следуя рассуждениям Макса Планка [2], обратимся к фундаментальным понятиям нашего мира – мировым константам. Это некие таинственные константы, не следующие не из какой теории, а полученные, исключительно, экспериментально. Причем только с той точностью, какую дают испытательные приборы. Это довольно большая система констант, проявляющаяся в различных областях науки. Но лучше всего они изучены в физике. Причем некоторые из них лежат в основе целых научных дисциплин.

Так в основании всей классичес-

кой механики лежит гравитационная константа Ньютона, им же и определенная экспериментально

$$G \approx 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2/(\text{кг} \cdot \text{с}^2) [\text{L}^0 \text{T}^0] - \text{гравитационная постоянная.}$$

В основании термодинамики Кельвина-Томпсона, гидродинамики Эйлера, молекулярно-кинетической теории Больцмана лежит обратная числу Авогадро, постоянная Больцмана

$$k \approx 1.4 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}^0}.$$

В основании электромагнитной теории лежат константы Максвелла

$$\epsilon_0 \approx 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м} [\text{L}^0 \text{T}^0] - \text{электрическая постоянная и ее производная}$$

$$\mu_0 = c^2/\epsilon_0 \approx 1.26 \cdot 10^{-6} \text{ Г/м} [\text{L}^{-2} \text{T}^2] - \text{магнитная постоянная}$$

В основании теории относительности Эйнштейна лежит константа

$$c \approx 2.99 \cdot 10^8 \text{ м/с} [\text{L}^1 \text{T}^{-1}] - \text{скорость света}$$

В основании квантовой механики, ответственной за волновые свойства вещей лежит



Рис. 1. Один из сценариев расширения Вселенной от Большого взрыва до наших дней

$h \approx 1.05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с [$L^5 T^{-3}$] – постоянная Планка

Здесь в квадратных скобках указана размерность констант в пространственном – [L] и временном – [T] масштабах. Об этом мы поговорим ниже.

Мировые константы имеют настолько фундаментальное значение, что некоторые исследователи физику представляют на осях этих постоянных. Например, классическую физику наглядно представить на осях констант, каждая из которых отвечает за соответствующий раздел физики: в начале координат – механика Ньютона; по оси G – классическая гравитация, также разработанная Ньютоном; по оси ϵ_0, μ_0 – электродинамика Максвелла, k – термодинамика Томпсона, гидродинамика Эйлера и молекулярная физика Больцмана.

И современные физические теории можно наглядно представить на осях мировых констант рис 3. По оси x отложим константу Планка – h, которая показывает, насколько в исследуемой области существенны волновые свойства материи. По оси y отложим гравитационную постоянную – G, показывающую степень важности гравитационного взаимодействия – Классическая Астрофизика – Cl. Astr. Ph. По оси z отложим константу, обратно пропорциональную скорости света 1/c. Эта ось будет характеризовать существенность релятивистских эффектов. В начале координат такой системы располагается там, где ей и положено быть - классическая физика Ньютона – Cl. Ph. Это мир, окружа-

ющих нас в обыденной жизни предметов, и в этой области не важны не гравитационные, за исключением ускорения свободного падения, не волновые, не релятивистские эффекты.

Классическая физика в настоящее время полностью завершена, находится в прекрасном соответствии с экспериментом и описывает широкий круг явлений, включающий механику, завершённую ещё самим Ньютоном, термодинамику и молекулярную физику, гидродинамику, электродинамику Максвелла. Классическая гравитация, тоже открытая и сформулированная Ньютоном, также является завершённой теорией и идеально описывает строение Солнечной системы и практическую космонавтику – движение искусственных спутников Земли и других космических летательных аппаратов.

Квантовая механика прекрасно описывает волновые свойства материи, если не учитывать субсветовые скорости движения тел и мощное гравитационное поле. В стадии разработки находятся релятивистская квантовая механика, гравитационная теория относительности, квантовая астрофизика. И совершенно белым пятном является теория, объединяющая всю современную физику, та самая ОТП – Общая Теория Поля, о которой говорилось вначале. К слову, в списке Millenium Prize Problem \$1 млн. за решение, ОТП фигурирует как «Проблема Янга-Миллса. Вывод уравнений Общей Теории Поля». Возможно, уравнения Общей Теории Поля после того, как будет открыта

новая мировая константа.

Планк рассматривал некоторые из мировых констант (G, c, h), участвующих в законах сохранения энергии и принципе неопределённости – основных законах современной физики

$$m \cdot c^2 = h \cdot \nu = G \frac{m^2}{l^2} \cdot l,$$

$$l \cdot m \cdot c = h.$$

Пользуясь этими соотношениями, Планк определил массу, которая впоследствии получила имя собственное

$$m_{pl} = \sqrt{\frac{h \cdot c}{G}} \approx 2,2 \cdot 10^{-8} \text{ кг } [L^3 t^2] -$$

масса Планка,

а также длину l_{min} и время t_{min} Планка

$$l_{min} = h / (m_{pl} \cdot c) \approx 1,6 \cdot 10^{-35} \text{ м } [L^{1t^0}] -$$

длина Планка

$$t_{min} = l_{min} / c \approx 5,4 \cdot 10^{-44} \text{ с } [L^0 t^1] -$$

время Планка

По поводу смысла этих констант до сих пор не утихают научные дискуссии. Если по поводу длины Планка и времени Планка споры поутихли (договорились, что это минимальные пространственный 10^{-33} см и временной интервалы 10^{-44} с), то по поводу массы

Планка 10^{-8} кг, споры ведутся до сих пор. 10^{-8} кг – это вполне осязаемая частица! У нас тоже есть на этот счет свои соображения, но это не тема настоящей статьи.

Теперь вспомним о размерностях величин, стоящих в квадратных скобках. Размерности [L, T] для выполне-

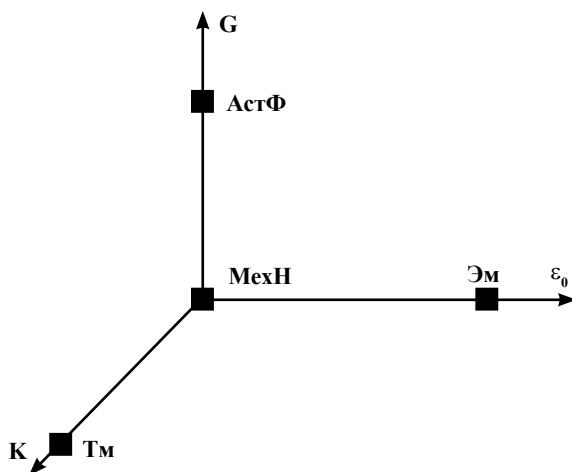


Рис. 2. Структура классической физики

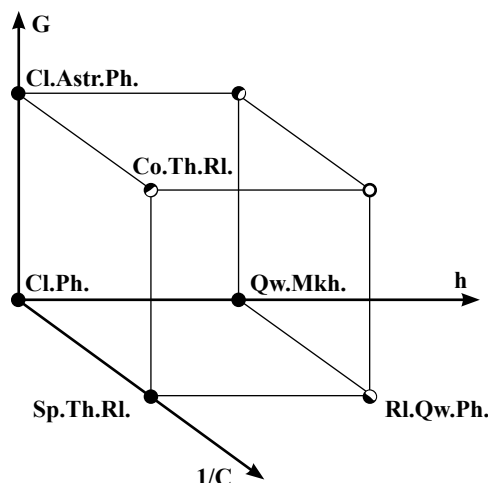


Рис. 3. Структура современной физики

ния тех оценок, о которых говорилось вначале, очень удобны. Впервые их ввел в 1873 году Максвелл [3]. «Физическая величина является универсальной тогда и только тогда, когда ясна ее связь с пространством и временем». Категории пространства-времени становятся настолько основополагающими, что их изменение влечет за собой изменение общего подхода к описанию явлений природы. Одно из них – осознание того, что масса есть одна из форм энергии, выраженное великим уравнением $E = mc^2$.

Второе – это то, что теория относительности делает пространственно-временной язык описания физических процессов абсолютным и обосновывает формальный приём Максвелла – выражения всех физических величин в размерностях пространства – L и времени – T. Этими координатами пользовались Пуанкаре, Бор, Эйнштейн, Вернадский. Известный советский физик и авиаконструктор Роберт Бартини привел размерности L и T в систему. [4]. Кстати, масса в этих координатах имеет размерность $[L^3T^{-2}]$. По аналогии с рассуждениями Планка максимальные пространственные и временные интервалы, составленные из мировых констант $l_{max} = 10^{44}$ а и $t_{max} = 10^{35}$, что, кстати, соответствует условию симметрии.

References:

1. Khlopkov Yu. I., Zeya M'о M'int, Khlopkov A. Yu. Analiz yazykov nauki, iskusstva i religii pri poluchenii novogo znaniya [The analysis of the language of science, art and religion in obtaining new knowledge]. Materials digest of LXX International Research and Practice Conference “Language means of preservation and development of cultural values”. – London., IASHE, Nov 14-20, 2013.

2. Maks Plank i filozofiya: Sbornik Statei. Per. s nem. [Max Planck and Philosophy: Collection of reports. Translated from the German]. – Moskva., Inostrannaya literature [Foreign literature]., 1963. – 63 p.

3. Dzh. K. Maksvell. Traktat ob elektrichestve i magnetizme [A Treatise on Electricity and Magnetism] – Moscwa., Nauka [Science], 1989.

4. Bartini R. Kinematicheskaya sistema fizicheskikh velichin [Kinematic system of physical values]., DAN SSSR, No. 4, 1965.

Литература:

1. Хлопков Ю.И., Зейя Мью Мьинт, Хлопков А.Ю. Анализ языков науки, искусства и религии при получении нового знания // Materials digest of LXX International Research and Practice Conference “Language means of preservation and development of cultural values”. – London: IASHE, Nov 14-20, 2013.

2. Макс Планк и философия: Сб. статей / Пер. с нем.. – М.: Иностран. лит-ра, 1963. – 63 с.

3. Дж. К. Максвелл. Трактат об электричестве и магнетизме. – М.: Наука, 1989.

4. Бартини Р. Кинематическая система физических величин. ДАН СССР, № 4, 1965.

Information about authors:

1. Yuri Khlopkov - Doctor of Mathematical and Physical sciences, Full Professor, Moscow Institute of Physics and Technology; address: Russia, Zhukovsky city; e-mail: khlopkov@falt.ru

2. Zay Yar Myo Myint - Candidate of Mathematical and Physical sciences, Doctoral Candidate, Moscow Institute of Physics and Technology; address: Russia, Zhukovsky city; e-mail: zayarmyomyint@gmail.com

3. Ilakha Agaeva– Student, Moscow Institute of Physics and Technology, Russia, Zhukovsky city; e-mail: khlopkov@falt.ru

4. Anton Khlopkov - Software Engineer, Moscow Institute of Physics and Technology; address: Russia, Zhukovsky city; e-mail: khlopkov@falt.ru



А студент МФТИ перевернул представление о масштабах в нашей Вселенной – от тех, где квантуется время, до тех, когда горы плещутся, словно морские волны и величавые галактики плывут как серебристые облака

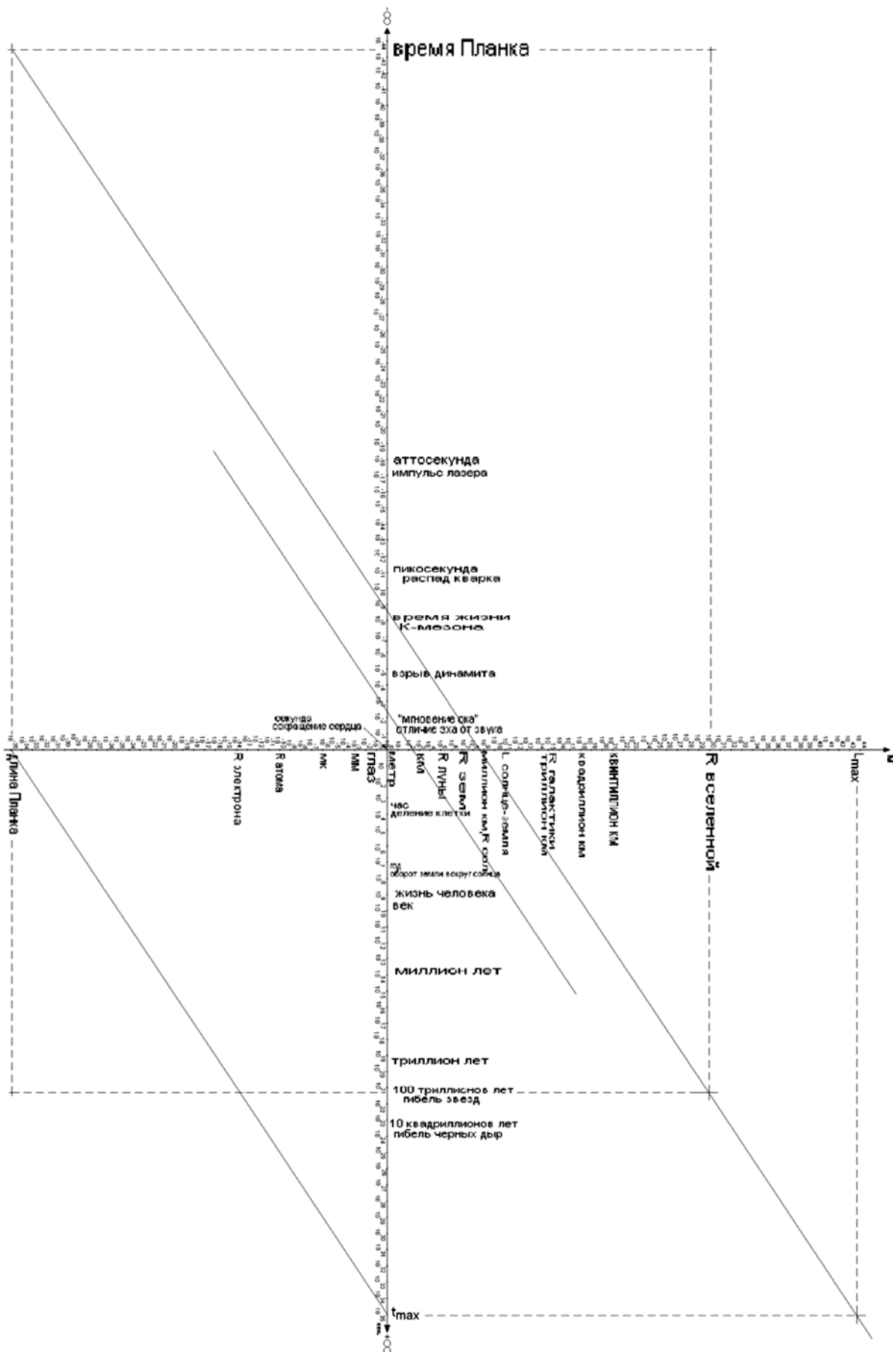


Рис. 4. Очертания Вселенной