

О зависимости физических величин массы, длины и времени

Юсупов Р.А.

свободный исследователь,

Виртуальный университет, лаборатория диалектического материализма, физики и
космологии,

690018, г. Владивосток, Российская Федерация

07 июля 2016 года

В настоящей статье рассматривается проблема натуральных физических величин. Эта проблема рассматривалась многими физиками. Можно назвать такие имена, как Джордж Стоуни или Макс Планк. С именем последнего в физике связаны так называемые планковские величины массы, длины и времени. Эти величины являются кандидатами в натуральные единицы природы. С другой стороны физические величины масса, длина и время считаются независимыми величинами в теории современной физики. Автор сделал предположение, что эти величины зависимы. В природе есть очень прочная неразрывная материальная связь, которая соединяет их воедино. Это фундаментальный закон природы. Познав этот закон, мы решаем проблему натуральных физических величин.

Ключевые слова: природа, время, физические величины, планковские величины, натуральная система единиц

PACS numbers: **06.20.Fn, 06.20.Jr, 11.10.Cd, 11.90.+t**

Содержание

- 1. Введение (1).**
- 2. Планковская система (3).**
- 3. Определяющие уравнения для фундаментальных величин (5).**
- 4. Планковские величины, как основные величины (7).**
- 5. Гипотезы о природе (8).**
- 6. Фундаментальная гипотеза (10).**
- 7. Следствия из фундаментальной гипотезы (12).**
- 8. Натуральная система единиц (14).**
- 9. Заключение (18).**
- Список литературы (19).**

1. Введение

Идея дискретности материальной природы с давних пор привлекает внимание многих людей. Если природа дискретна, то это должно проявиться на микроуровне. Если природа дискретна, то должен быть минимальный порог делимости материи. Всё в мире, в окружающей нас природе является материей, находящейся в движении.

Элементарными материальными частицами, известными сегодня, являются элементарные частицы. Возможно, с размером какой-либо из этих элементарных частиц природа связала свою минимальную длину. Возможно, в природе есть некоторый периодический процесс, с которым связано природное время и минимальная временная длительность. Шагом в раскрытие тайны природы и её дискретности служит система планковских величин, введённая в оборот более ста лет назад Максом Планком. В настоящей статье предпринята попытка продвинуться в этом направлении дальше вглубь природы.

Идея планковских величин, как представляется автору лежит в русле идеи дискретности мира, природы, мироздания. Эта дискретность должна проявляться на планковских масштабах бытия. Мы на нашем уровне, на макроуровне воспринимаем мир непрерывным. Но наличие элементарных частиц являются свидетельством дискретности природы на уровне элементарных частиц. Признание дискретности неразрывно связано с допущением пустоты, окружающей дискретные материальные частицы. Если же не считать природу дискретной, то следует предположить, что она всё же дискретно-непрерывная. В природе есть дискретные элементарные частицы, и они должны быть окружены некоторым аналогом непрерывной материи, например эфира. Автор придерживается взгляда, что природа должна быть простой в своей основе, а этому в большей мере соответствует только предположение о дискретности природы. Автор придерживается материалистического взгляда на природу. Природа есть объективная реальность, независимая от нашего сознания. Всё окружающее нас принадлежит природе. Все явления и процессы происходят в природе. Человек сам является частью природы. Природа материальна. Все предметы и объекты материальны, состоят из материи в конце концов. В природе нет ничего, чтобы не было вечно движущейся материей. Материя и движение это неразделимые сущности. Движение является неотъемлемым атрибутом материи. Материя существует во времени и в пространстве. Материя является неуничтожимой сущностью природы. Наряду с этим автор выдвигает две рабочие гипотезы. В современной физике определены несколько физических величин, которые носят название планковских, - это масса, длина, время и др. В физике

также упоминается планковская я частица – это гипотетическая элементарная частица, которая имеет планковскую массу. Автор сделал предположение, что такая частица реально существует в природе. Именно планковская я частица, по мнению автора, является материальным носителем в природе «естественных единиц измерений», таких как длина и масса. Это первая гипотеза автора. Ещё одно предположение автора состоит в том, что физические величины масса, длина, время являются зависимыми величинами. Это вторая гипотеза автора. Развернутые обоснования этих гипотез даны в настоящей статье. Обе эти гипотезы позволяют естественным образом решить проблему «естественных единиц измерения» поставленную более ста лет назад Максом Планком.

2. Планковская система

Макс Планк — немецкий физик-теоретик, основоположник квантовой физики. В русской Википедии в статье «Планковские единицы» даётся следующее определение:

«Плáнковские едини́цы — система единиц измерения, одна из естественных систем единиц. Впервые предложена в 1899 году Максом Планком на основе скорости света c , гравитационной постоянной G и двух введенных им новых постоянных теории теплового излучения a и b (они отличаются от современных постоянных h/k и h на безразмерные множители). Первоначально планковские единицы были введены в докладе, сделанном 18 мая 1899 года на заседании Академии наук в Берлине и посвящённом обзору теории явлений теплового излучения, рассматриваемых с точки зрения электромагнитной теории света, и значению второго начала термодинамики в ней»¹. В «Избранных трудах» М. Планка, мы читаем: «Все до сих пор используемые системы единиц, в том числе так называемая абсолютная СГС-система, обязаны своим происхождением пока что случайному стечению обстоятельств, поскольку выбор единиц, лежащих в основе каждой системы, сделан не исходя из общей точки зрения, обязательно приемлемой для всех мест и времен, но исключительно исходя из потребностей нашей земной культуры ... В связи с этим представляло бы интерес заметить, что, используя обе постоянные a и b , ... мы получаем возможность установить единицы длины, массы, времени и температуры, которые не зависели бы от выбора каких-либо тел или веществ и обязательно сохраняли бы своё значение для всех времен и для всех культур, в том числе и внеземных и нечеловеческих, и которые поэтому можно было бы ввести в качестве «естественных единиц измерений»» [1, с. 232]. Макс Планк говорит о «естественных единицах измерения». Не только он один интересовался этим вопросом и думал, размышлял над этой проблемой, проблемой существования в

¹Википедия: https://ru.wikipedia.org/wiki/Планковские_единицы.

природе естественных единиц измерения. Но нам важно лишь подчеркнуть, что мысль человека не удовлетворялась, по сути дела произвольно выбранными единицами измерения (СГС, СИ), применяемыми в практике, а шла дальше и глубже в поиске «естественных единиц измерения». Человек задумывался и активно искал в природе естественные эталоны для используемых им мер длины, массы и времени. Одним из таких людей и был М. Планк. В упомянутой выше статье из википедии говорится: «В 1900 году Макс Планк предложил новый закон излучения (закон Планка), в котором фигурировали две новые постоянные h и k . В 1906 году Планком была предложена система на основе постоянных физических величин c , G , h и k . Ныне под планковской системой понимается система единиц, в которой в качестве основных единиц выбраны следующие константы ...». Далее в статье перечисляются эти константы. Всего этих констант пять. Это, согласно википедии, основные планковские единицы. Приведём эти константы в более удобной для нашего понимания форме вместе с их значениями. Для этого воспользуемся таблицей «Фундаментальные физические постоянные», расположенной на сайте NIST². Представим эти физические величины, эти основные планковские единицы в виде следующего списка:

1. $c = 299\,792\,458\text{ m s}^{-1}$ — скорость света (электродинамическая постоянная),
2. $G = 6.674\,08(31) \times 10^{-11}\text{ m}^3\text{ kg}^{-1}\text{ s}^{-2}$ — гравитационная постоянная Ньютона,
3. $\hbar = 1.054\,571\,800(13) \times 10^{-34}\text{ J s}$ — постоянная Дирака (постоянная Планка, делённая на 2π : $\hbar = h/2\pi$), редуцированная постоянная Планка;
4. $k = 1.380\,648\,52(79) \times 10^{-23}\text{ J K}^{-1}$ — постоянная Больцмана,
5. $k_C = (4\pi\epsilon_0)^{-1} = 8.987\,551\,788 \dots \times 10^9\text{ m F}^{-1}$ (exact) — коэффициент пропорциональности в законе Кулона, где
 $\epsilon_0 = (\mu_0 c^2)^{-1} = 8.854\,187\,817 \dots \times 10^{-12}\text{ F m}^{-1}$ (exact) — электрическая постоянная,
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\text{ N A}^{-2} = 12.566\,370\,614 \dots \times 10^{-7}\text{ N A}^{-2}$ (exact) — магнитная постоянная.

Значения для первых четырёх констант, приведённых выше, непосредственно взяты из таблицы, а пятая величина рассчитана автором. Значения величин электрическая постоянная и магнитная постоянная также взяты с таблицы сайта NIST. Числовые значения первых трёх фундаментальных физических величин из приведённого выше перечня вычислены экспериментально, будем их называть системой $E\{c, G, \hbar\}$ экспериментальных физических величин. Теория современной физики (ТСФ) не имеет

² NIST (National Institute of Standards and Technology): <http://physics.nist.gov/cuu/Constants/Table/allascii.txt>.

никакого теоретического предсказания, обоснования для числовых значений этих величин. Эти три фундаментальные физические величины в ТСФ не имеют теоретических определяющих формул, их значения установлены чисто экспериментальным путём. Это действительные, фактические числовые значения соответствующих фундаментальных физических величин, полученные и рассчитанные экспериментальным путём, «непосредственно от природы».

3. Определяющие уравнения для фундаментальных величин

Из приведённых выше величин планковской системы выводится большинство остальных планковских величин, которые будем называть производными планковскими величинами. Рассмотрим следующий ограниченный список этих производных планковских единиц:

1. $m_p = \sqrt{\hbar c G^{-1}} = 2.176\,470(51) \times 10^{-8} \text{ kg}$ — планковская масса (Planck mass),
2. $l_p = \hbar m_p^{-1} c^{-1} = \sqrt{\hbar G c^{-3}} = 1.616\,229(38) \times 10^{-35} \text{ m}$ — планковская длина (Planck length),
3. $t_p = l_p c^{-1} = \sqrt{\hbar G c^{-5}} = 5.391\,16(13) \times 10^{-44} \text{ s}$ — планковское время (Planck time).

Будем обозначать этот список из трёх производных планковских единиц следующим образом $P\{m_p, l_p, t_p\}$. Ограничимся этим списком для дальнейшего рассмотрения в настоящей статье.

Можно, что мы и будем дальше делать, рассматривать систему планковских физических величин $P\{m_p, l_p, t_p\}$ в качестве основных физических величин массы, длины и времени в природе. Тогда фундаментальные физические величины, составляющие систему экспериментальных физических величин $E\{c, G, \hbar\}$, будут производными физическими величинами. Определяющими формулами для них будут следующие формулы:

1. $c = l_p t_p^{-1}$ — скорость света (электродинамическая постоянная);
2. $G = l_p^3 m_p^{-1} t_p^{-2}$ — гравитационная постоянная Ньютона;
3. $\hbar = m_p l_p^2 t_p^{-1}$ — постоянная Дирака, редуцированная постоянная Планка (постоянная Планка, делённая на 2π , $\hbar = h/2\pi$).

Как следует из вышесказанного, мы можем записать две системы равенств. Во-первых, это будут равенства, определяющие планковские величины:

$$\begin{cases} m_P = \sqrt{\hbar c G^{-1}} \\ l_P = \sqrt{\hbar G c^{-3}} \\ t_P = \sqrt{\hbar G c^{-5}} \end{cases} \quad (1)$$

Во-вторых, это будут обратные формулы, задающие определяющие уравнения (формулы) для фундаментальных физических величин скорости света в вакууме, гравитационной постоянной Ньютона и постоянной Дирака, т. е. величин из списка экспериментальных физических величин $E\{c, G, \hbar\}$:

$$\begin{cases} c = l_P t_P^{-1} \\ G = l_P^3 m_P^{-1} t_P^{-2} \\ \hbar = m_P l_P^2 t_P^{-1} \end{cases} \quad (2)$$

Первая система (1) показывает, как по известным экспериментально определённым значениям фундаментальных физических величин скорости света в вакууме (c), гравитационной постоянной Ньютона (G) и редуцированной постоянной Планка, постоянной Дирака (\hbar) построить, найти и вычислить значения физических планковских величин: массы (m_P), длины (l_P) и времени (t_P). Вторая система равенств (2) выражает экспериментально определённые фундаментальные физические величины через планковские величины. По сути дела система равенств (1) является решением системы уравнений (2) с неизвестными планковскими величинами массы, длины и времени. Относительно третьего равенства системы (2) сделаем одно уточнение. Это определяющая формула для постоянной Дирака: $\hbar = m_P l_P^2 t_P^{-1}$. Постоянная Дирака определяется на основании планковских величин массы, длины и времени. Наравне с этой формулой можно было бы рассматривать и две другие формулы, как это видно из следующей системы определяющих формул:

$$\begin{cases} E_P = m_P c^2 = m_P l_P^2 t_P^{-2} \text{ — планковская энергия (Planck energy), } \hbar t_P^{-1} \\ \hbar = E_P f_P^{-1} = E_P t_P = m_P l_P^2 t_P^{-1} \text{ — постоянная Дирака (Dirac constant), } \hbar \\ I_P = \hbar l_P^{-1} = m_P l_P t_P^{-1} \text{ — планковский импульс (Planck momentum), } \hbar l_P^{-1} \end{cases}$$

В конечные правые части всех этих трёх формул входят планковские единицы $P\{m_P, l_P, t_P\}$. Но в третьем равенстве они входят в первой степени (линейно), здесь они представлены наиболее естественно. Поэтому возьмём за основу в дальнейших наших повествованиях именно это равенство, а для обозначения величины планковского импульса будем использовать символ I без нижнего индекса, т. е. писать просто I . Система (2) тогда примет несколько изменённый вид:

$$\begin{cases} c = l_p t_p^{-1} \\ G = l_p^3 m_p^{-1} t_p^{-2} \\ I = m_p l_p t_p^{-1} \end{cases} \quad (2')$$

Вот мы эту систему определяющих уравнений для трёх фундаментальных физических постоянных (ФФП) величин и положим в основу наших дальнейших рассмотрений. В дальнейшем также условимся систему из трёх планковских физических величин планковская масса (m_p), планковская длина (l_p) и планковское время (t_p), или, попросту говоря, систему $P\{m_p, l_p, t_p\}$, рассматривать как базовую систему, т. е. как конкретную систему основных физических (планковских) величин массы, длины и времени.

4. Планковские величины, как основные величины

Наша цель состоит в поиске «естественной системы измерений» или естественной системы единиц массы, длины и времени в природе. Предположим, что планковская система единиц $P\{m_p, l_p, t_p\}$ и является именно такой естественной системой основных физических единиц. Мы будем рассматривать систему планковских величин $P\{m_p, l_p, t_p\}$ наряду с соответствующими величинами СИ. Первая система более естественная и стоит ближе к природе, а СИ стоит ближе к человеку, удовлетворяя его практические потребности, но она более искусственная система. СИ это практически полезная для человека система единиц измерения.

Согласно принятым в метрологии и физике договорённостям физические величины массы, длины и времени считаются независимыми величинами. Это нам подсказывает и здравый смысл. А как на самом деле это обстоит, в реальности, в действительности, в природе? Есть житейская мудрость, которая гласит «подвергай всё сомнению». Не применима ли она здесь? Являются ли физические величины массы, длины и времени действительно независимыми (в природном и физическом смыслах этого слова!) друг от друга величинами, как мы считаем? Или в природе они связаны какой-то внутренней, неразрывной, неявной связью, показывающей их взаимную зависимость? Займёмся более детально, углубленно и подробно рассмотрением этого вопроса.

Вопрос переформулируем так «Являются ли планковские величины массы, длины и времени $P\{m_p, l_p, t_p\}$ правильным отражением в теории современной физики закономерностей природы, отражением того факта, что эти величины действительно являются натуральными, естественными величинами, характеристиками какого-то природного материального объекта, тела, процесса, явления.

Равенства системы (2) представляют собой не что иное, как определяющие формулы для трёх фундаментальных физических величин (ФФВ) скорости света в вакууме, гравитационной постоянной Ньютона и постоянной Дирака. Все эти ФФВ определены (выражены) через планковские величины (единицы) системы $P\{m_p, l_p, t_p\}$, т. е. являются производными величинами от планковских величин массы, длины и времени. Идея планковских величин не является общепризнанной в теории современной физики (ТСФ). Поэтому и определяющие формулы (2) не имеют своего законного статуса теоретически определённой физической величины в рамках ТСФ. В современной физике такие фундаментальные физические постоянные (ФФП), как скорость света в вакууме, гравитационная постоянная Ньютона, постоянная Дирака имеют статус физических величин, определённых экспериментальным путём. Всё это говорит о том, что признавать ТСФ полноценной наукой нельзя.

Возьмём систему равенств (1) и произведём вычисления планковских величин по заданным формулам, взяв значения фундаментальных физических величин c, G, \hbar (рассчитанные экспериментально) из таблицы «Фундаментальных физических констант» сайта NIST. Запишем рассчитанные значения с десятью знаками после десятичной запятой в систему (1').

$$\begin{cases} m_p = \sqrt{\hbar c G^{-1}} = 2.176\,470\,0183 \times 10^{-8} \text{ kg} \\ l_p = \sqrt{\hbar G c^{-3}} = 1.616\,228\,2414 \times 10^{-35} \text{ m} \\ t_p = \sqrt{\hbar G c^{-5}} = 5.391\,157\,1096 \times 10^{-44} \text{ s} \end{cases} \quad (1')$$

А теперь, эти рассчитанные значения планковских величин из (1') подставим в систему равенств (2') и также сделаем соответствующие вычисления, в результате мы получим систему (2'')

$$\begin{cases} c = l_p t_p^{-1} = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1} \\ G = l_p^3 m_p^{-1} t_p^{-2} = 6.67408 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2} \\ I = m_p l_p t_p^{-1} = 6.52489 \text{ kg m s}^{-1} \end{cases} \quad (2'')$$

Рассчитанные значения величин c и G , представленные в системе (2''), в пределах точности вычислений совпадают со значениями соответствующих величин из таблицы «Фундаментальные физические величины» на сайте NIST. Рассмотрим следующую физическую величину $I_p = m_p l_p t_p^{-1} = 6.52489 \text{ kg m s}^{-1}$. Эта величина называется планковским импульсом. Согласно системам равенств (2'') и (1') её можно представить в виде:

$$l_p = \sqrt{\hbar c^3 G^{-1}} = 6.52489 \text{ kg m s}^{-1},$$

то есть выразить в виде зависимости (функции) от экспериментально определённых величин системы $E\{c, G, \hbar\}$.

5. Гипотезы о природе

Следует задаться вопросами. Каков физический смысл величины планковского импульса? Что физической величине планковский импульс соответствует в природе? Что в природе стоит за величиной планковский импульс? Очень простой ответ напрашивается, как бы сам собой: величине планковский импульс соответствует элементарное движение планковской элементарной материальной частицы в природе.

По сути дела мы в наших поисках «естественных единиц измерений» руководствуемся следующими гипотезами:

Гипотеза 1. Природа материальна.

Гипотеза 2. Природа проста.

Гипотеза 3. В природе реально существует, считающаяся гипотетической, планковская элементарная частица. Её характеристики задают, определяют натуральные единицы массы и длины (комптоновский радиус), произведение которых определяет натуральную единицу времени.

Наверное гипотезы 1 и 2 не вызывают особых возражений. Будем рассматривать гипотезу 3. Напомним, что мы предположили (и считаем), что планковская система единиц является одновременно «естественной системой измерений», т. е. натуральной системой единиц. При формулировке гипотезы 3 мы приняли во внимание представления об элементарных частицах, имеющие место в теории элементарных частиц, а именно, что ЭЧ имеют собственную массу (массу покоя) и собственный комптоновский радиус. Комптоновский радиус ЭЧ равен комптоновской длине волны частицы, делённой на 2π . Эти данные для пяти элементарных частиц (электрона, протона, нейтрона, мюона и тау-частицы) представлены в таблице «Фундаментальных физических констант» на сайте NIST. Заметим, что числовое значение произведения массы покоя любой (из пяти представленных в этой таблице) ЭЧ на её комптоновский радиус равно числу 3.51767×10^{-43} . Такое же числовое равенство имеет место и для характеристик гипотетической планковской частицы:

$$\{m_p l_p\} = 3.51767 \times 10^{-43}, [m_p l_p] = \text{kg m}.$$

Это легко проверяется непосредственным вычислением по значениям, представленным в системе (1'). Следует также отметить, что имеет место и равенство:

$$\hbar c^{-1} = 3.51767 \times 10^{-43} \text{ kg m.}$$

Отметим одну важную деталь. В прямоугольной системе координат xOy уравнение (равенство) $xy = \text{const}$ определяет гиперболу. Мы можем сопоставить элементарную частицу, имеющую массу m и комптоновский радиус l , точке с координатами $(\{m\}, \{l\})$ в координатной плоскости xOy . Совершенно ясно, что эта точка будет принадлежать гиперболе $xy = 3.51767 \times 10^{-43}$. Это есть не что иное, как проявление закона природы, выявленное экспериментальной физикой и теорией элементарных частиц. Характер зависимости между массой и комптоновским радиусом элементарных частиц выявлен, определён, установлен верно, но предстоит уточнить физический смысл, стоящий за самой константой и, возможно, уточнить само значение этой константы. Кстати планковская частица на этом графике (гипербола в первой четверти), как точка с координатами $(\{m_p\}, \{l_p\})$ занимает крайнюю правую и самую нижнюю позицию среди всех элементарных частиц. Этот выявленный закон природы вполне объясняет всю бесперспективность затеи, связанной с поиском бозона Хиггса («частицы бога»).

6. Фундаментальная гипотеза

Продолжим разговор о физической величине планковского импульса l_p . Понятно, что с одной стороны это есть не что иное, как импульс материальной планковской частицы, рассматриваемой, как материальная точка (с нулевым радиусом!). Но с другой стороны это соотношение $m_p l_p t_p^{-1} = 6.52489 \text{ kg m s}^{-1}$ связывает воедино между собой две внутренние природные характеристики (ненулевые!») планковской частицы комптоновский радиус (l_p) и массу покоя (m_p) с минимальной временной длительностью в природе, равной величине планковского времени (t_p). Итак, по сути дела, мы имеем две системы единиц измерения для измерения величин массы, длины и времени. Первая система – это искусственная СИ, где вполне произвольным образом (сообразно с потребностями практики) определены единицы физических величин килограмм, метр, секунда и вторая система – это система планковских величин, единиц $P\{m_p, l_p, t_p\}$, где первые две величины являются характеристиками планковской частицы. Совершенно понятно, что если мы будем считать величины системы $P\{m_p, l_p, t_p\}$ природными естественными единицами массы, длины и времени, то должно выполняться физическое равенство (тождество) относительно планковского импульса:

$$I_P = m_P l_P t_P^{-1} \equiv 1 [m_P l_P t_P^{-1}].$$

В этом выражении физическая величина в квадратных скобках ($[m_P l_P t_P^{-1}]$) есть единица физической величины вне квадратных скобок ($m_P l_P t_P^{-1}$). Это общепринятое соглашение в метрологии и в современной физике, что физическая величина, заключённая в квадратные скобки обозначает единицу физической величины, это однородные величины. Мы знаем, что между единицами физической величины и её размерностью существует взаимно-однозначное соответствие. Для указанной выше физической величины и её единицы (тоже физической величины, однородной с ней) мы можем выписать выражение равенства для их размерностей:

$$\dim I_P = \dim(m_P l_P t_P^{-1}) = \dim[m_P l_P t_P^{-1}] = \text{MLT}^{-1}$$

и для их единиц:

$$[I_P] = \text{kg m s}^{-1}.$$

Позволим себе немного пофантазировать и поразмышлять. Несложные размышления над возможным физическим и природным смыслом реальной материальной планковской элементарной частицы и непосредственно связанным с ней планковским импульсом ясно и прямо, строго логично и со всей убедительностью приводят нас к фундаментальной гипотезе 4. Заметим, что при формулировке этой гипотезы предполагается, что планковская система величин $P\{m_P, l_P, t_P\}$ является «естественной системой единиц». Гипотеза 4 (фундаментальная). В природе, в окружающей нас объективной реальности масса, длина и время являются зависимыми величинами. Это закон природы, который символически можно записать так: «**масса × длина ≡ время**». Это фундаментальный закон природы. На языке физики этот закон природы звучит так: размер физической величины планковский импульс равен безразмерностной единице (1): $I_P \equiv 1$. Первая единица в этом выражении означает числовое значение величины, а вторая единица означает размерность этой величины, согласно положениям «Брошюры СИ»³. Единица размерности в выражении может опускаться: $I_P \equiv 1$. Физическая величина планковский импульс имеет размерность единица, то есть она является истинной (природной) безразмерностной величиной.

Пояснение. На языке физики это означает следующее: во-первых, для физической величины планковский импульс $I_P = m_P l_P t_P^{-1}$ имеет место следующее равенство для её размерности: $\dim I_P \equiv \text{MLT}^{-1} \equiv 1$, а во-вторых, сама величина имеет размер равный 1.

³ The SI brochure 8th edition: www.bipm.org/en/si/si_brochure/.

В справочнике Чертова А. Г. так разъясняются понятия размер физической величины и значение физической величины:

«Размер физической величины (размер величины) — количественная определённость физической величины, присущая конкретному материальному объекту, системе, явлению или процессу.

Значение физической величины (значение величины, значение) — оценка размера физической величины в виде некоторого числа принятых для неё единиц.

Значение величины не следует смешивать с размером. Размер физической величины данного объекта существует реально и независимо от того, знаем мы его или нет, выражаем его в каких-либо единицах или нет. Значение же физической величины появляется только после того, как размер величины данного объекта выражен с помощью какой-либо единицы.

Значение физической величины получают в результате измерения или вычисления» [2, с.9-10].

Относительно физической величины планковского импульса мы знаем (согласно фундаментальной гипотезы 4) истинный размер величины, — это безразмерная единица. Это есть абсолютная истина природы.

7. Следствия из фундаментальной гипотезы

Теперь рассмотрим некоторые следствия из фундаментальной гипотезы 4. Для физической величины планковский импульс $I_P = m_P l_P t_P^{-1}$ имеют место следующие равенства (тождества):

1. $\dim I_P \equiv \dim(m_P l_P t_P^{-1}) \equiv \dim[m_P l_P t_P^{-1}] \equiv MLT^{-1} \equiv 1$. Отсюда следует, что $ML \equiv T$. Это запись фундаментальной гипотезы «на языке размерностей».
2. Это же тождество «на языке единиц измерения» переписывается так: $[I_P] \equiv 1$ или $[m_P l_P t_P^{-1}] \equiv 1$ или $[m_P][l_P][t_P^{-1}] \equiv 1$ или $[m_P][l_P] \equiv [t_P]$ — для планковской системы единиц $P\{m_P, l_P, t_P\}$, $[I_P] \equiv \text{kg m s}^{-1} \equiv 1$ или $\text{kg m} \equiv \text{s}$ — для СИ.

Для природы совершенно неважно, какими единицами измерения мы пользуемся, то ли СИ, то ли СГС, то ли планковской системой единиц, то ли естественной системой единиц. Закон природы о зависимости физических единиц массы, длины и времени действует абсолютно. Мы в своих рассуждениях предполагаем, что планковская тройка величин $P\{m_P, l_P, t_P\}$ является естественной, натуральной системой единиц, то есть имеют место тождества:

$$\begin{cases} m_P \equiv 1 [m_P] \\ l_P \equiv 1 [l_P] \\ t_P \equiv 1 [t_P] \end{cases} .$$

Понятно, что для натуральной системы единиц имеют место определяющие формулы и тождества:

$$\begin{cases} c := l_P t_P^{-1} \equiv 1 [l_P] [t_P^{-1}] \\ G := l_P^3 m_P^{-1} t_P^{-2} \equiv 1 [l_P^3] [m_P^{-1}] [t_P^{-2}] \\ I := m_P l_P t_P^{-1} \equiv 1 [m_P] [l_P] [t_P^{-1}] \end{cases} .$$

Также совершенно понятно, что между двумя любыми системами единиц измерения можно установить взаимно-однозначное соответствие с помощью переходных коэффициентов. Запишем соотношения между физическими величинами СИ и соответствующими величинами планковской системы величин $P\{m_P, l_P, t_P\}$ в виде следующих равенств:

$$\begin{cases} 1 \text{ kg} = k_m m_P \\ 1 \text{ m} = k_l l_P \\ 1 \text{ s} = k_t t_P \end{cases} , \quad (3)$$

где k_m, k_l, k_t – неизвестные коэффициенты перехода. Эти же соотношения для обратного перехода примут вид:

$$\begin{cases} 1 m_P = k_m^{-1} \text{ kg} \\ 1 l_P = k_l^{-1} \text{ m} \\ 1 t_P = k_t^{-1} \text{ s} \end{cases} . \quad (3')$$

Согласно системе равенств (1'), можно записать:

$$\begin{cases} k_m^{-1} = 2.176\,470\,0183 \times 10^{-8} \\ k_l^{-1} = 1.616\,228\,2414 \times 10^{-35} \\ k_t^{-1} = 5.391\,157\,1096 \times 10^{-44} \end{cases} . \quad (4)$$

Нетрудно подсчитать, что тогда имеют место равенства:

$$\begin{cases} k_m = 4.594\,595\,7978 \times 10^7 \\ k_l = 6.187\,244\,9349 \times 10^{34} \\ k_t = 1.854\,889\,3673 \times 10^{43} \end{cases} . \quad (4')$$

А сейчас выпишем соотношение для планковского импульса, согласно фундаментальной гипотезе: С одной стороны для системы планковских единиц мы имеем равенство:

$$I_p = m_p l_p t_p^{-1} \equiv 1 [m_p] [l_p] [t_p^{-1}] \equiv 1 \text{ 1,}$$

где справа стоит безразмерностная единица в виде числового значения 1 и размерности единица, 1. С другой стороны, используя переходные коэффициенты для СИ, мы имеем:

$$I_p = m_p l_p t_p^{-1} = (k_m^{-1} \text{ kg}) \cdot (k_l^{-1} \text{ m}) \cdot (k_t^{-1} \text{ s})^{-1} = k_m^{-1} k_l^{-1} k_t \cdot \text{kg m s}^{-1}.$$

Приравнивая правые части этих равенств, мы получим ещё одно равенство:

$$k_m^{-1} k_l^{-1} k_t \cdot \text{kg m s}^{-1} = 1 \text{ 1,}$$

где справа стоит безразмерностная единица. Это равенство можно переписать в виде системы двух равенств, одно равенство будет числовое, а другое равенство будет равенством между единицами величин или, что то же самое, но более правильно, равенством их размерностей:

$$\begin{cases} k_m^{-1} k_l^{-1} k_t = 1 \\ \text{«kg m s}^{-1} = 1\text{» или } \text{MLT}^{-1} = 1 \end{cases} \quad (5)$$

Но равенство $\text{MLT}^{-1} = 1$ имеет место быть и об этом говорилось ранее, когда рассматривались следствия из фундаментальной гипотезы. А вот первое числовое равенство даёт нам признак, того, является ли планковская система единиц $P\{m_p, l_p, t_p\}$ натуральной системой единиц. А именно, числовое равенство $k_m^{-1} k_l^{-1} k_t = 1$ есть необходимый и достаточный признак того, чтобы указанная, заданная выше планковская $P\{m_p, l_p, t_p\}$ или какая-нибудь другая система величин, единиц, определённая равенствами (3) или (3') будет натуральной, «естественной системой единиц».

8. Натуральная система единиц

Принимая во внимание планковскую элементарную частицу и её естественную связь с планковским импульсом, следует сказать, что внутренний импульс (а это и есть планковский импульс) реальной планковской частицы есть безразмерная величина численно равная 1. Если же мы посчитаем числовое значение величины планковского импульса из первого уравнения системы (5), используя соответствующие значения из системы равенств (4) и (4'), то получим, что $k_m^{-1} k_l^{-1} k_t = 6.52489$. Это в полной мере соответствует тому, что $I_p = m_p l_p t_p^{-1} = 6.52489 \text{ kg m s}^{-1}$, согласно (2''). Итак, для планковской системы величин, единиц $P\{m_p, l_p, t_p\}$ у нас имеет место следующая последовательность равенств и неравенств:

$$I_P \equiv m_P l_P t_P^{-1} \equiv 6.52489 \text{ kg m s}^{-1} \equiv 6.52489 \neq 1.$$

Этому может быть только одно объяснение, а именно, что система планковских величин, единиц $P\{m_P, l_P, t_P\}$ не является «естественной системой единиц», которую мы ищем.

Суммируя всё сказанное выше, не трудно указать такую систему. Естественной системой единиц является такая система натуральных единиц $N\{m_N, l_N, t_N\}$, для которой натуральные единицы определяются следующим образом:

$$\begin{cases} m_N = m_P \{I_P\}^{-1} \\ l_N = l_P \{I_P\}^{-1} \\ t_N = t_P \{I_P\}^{-1} \end{cases}.$$

Несложный расчёт позволяет нам рассчитать значениями натуральных единиц:

$$\begin{cases} m_N = 3.33564 \times 10^{-9} \text{ kg} \\ l_N = 2.47702 \times 10^{-36} \text{ m} \\ t_N = 8.26245 \times 10^{-45} \text{ s} \end{cases} \quad (6)$$

Вычислим значения фундаментальных физических величин скорости света в вакууме, гравитационной постоянной Ньютона, планковского (натурального) импульса через посредство системы величин $N\{m_N, l_N, t_N\}$:

$$\begin{cases} c_N = l_N t_N^{-1} = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1} \\ G_N = l_N^3 m_N^{-1} t_N^{-2} = 6.67408 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2} \\ I_N = m_N l_N t_N^{-1} = 1 \text{ kg m s}^{-1} \equiv 1 \end{cases}$$

Ни скорость света в вакууме, ни гравитационная постоянная Ньютона не изменились при таком подходе. Изменилась, вследствие принятия условий фундаментальной гипотезы 4, числовое значение физической величины планковский (натуральный) импульс, он стал истинной безразмерностной величиной, численно равной 1. Но именно это и есть признак соответствия системы величин, единиц $N\{m_N, l_N, t_N\}$ условию фундаментальной гипотезы 4, а это и означает что система $N\{m_N, l_N, t_N\}$ в конечном счёте соответствует природе, т. е. является искомой натуральной системой единиц. Система (6) определяет значения истинных натуральных величин массы, длины и времени.

Отметим один примечательный факт, связанный с числовыми значениями натуральной единицы массы $m_N = 3.33564 \times 10^{-9} \text{ kg}$ и скорости света в вакууме $c_N = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$. А именно имеют место числовые равенства:

$$\{m_N\}^{-1} = 299\,792\,458, \{c_N\}^{-1} = 3.33564 \times 10^{-9}, \{m_N\} = \{c_N\}^{-1}.$$

Приведём теперь значения некоторых производных натуральных физических величин:

1. $f_N = t_N^{-1} = 1.210\ 295\ 458 \times 10^{44} \text{ s}^{-1}$ — планковская (натуральная) частота,
2. $F_N = c^4 G^{-1} = 1.210\ 295\ 458 \times 10^{44} \text{ N}$ — планковская (натуральная) сила,
3. $E_N = m_N c_N^2 = 299\ 792\ 458 \text{ J}$ — планковская (натуральная) энергия,
4. $\hbar_N = E_N f_N^{-1} = E_N t_N = 2.477\ 018\ 780 \times 10^{-36} \text{ J s} (\equiv \text{m})$ — постоянная Дирака (натуральная).
5. $G c^{-3} = 2.477\ 018\ 780 \times 10^{-36} \text{ kg}^{-1} \text{ s} (\equiv \text{m}),$
6. $G c^{-4} = 8.262\ 445\ 282 \times 10^{-45} \text{ kg}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ s}^2 (\equiv \text{s}).$

Сделаем некоторые замечания относительно этих равенств. Что касается величин постоянной Дирака (натуральной) \hbar_N и величины $G c^{-3}$, то, как легко заметить, обе эти величины тождественно равны величине натуральной единице длины l_N (см. (6)). Но это можно доказать и непосредственно. А именно, если представить эти величины через определяющие соотношения, формулы и произвести элементарные преобразования, учитывая, что $m_N l_N t_N^{-1} \equiv 1$, где единица справа безразмерная величина (согласно фундаментальной гипотезе), то получим:

$$\hbar_N = E_N f_N^{-1} = E_N t_N = (m_N c_N^2) t_N = m_N l_N^2 t_N^{-2} t_N = (m_N l_N t_N^{-1}) l_N = l_N,$$

$$G c^{-3} = (l_N^3 m_N^{-1} t_N^{-2}) (l_N^{-3} t_N^3) = (m_N^{-1} l_N^{-1} t_N) l_N = l_N.$$

Итак, у нас определилась тройка истинных тождественных физических величин:
 $\hbar_N \equiv G c^{-3} \equiv l_N.$

Что касается величины $G c^{-4}$, то используя определяющие формулы, мы приходим к заключению, что эта величина тождественно равна (в физическом смысле) величине натуральной единицы времени t_N :

$$G c^{-4} = (l_N^3 m_N^{-1} t_N^{-2}) (l_N^{-4} t_N^4) = (m_N^{-1} l_N^{-1} t_N) t_N = t_N.$$

Конечно, и анализ размерностей и анализ единиц измерения приведут нас к тому же самому результату. Но метод определяющих формул наиболее приемлемый и наглядный и, главное, математически строгий. Этот метод не применим в теории современной физики (ТСФ) по нескольким причинам. Во-первых, не для всех физических величин существуют определяющие формулы, в частности, для величин скорости света в вакууме и гравитационной постоянной Ньютона их нет в ТСФ. Во-

вторых, при доказательстве существенным образом используется положение фундаментальной гипотезы о том, что $m_N l_N t_N^{-1} \equiv 1$, где справа стоит безразмерная единица. Анализ методом определяющих формул позволяет лучше понять физический смысл исследуемой физической величины.

К этим выводам можно прийти и таким путём. У нас имеются равенства (1), определяющие тройку планковских величин $P\{m_P, l_P, t_P\}$ массу, длину и время, через тройку экспериментальных физических величин $E\{c, G, \hbar\}$, это скорость света в вакууме, гравитационная постоянная Ньютона и постоянная Дирака (постоянная Планка, делённая на 2π). Перепишем систему (1) применительно к натуральным единицам природы $N\{m_N, l_N, t_N\}$, заменив \hbar на \hbar_N и памятуя, что $\hbar_N \equiv l_N$. Возведя в квадрат обе части равенств получим:

$$\begin{cases} m_N^2 = l_N c G^{-1} \\ l_N^2 = l_N G c^{-3} \\ t_N^2 = l_N G c^{-5} \end{cases}, \text{ откуда } \begin{cases} m_N = c^{-1} \\ l_N = G c^{-3} \\ t_N = G c^{-4} \end{cases}.$$

Таким образом, мы наглядно видим, как тройка натуральных величин, единиц $N\{m_N, l_N, t_N\}$, связана с фундаментальными физическими величинами скоростью света в вакууме и гравитационной постоянной Ньютона. Последние величины определены экспериментальным путём. Это очень простые равенства (тождества природные и физические). Пусть нас не смущает первое равенство $m_N = c^{-1}$, ведь мы теперь знаем, что имеет место равенство (тождество) размерностей $MLT^{-1} \equiv 1$, откуда $M \equiv L^{-1}T$. Проведём вычисления для последней системы равенств и получим:

$$\begin{cases} m_N = 3.33564 \times 10^{-9} \text{ kg} \\ l_N = 2.47702 \times 10^{-36} \text{ m} \\ t_N = 8.26245 \times 10^{-45} \text{ s} \end{cases}$$

Это те же величины, что в системе (6). Докажем теперь тождество: $F_N \equiv f_N$ — планковская сила тождественно равна планковской частоте. Для доказательства используем следующие определения (определяющие формулы):

$F_N = c^4 G^{-1}$ — планковской силы,

$c = l_N t_N^{-1}$ — скорости света в вакууме,

$G = l_N^3 m_N^{-1} t_N^{-2}$ — гравитационной постоянной Ньютона,

$f_N = t_N^{-1}$ — планковской частоты.

Также при доказательстве будем использовать следствие из фундаментальной гипотезы 4 о том, что планковский (натуральный) импульс есть истинная безразмерностная (или безразмерная) величина равная 1: $l_N = m_N l_N t_N^{-1} \equiv 1$.

Доказательство непосредственно следует из цепочки простых равенств:

$$F_N = c^4 G^{-1} = (l_N t_N^{-1})^4 \cdot (l_N^3 m_N^{-1} t_N^{-2})^{-1} = l_N^4 t_N^{-4} l_N^{-3} m_N t_N^2 = m_N l_N t_N^{-1} t_N^{-1} = t_N^{-1} = f_N.$$

Также заметим относительно этого равенства, что между единицами планковских (натуральных) величин силы и частоты имеет место (в силу фундаментальной гипотезы $\text{kg m s}^{-1} \equiv 1$) символическое равенство между их единицами:

$$\langle N = \text{kg m s}^{-2} = (\text{kg m s}^{-1}) \text{s}^{-1} = 1 \text{s}^{-1} = \text{s}^{-1} \rangle.$$

Анализ размерностей показывает в этом случае (когда имеет место фундаментальная гипотеза $\text{LMT}^{-1} \equiv 1$) следующее:

$$\dim(F_N) = \dim(c^4 G^{-1}) = (\text{L}^4 \text{T}^{-4})(\text{L}^{-3} \text{M} \text{T}^2) = (\text{LMT}^{-1}) \text{T}^{-1} = \text{T}^{-1} = \dim(f_N).$$

И, наконец, рассмотрим величину равную произведению планковского (и натурального) импульса на планковскую (и натуральную) длину, которую мы уже упоминали. Мы знаем, что имеет место равенство:

$$m_p l_p = \hbar c^{-1} = 3.51767 \times 10^{-43} \text{ kg m}.$$

Размерность этой величины $\dim(m_p l_p) = \text{ML} = \text{MLT}^{-1} \text{T} = \text{T}$. Это равенство на «языке размерностей». На «языке единиц величин» это записывается так « $\text{kg m} = (\text{kg m s}^{-1}) \text{s} = \text{s}$ ». Величина $3.51767 \times 10^{-43} \text{ s}$ в 6.52489 раз больше планковского времени t_p .

Числовая величина 6.52489 уже встречалась нам раньше, в начале статьи. Её обратная величина является коэффициентом перехода от системы планковских величин $P\{m_p, l_p, t_p\}$ к системе натуральных величин природы $N\{m_N, l_N, t_N\}$. Для натуральных величин массы и длины мы будем иметь следующие равенства:

$$m_N l_N = \hbar_N c_N^{-1} = 8.26245 \times 10^{-45} \text{ s} \equiv t_N.$$

Эта величина тождественно равна натуральной единице времени. Это явное проявление действия закона природы, сформулированного в виде фундаментальной гипотезы 4.

Совершенно понятно, что из формулы $l_N \equiv m_N l_N t_N^{-1} \equiv 1$ следует $m_N l_N \equiv t_N$.

Представляется вполне оправданным считать, что $t_N = \text{const}$, в силу принципа простоты природы (гипотеза 2). Это минимальная временная длительность в природе. Тогда $m_N l_N = \text{const}$. Но это означает, что если l_N минимальная длина в природе, соответствующая минимальному диаметру (радиусу) планковской элементарной

частицы, то m_N есть наибольшая масса среди всех элементарных частиц, принадлежащая планковской частице. Здесь автор склоняется к тому мнению, что комптоновский радиус любой элементарной частицы является скорее всего истинным диаметром (или радиусом) самой элементарной частицы, в том числе и планковской.

9. Заключение

Материальность природы не вызывает никакого сомнения у современного человека. Позиция материализма, диалектического материализма, ставящего во главу угла материю и формы её движения, правильно и верно отражает обобщённые познания человеком окружающей его материальной природы. Диалектический материализм и вся марксистско-ленинская философия в целом является наукой, обобщающей наши знания о природе, обществе и мышлении. Диалектический материализм опирается на выводы естествознания, конкретных наук о природе. Физика – это материалистическая наука, ибо она признаёт материальность окружающего нас мира, признаёт материальность природы. Материя и формы её движения лежат в основе всех вещей, явлений и процессов в природе. Материя по последнему слову физики представлена в природе в двух видах, - это вещество и поле. Под веществом в физике понимаются материальные, физические, объекты, тела, элементарные частицы, всё то, что имеет массу (массу покоя). Поле – это нечто, имеющее материальную основу, но не имеющее массы покоя. Итак, в природе нет ничего, чтобы не было вечно движущейся материей. Эта позиция естествознания и физики и эта позиция диалектического материализма. Поиски материального начала в решении проблемы «естественных единиц измерений» привели автора к пониманию того, что этим началом могла быть гипотетическая материальная планковская частица. Это элементарная частица, пока не обнаружена экспериментально. Но мы знаем её характеристики. Элементарная планковская частица обладает наибольшей массой среди всех элементарных частиц и одновременно она обладает наименьшим диаметром (радиусом). Именно эти её материальные характеристики (масса и диаметр) позволяют нам говорить, что они и представляют собой «естественные единицы измерения» массы и длины, которые искал Макс Планк. С этими материальными характеристиками планковской частицы неразрывно, кровно связано время. Вся эта тройка физических величин, отражая закономерности природы, связана нерасторжимой, устойчивой, природной, материальной связью воедино в планковской элементарной частице. Эта связь выражается, проявляется в форме импульса планковской частицы: импульс планковской частицы есть безразмерная величина равная единице. Поиск «естественной системы единиц измерения» логически привёл автора от

теоретической планковской системы единиц (планковская тройка: масса, длина, время) к натуральной системе единиц природы. Материальным началом и оплотом этой связи является реальная планковская частица с натуральными характеристиками. Открыт фундаментальный закон природы: масса, длина и время являются зависимыми величинами. Автор выражает благодарность своему внуку Максиму за совместные прогулки на природе, во время которых стала совершенно ясна нерушимая связь массы, длины и времени в природе.

Список литературы

1. Планк М *Избранные труды* (М.: Наука, 1975)
2. Чертов А Г *Физические величины (Терминология, определения, обозначения, размерности, единицы): Справочник* (М.: Аквариум, 1997)

О зависимости физических величин массы, длины и времени

Резюме

В настоящей статье рассматривается проблема натуральных физических величин. Эта проблема рассматривалась многими физиками. Можно назвать такие имена, как Джордж Стони или Макс Планк. С именем последнего в физике связаны так называемые планковские величины массы, длины и времени. Эти величины являются кандидатами в натуральные единицы природы. С другой стороны физические величины масса, длина и время считаются независимыми величинами в теории современной физики. Автор сделал предположение, что эти величины зависимы. В природе есть очень прочная неразрывная материальная связь, которая соединяет их воедино. Это фундаментальный закон природы. Познав этот закон, мы решаем проблему натуральных физических величин.

Ключевые слова: природа, время, физические величины, планковские величины, натуральная система единиц

On the dependence of physical quantities mass, length and time

Abstract

In this article the problem of natural physical quantities is considered. This issue was considered by many physicists. You can mention such names as George Stoney and Max Planck. The name of the latter in the physics associated with quantities of the so-called Planck mass, Planck length and Planck time. These quantities are good candidates for the natural unit of nature. On the other hand the physical quantities mass, length and time are considered as independent quantities in the theory of modern physics. The author made the assumption that these values are dependent. In nature, there is a very strong material unbreakable bond that connects them together. This is a fundamental law of nature. Having come to know this law, we will solve the problem of natural physical quantities.

Keywords: nature, time, physical quantities, Planck quantities, natural system of units

Вместо послесловия

Российская академия наук
Редакция журнала «Успехи физических наук»
119991 Москва, Ленинский проспект д. 53
Тел. (499) 132-62-65. Тел./Факс. (499) 190-42-44, (499) 132-63-48.
E-mail: ufn@ufn.ru

№ 5743/1
30 августа 2016 г.

Р.А. Юсупову

Уважаемый Роберт Алмазович!

Редакционная коллегия журнала УФН сообщает Вам, что редакция обзорного журнала «Успехи физических наук» не рассматривает и не публикует статей оригинального характера, содержащих изложение теорий, доказательств и предложений автора, ранее не обсуждавшихся в научной литературе и не апробированных научной общественностью (см. «От редакционной коллегии» УФН т. 183, № 1, 2013).

В связи с этим редакция не может принять к рассмотрению Вашу статью «О зависимости физических величин массы, длины и времени».

От имени и по поручению редколлегии
журнала «Успехи физических наук»
первый зам. главного редактора
академик РАН


В.А. Рубаков