

Ковешников Евгений Валериевич

КВАНТЫ ПЛАНКА И ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ЭЙНШТЕЙНА: БОРЬБА ИДЕЙ КАК ПРОЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕПОЛНОТЫ И НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ В ФИЗИЧЕСКОЙ НАУКЕ

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2011/3/9.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2011. № 3 (46). С. 25-29. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2011/3/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 101.1

*Евгений Валериевич Ковешников**Уссурийский государственный педагогический институт***КВАНТЫ ПЛАНКА И ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ЭЙНШТЕЙНА: БОРЬБА ИДЕЙ
КАК ПРОЯВЛЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ НЕПОЛНОТЫ И НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ В ФИЗИЧЕСКОЙ НАУКЕ[©]**

Начиная ещё с глубокой Древности, о дискретности вещества размышляли многие мыслители. Однако вопрос о дискретности *излучения* почти не ставился. Здесь разве что следует упомянуть идею Демокрита об атомистической природе огня, которую позже развил Платон, полагая, что огонь состоит из мельчайших тетраэдров (тетраэдр - первоэлемент, обозначающий стихию огня в Платоновой картине мира). Много позже, в XVII веке Х. Гюйгенс, атомист по убеждениям, создаёт «Трактат о свете». Историк философии П. П. Гайденок пишет: «*Что касается эфира, то он, согласно Гюйгенсу, состоит из частиц, гораздо меньших, чем те, что составляют воздух. Самое же главное свойство, без которого эфир не мог бы служить проводником света, составляет абсолютная твёрдость его частиц*» [2, с. 168]. Исаак Ньютон тоже принимал участие в разрешении этой проблемы: «*В то время как последователи Декарта, в том числе Гюйгенс, считали свет неким волновым движением, распространяющимся в эфире, Ньютон <...> считал, что свет излучается в виде частиц, корпускул, распространяющихся по прямым линиям в пространстве. Успехи ньютоновской механики и накопление экспериментального материала по геометрической оптике <...> привели в XVIII в. к преобладанию корпускулярной концепции света*» [5, с. 17].

Настоящие попытки выявить атомистическую природу световой волны в вакууме были предприняты уже на рубеже XIX-XX веков. Обычно здесь сразу вспоминают две фамилии. Это известные немецкие учёные Макс Планк (1858-1947) и Альберт Эйнштейн (1879-1955).

Слово «квант» было введено в науку Планком 14 декабря 1900 года (от латинского «квантум» - «сколько»). По этому поводу он вспоминает: «*Гораздо труднее было истолковать значение второй универсальной постоянной закона излучения, которую я назвал элементарным **квантом действия**, так как она представляет произведение энергии и времени, равное по первому вычислению $6,55 \cdot 10^{-27}$ эргам в секунду. Она была совершенно необходима для получения правильного выражения энтропии <...> однако она упорно не поддавалась никаким попыткам уместить её в каком-нибудь подобающем виде в рамки классической теории. <...> Крушение всех попыток перебросить мост через возникшую пропасть вскоре уничтожило все сомнения: или квант действия был фиктивной величиной - тогда весь вывод закона излучения был принципиально иллюзорным и представлял просто лишённую содержания игру в формулы, или при выводе этого закона в основу была положена правильная физическая мысль - тогда квант действия должен был играть в физике фундаментальную роль, тогда появление его возмещало нечто совершенно новое, дотоле неслыханное, что, казалось, требовало преобразования самых основ нашего физического мышления, покоившегося, со времен обоснования анализа бесконечно малых Ньютоном и Лейбницем, на предположении о **непрерывности** всех причинных связей*» [6, с. 608]. Таким образом, начало возникать *противоречие* между новыми знаниями и абсолютистскими физическими концепциями Нового времени. Но преодолеть эту старую парадигму непрерывности, о которой говорит Планк, для него было очень непросто. Сам же Планк критикует Эйнштейна, Штарка, Дж. Дж. Томсона за их идею, что «*энергия распределена вдоль фронта световой волны не равномерно, а отдельными скоплениями (т.е. квантами - авт.)*» [Там же, с. 288]. И далее он говорит фразу, в которую совсем трудно поверить, ибо сказана она именно Планком: «*Поэтому в дальнейшем изложении мы **исключим** гипотезу световых квантов; мы можем это тем более сделать, что до сих пор она не вышла из стадии примитивного развития*» [Там же]. Учёный, введший в науку понятие кванта, сам неохотно его принимает и критикует тех, кто, фактически, поддержал его догадки и развил их.

Трудно было отказаться от части научного наследия прошлого, отойти от абсолютизации к неопределённости, вероятностному, пошатнуть чьи-то догмы. Историк науки Д. С. Данин пишет: «*Являющуюся ему идею Планк вовсе не сразу осмыслил сполна. Она, эта идея, уже служила его теоретическому построению, а он не давал ей воли. Это походило вот на что: представьте, уже сделано верное изображение действительности, но оно ведёт на плёнке скрытую жизнь, пока не пущен в ход проявитель. Два десятилетия спустя сам Планк в Нобелевской лекции сказал, что «первый шаг», истинно введший в картину природы «кванты энергии», сделал не он, а другой исследователь. Справедливости ради, надо, однако, заметить, что тот отважный исследователь, делая свой решительный шаг, честь первенства всё-таки отдал Планку: он написал, что «Планк ввёл в физику новый гипотетический элемент - гипотезу световых квантов»*» [4, с. 41-42]. Таким образом, спустя почти два столетия, предположения Ньютона о строении света были подтверждены и расширены.

Согласно классической механике Ньютона, пространство и время существуют отдельно и независимо. Более того, оба имеют абсолютную и относительную классификации. Эйнштейн внёс существенные коррективы в эти представления. Абсолютизация была отвергнута, время стало носить исключительно относительный характер, хотя и не в том смысле, в котором понимал Ньютон: теперь течение времени в данной дви-

жущейся системе отсчёта изменялось *относительно* времени в системе внешнего наблюдателя в зависимости от скорости её движения. А математик Герман Минковский (1864-1909) объединил в одну целостную систему пространство и время. Она так и называется теперь - *пространство-время, пространственно-временной континуум*. Сама идея этого объединения была проста, как и всё гениальное: в стандартную трёхмерную систему координат добавлялась четвёртая координата, *координата времени*. Утверждение, что в нашей повседневной жизни мы поступаем как Минковский, звучит удивительно, но это так: ведь почти всегда, назначая кому-то встречу или говоря о каком-то событии, мы не только называем *место*, но и указываем *время*. Классическая механика не была выброшена на свалку науки, её просто существенно расширили и соединили в ней воедино то, что до этого казалось самостоятельным и самодостаточным. Вот что пишет Эйнштейн: «Аналогично этому мир физических явлений, который Минковский для краткости называет просто «миром», естественно имеет четыре измерения в пространственно-временном смысле. Ибо он складывается из отдельных явлений, из которых каждое описывается четырьмя числами, а именно: тремя пространственными координатами x, y, z и одной временной координатой, временной величиной t . «Мир» в этом смысле также являет непрерывность, ибо для каждого события могут быть даны сколь угодно «близкие» события (осуществившиеся или же мыслимые), координаты которых x_1, y_1, z_1, t_1 могут быть сколь угодно приближены к координатам x, y, z, t - первоначального события. Наша непривычка рассматривать мир, как непрерывность четырёх измерений, в этом смысле зависит от того, что в физике до теории относительности отводилось времени отличная от пространственных координат, более самостоятельная роль. Мы были приучены трактовать время, как самостоятельную непрерывность. В самом деле, для классической физики время абсолютно, т.е. независимо от положения и состояния движения исходной системы» [10, с. 37].

Значительное расширение и переработку классическая механика Ньютона претерпела благодаря двум фундаментальным трудам Альберта Эйнштейна. Это специальная теория относительности - СТО (1905) и общая теория относительности - ОТО (1916).

СТО пересматривает понятие времени по Ньютону и вводит в классическую механику ещё одну константу - скорость света в вакууме, обозначаемую буквой c (её значение уже было вычислено на тот момент). СТО не открыла эту постоянную, а *ввела* её в классические формулы механики Ньютона. Что это значит? Пусть у нас есть тот самый пространственно-временной континуум Минковского¹, понимаемый в классическом декартовом виде (три взаимно перпендикулярные оси Ox, Oy, Oz , равные единичные отрезки плюс неотображаемая ось времени). Пусть теперь по оси Ox начинает двигаться материальная точка. Поскольку Эйнштейн считал, что в общедоступном изложении его труд поймёт и человек со школьным образованием, то ниже всё-таки будет приведён ряд формул. Это необходимо, чтобы показать сходство классической и эйнштейновской механики. Итак, для переместившейся точки имеем такие классические (галилеевы) преобразования координат:

$$x' = x - vt, y' = y, z' = z, t' = t$$

Эйнштейн отвергает эти уравнения, так как новые координаты «должны находиться в такой зависимости, чтобы был соблюден закон распространения света в пустоте для одного и того же светового луча (и притом для всякого)» [Там же, с. 24]. Согласно СТО, формулы должны быть такими (преобразования Лоренца):

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, y' = y, z' = z, t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Если скорость движения точки *значительно меньше* световой, то из преобразований Лоренца следует частный случай - классические преобразования Галилея. Но если скорость движения точки становится *около-световой* (например, 200000 км/с), то уже надо применять неклассические преобразования Лоренца. В соответствии с СТО уточняется закон сложения скоростей и формула для расчёта кинетической энергии тела. Они также сводятся к классическим при небольших значениях скоростей.

Согласно представлениям СТО, пространственные расстояния тоже имеют относительный характер: чем выше скорость движения тела, тем короче оно будет казаться внешнему наблюдателю. В классической механике такого утверждения не было и быть не могло.

Что же касается времени, то его абсолютность полностью низвергнута, а элементарное, казалось бы, понятие *одновременности* событий вообще, по Эйнштейну, теряет смысл: «События, которые одновременны в отношении к железнодорожному полотну, не одновременны в отношении к поезду (движущемуся - авт.), и наоборот (относительность одновременности). Каждое исходное тело (система координат) имеет своё особое время. Указание времени только тогда получает смысл, когда показано исходное тело, к которому оно относится. До теории относительности физика всегда молчаливо принимала, что указания времени обладают абсолютным, т.е. независимым от состояния движения исходного тела, значением» [Там же, с. 20]. Друг и соратник Эйнштейна - Артур Эддингтон - так комментирует эту парадигму абсолютно-

¹ Следует отметить, что именно математик Минковский разработал математический аппарат для теории относительности физика Эйнштейна, Эйнштейн и опирается на его математические понятия в своей работе.

тизации времени, которую ломает СТО: «Мы привыкли рассматривать длящийся мир, как составленный непрерывным следованием мгновенных состояний, как если бы мир событий был расслоен. Каждое событие предполагается лежащим в некотором определённом мгновении или слое и следование этих слоёв в известном порядке и образует всю действительность. Мгновение «теперь» представляет один из таких слоёв, пронизывающих насквозь всю вселенную. Но исследования теории относительности неопровержимо показывают, что это предполагаемое расслоение есть иллюзия; нет ни малейших оснований для такого взгляда на строение мира» [9, с. 28]. Историк науки Ф. Гернек высоко оценивает важность идей Эйнштейна для науки того времени: «Учение Эйнштейна о времени было совершенно новым словом в науке. Ни один физик или философ до него не размышлял так глубоко о понятии одновременности и не пришёл к столь далеко идущим выводам» [3, с. 43].

Итак, СТО ввела в классическую механику, казалось бы, совсем частную величину - скорость света в вакууме, наделив её правами мировой универсальной константы; были модернизированы базовые классические расчётные формулы и переосмыслено их физическое значение, введена качественно новая формула $E = mc^2$, то есть установлена качественно новая связь между массой и энергией. Время оказалось плотно «пришитым» к пространству и утратило свою единичность: теперь уже говорили о *временах*, а не о каком-то одном абсолютном «времени». Несмотря на якобы довольно простое объяснение причины множественности времени, это внесло, скорее, неопределённость в умы, чем ясность, ведь если раньше время было едино, то теперь «времён» стало бесконечно много, время стало субъективным, индивидуальным, а не объективным, общим, как ранее.

В классической механике Ньютона ещё есть такое неопределяемое понятие, как *тяготение*, или *гравитация*. Расширением понятия гравитации занялась общая ТО Эйнштейна.

Два существенных недостатка теории тяготения Ньютона заключаются в том, что он, во-первых, не определяет, что есть гравитация, что это такое, а во-вторых, не зная природы гравитации, постулирует сколь угодно большую скорость распространения гравитационного взаимодействия и его всеобщность для всей Вселенной. Главная идея ОТО заключается вот в чём: «Эйнштейн предложил рассматривать гравитацию как искривление 4-мерного пространства-времени, а силу гравитационного притяжения - как геометрическую деформацию прямых путей» [7, с. 69].

В классической механике, если материальную точку поместить в трёхмерное евклидово пространство, то это будет просто система точка-в-пространстве. А согласно ОТО, материальная точка будет деформировать пространство в некоторой своей окрестности. Проще говоря, «пространство вблизи массивных тел деформируется подобно резиновой плёнке, на которую положили тяжёлый шар» [Там же]. Таким образом, по ОТО, массы определяют структуру пространства. Согласно Эйнштейну, скорость распространения гравитации приравнивалась к скорости света в вакууме. Это был постулат, а не строго доказанный, экспериментально проверенный факт. Зафиксировать частицы гравитации - потенциальные *гравитоны* - не смогли пока даже сегодня. Поэтому и эйнштейнова характеристика гравитации, как и ньютонова, тоже имеет большую степень неопределённости.

Выше уже говорилось об открытой Минковским системе пространства-времени. ОТО накладывает на «мир» Минковского ограничения: «Искривлённость пространства-времени делает невозможным введение единой системы отсчёта. Ввести систему отсчёта можно лишь локально, в малой окрестности точки наблюдения. Вообще говоря, в гравитационном поле требуется вводить криволинейные координаты. То, что на поверхности Земли мы можем с хорошим приближением пользоваться евклидовыми координатами, обусловлено тем, что гравитационное взаимодействие является самым слабым из известных взаимодействий» [Там же, с. 67]. Таким образом, классические декартовы координаты (частный случай) в общем случае заменяются на криволинейные гауссовы.

Но согласно Минковскому и Эйнштейну, время нельзя ставить отдельно от пространства. ОТО утверждает, что массы влияют не только на пространство, но и на время: «Эффект замедления времени возникает и в специальной теории относительности, но там он имел относительный характер и мог быть устранён выбором системы отсчёта. Замедление времени под действием гравитационного поля имеет абсолютный характер. Это значит, что в какой бы системе отсчёта ни находился наблюдатель, он всё равно будет воспринимать эффект “искривления времени”» [Там же, с. 66].

«Мир» Минковского носит название *континуума*, то есть чего-то *непрерывного*. Сам Эйнштейн говорит о сколь угодно малых изменениях в значениях координат точки при движении в этом континууме. И в этом ещё одна неопределённость. Понятие квантованности (дискретности) пространства, времени, массы, действия было предложено Планком, он же ввёл и соответствующие величины, получившие название планковских. «Если бы мы должны были характеризовать основные идеи квантовой теории в одном предложении, мы могли бы сказать: следует предположить, что некоторые физические величины, до тех пор считавшиеся непрерывными, состоят из элементарных квантов» [11, с. 226]. Является ли наш мир непрерывным континуумом в строгом математическом смысле или же он дискретен, «пикселизован», ясного ответа нет. Сегодня идея дискретности материального вещественного объекта ни у кого не вызовет сомнения, но к этой идее шли со времён Демокрита почти две тысячи лет, и даже на рубеже XIX-XX веков находились учёные-физики, отвергавшие атомную теорию строения вещества! Исследовать дискретность вещества экспериментальным путём оказалось проще, чем проверить на дискретность вместилище вещества - само пространство-время. Проблема в том, что экспериментально добраться до «пиксела», единичного отрезка, кванта про-

странства не представляется возможным ввиду огромных затрат энергии, необходимых для проведения такого эксперимента. Этот неутешительный вывод был обоснован французским физиком Леоном Николаем Бриллюэном во второй половине XX века.

Следует подчеркнуть, что теория относительности Эйнштейна родилась как компромисс, как *разрешение противоречия* между классическими представлениями и новым знанием. Классическое знание - это *принцип относительности* Галилея: законы механики во всех инерциальных системах отсчёта имеют одинаковый вид. Новое знание - это постоянство скорости света. А из простого закона сложения скоростей следовало, что одно исключало другое, и только неклассический подход смог ликвидировать противоречие. Вспоминает сам Эйнштейн: «*Тут-то и явилась теория относительности. Путём анализа физических понятий времени и пространства обнаружилось, что в действительности нет налицо несовместимости принципа относительности с законом распространения света; что, напротив, именно, систематически твёрдо придерживаясь обоих законов, можно достигнуть логически безупречной теории*» [10, с. 17].

Поставила ли теория относительности Эйнштейна точку в разрешении возникших противоречий, является ли она окончательной теорией? Оказывается, нет. Эйнштейну Вселенная виделась стационарной, инвариантной, что, между прочим, вошло в противоречие с его же собственной теорией относительности. Чтобы его устранить, Эйнштейн привнёс в теоретические расчёты новый, специальный «космологический член» Λ (лямбда-член). Российский учёный - математик и физик А. А. Фридман (1888-1925) - возразил Эйнштейну по данному вопросу, существенно дополнив впоследствии этим ТО. «*Сделав указанные предположения, можно прийти прежде всего к двум типам Вселенной: 1) стационарный тип - кривизна пространства не меняется с течением времени и 2) переменный тип - кривизна пространства меняется с течением времени. Иллюстрацией первого типа Вселенной может служить шар, радиус которого не меняется с течением времени, двумерная поверхность этого шара будет как раз двумерным пространством постоянной кривизны. Наоборот, второй тип Вселенной может быть изображён меняющимся всё время шаром - то раздувающимся, то уменьшающим свой радиус и как бы сжимающимся. Стационарный тип Вселенной даёт всего лишь два случая Вселенной, которые были рассмотрены Эйнштейном и De Sitter'ом*» [8, с. 100]. В этой своей работе «Мир как пространство и время» (1923 год) Александр Фридман мыслит действительно весьма нестандартно и в чём-то даже гибче Эйнштейна: «*Переменный тип Вселенной представляет большое разнообразие случаев: для этого типа возможны случаи, когда радиус кривизны мира, начиная с некоторого значения, постоянно возрастает с течением времени; возможны далее случаи, когда радиус кривизны меняется периодически: Вселенная сжимается в точку (в ничто), затем, снова из точки, доводит радиус свой до некоторого значения, далее опять, уменьшая радиус своей кривизны, обращается в точку и т.д.*» [Там же]. В дальнейшем Эйнштейн принял космологические замечания Фридмана и выразил по этому поводу ему благодарность. Сегодня в любой литературе по истории естествознания в разделе космологии приводятся ставшие уже хрестоматийными сравнения Вселенной с раздувающимся воздушным шаром или мехами аккордеона, но не всегда указывается, что до этой космологической гипотезы дошёл именно малоизвестный российский учёный Фридман, а не именитая команда западноевропейских и американских физиков-астрономов-теоретиков.

А вот новые веяния наших дней. В самом начале XXI века российский физик В. Л. Янчилин опубликовал свою физическую теорию, получившую название *квантовая теория гравитации*. Работа эта получила большое распространение и заинтересовала учёный мир. Квантовая теория гравитации - надстройка над ОТО, её расширение и в то же время - независимая мысль. Вот слова самого автора: «*В случае слабого гравитационного поля квантовая теория гравитации приводит к тем же самым уравнениям движения, что и общая теория относительности. Несмотря на это, основные положения квантовой теории гравитации принципиально отличаются от основных положений общей теории относительности. <...> С точки зрения квантовой теории гравитации вблизи большой массы изменяются величины c , \hbar , m <...> Например, вблизи большой массы возрастает величина скорости света и уменьшается значение постоянной Планка. <...> То есть возрастает скорость протекания физических процессов. Так как любой эталон времени или длины (период колебаний спектральной линии, длина волны спектральной линии, размер атома и т.д.) изменяется в зависимости от значения величин c , \hbar , m (и любой эталон можно выразить в виде некоторой комбинации этих величин), то, следовательно, вблизи большой массы изменяются все эталоны времени и длины. То есть изменяется пространственно-временной масштаб*» [12, с. 131]. Таким образом, по Янчилину, наш мир непостоянен, мировые константы - это переменные, изменяющиеся величины.

Указывает физик и на одно из главных противоречий ОТО, которое возникает, когда теория пытается описать состояние атома в гравитационном поле, то есть при гравитационном воздействии на атом массивного тела. С одной стороны, вблизи большой массы радиус электронной орбиты уменьшается, а заряд электрона сохраняется, откуда следует, что электрон должен начать вращаться вокруг ядра *быстрее* обычного. Однако с другой стороны, согласно той же ОТО, вблизи больших масс время замедляется, а значит, тот же самый электрон должен *замедлять* свой ход. Очень серьёзное противоречие.

С другой стороны, Янчилин смог разрешить другую фундаментальную неопределённость, касающуюся природы гравитации, о которой упоминалось выше. Опираясь на свою собственную теорию и принцип неопределённости в поведении частицы, он объясняет механизм Всемирного тяготения [Там же, с. 122]. «*Предложенный механизм гравитационного взаимодействия не только позволяет объяснить, почему все тела притягивают друг друга. Он также позволяет объяснить, почему гравитационное взаимодействие*

такое слабое. Это есть следствие того, что неопределённость в движении электрона (или любой другой частицы) ограничена, в основном, удалёнными массами Вселенной. А близко расположенные тела уменьшают неопределённость в его движении на очень незначительную в процентном отношении величину» [Там же, с. 123]. Физик приходит к выводу, что гравитация - исключительно квантовый (дискретный) эффект, так как механизм движения частиц имеет дискретную природу. Как видим, это уже не догма-постулат, а логически выверенное следствие из теории.

Как в начале XX века возникло противоречие между ньютоновой механикой и новыми опытными данными, в результате чего родилась теория относительности, так и в начале XXI века ТО Эйнштейна была расширена и частично пересмотрена. Так будет ли когда-нибудь здесь поставлена точка, или же мы имеем дело с неисчерпаемой чередой противоречий и неопределённостей, которые надо будет вечно преодолевать всё более новыми и интеллектуально изощрёнными теориями, будем ли мы искать подлинную истину или превратим это благородное занятие в бесконечные «игры разума»? Действительно, почему так происходит, почему каждая последующая теория частично включает в себя предыдущую, отвечает на часть её вопросов, но и сама таит в себе элемент неопределённости? Ответ на этот вопрос можно найти у Бриллюэна, который считал, что «теории надлежит рассматривать как очень полезные модели, но отнюдь не как завершённые вещи. Они есть плоды человеческого изобретения, а не божественного откровения; их будут переделывать, видоизменять, приспосабливать, пересматривать и т.д. и т.п. до бесконечности, пока учёные смогут работать» [1, с. 77]. Согласно Бриллюэну, физическая теория и физическое знание всегда неполны, а область их применения - ограничена. Это связано с тем, что научные законы, сформулированные людьми-учёными, не могут полностью отразить реальную суть вещей в Природе, она слишком сложна, чтобы быть формализованной. Из идей Бриллюэна можно сделать простой, но важный вывод: если учёный-естественник наблюдает явление или объект, поведение которого якобы «противоречит всем законам», то это значит лишь то, что эти «законы» природы, написанные вовсе не Природой, а человеком, просто не универсальны, не полны, ограничены в своём применении и требуют переосмысления. На практике же, как правило, проще отрицать наблюдаемое, чем признать неполноту догм.

Список литературы

1. Бриллюэн Л. Научная неопределённость и информация / пер. с англ.; под ред. и с послесл. И. В. Кузнецова. Изд. 3-е. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. 272 с.
2. Гайденок П. П. История новоевропейской философии в её связи с наукой. Изд. 2-е, испр. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 376 с.
3. Гернек Ф. Альберт Эйнштейн / пер. с нем. И. Д. Рожанского с послесл. Б. Г. Кузнецова. М.: Мир, 1979.
4. Данин Д. С. Вероятностный мир. М.: Знание, 1981. 208 с.
5. От классической физики к квантовой: основные представления учения о строении материи / под ред. Б. М. Вула и Е. Л. Фейнберга. М.: Изд-во АН СССР, 1962.
6. Планк М. Избранные труды. Термодинамика. Теория излучения и квантовая теория. Теория относительности: статьи и речи. М.: Наука, 1975. 788 с.
7. Сторожук А. Ю. Эволюция общей теории относительности // Философия науки. 2007. № 3 (34). С. 60-82.
8. Фридман А. А. Мир как пространство и время. Изд. 2-е. М.: Наука, 1965.
9. Эддингтон А. С. Теория относительности и её влияние на научную мысль / пер. с англ.; под ред. проф. И. Ю. Тимченко. Одесса: МАТЕЗИС, 1923.
10. Эйнштейн А. О специальной и общей теории относительности: общедоступное изложение / пер. с 12-го изд.; под ред. проф. С. Я. Лившица. М.: Государственное издательство, 1922.
11. Эйнштейн А., Инфельд Л. Эволюция физики: развитие идей от первоначальных понятий до теории относительности и квант / пер. с англ. со вступ. статьёй С. Г. Суворова. М.-Л.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1948.
12. Янчилин В. Л. Неопределённость, гравитация, космос. М.: Едиториал УРСС, 2003. 248 с.

УДК 101.1

Евгений Валериевич Ковешников

Уссурийский государственный педагогический институт

НЕПОЛНОТА И НЕОПРЕДЕЛЁННОСТЬ В КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ: ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМ И ПОИСК ПУТЕЙ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ: НАУЧНО-ФИЛОСОФСКИЙ И ИСТОРИЧЕСКИЙ ЭКСКУРС[©]

Спор о природе света начался ещё в эпоху классической науки. «Ньютон, пытаясь объяснить конечную скорость распространения света, предположил, что светящееся тело испускает частицы - корпускулы, - передающие свет. Но при этом ему не удалось объяснить явления интерференции и дифракции, и корпускулярная теория была надолго забыта» [5, с. 10]. Гюйгенс же считал свет волной и даже разработал специ-