

УДК 111

DOI: 10.18413/2408-932X-2021-7-4-0-14

Антипенко Л. Г. | **О научных предпосылках построения космологической картины мира (логико-математический и философский анализ)**

Институт философии Российской академии наук, ул. Гончарная, д. 12, стр. 1, Москва, 109240, Российская Федерация; *chistrod@yandex.ru*

Аннотация. Современная ортодоксальная космология подвергается серьезной критике со стороны ряда выдающихся физиков и астрофизиков, к числу которых относится, в частности, лауреат Нобелевской премии Р. Лафлин, опубликовавший книгу «Другая вселенная». Принимая во внимание эту критику, автор данной статьи ставит задачу выяснить, какие факторы должны быть непременно учтены при построении модели Вселенной, чтобы такая модель не оказалась заведомо ложной. Приводится аргументация, согласно которой надо учитывать экспериментально наблюдаемый эффект красного смещения (закон Хаббла), систему инерциальных, в глобальном масштабе, систем координат, наличие гравитационных и инерциальных сил. Важное значение имеет то обстоятельство, что описание временной эволюции всякой системы требует учета двойственной структуры времени, попеременной смены его течения в противоположных направлениях.

Ключевые слова: космология; пространство; время; гравитация; гравитационные и инерциальные силы

Для цитирования: Антипенко Л. Г. О научных предпосылках построения космологической картины мира (логико-математический и философский анализ) // Научный результат. Социальные и гуманитарные исследования. 2021. Т. 7. № 4. С. 174-185. DOI: 10.18413/2408-932X-2021-7-4-0-14

L. G. Antipenko | **On the scientific prerequisites for constructing a cosmological picture of the world (logical-mathematical and physical analysis)**

Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences, 12/1 Goncharnaya St., Moscow, 109240, Russian Federation; *chistrod@yandex.ru*

Annotation. Modern orthodox cosmology is subject to serious criticism from a number of prominent physicists and astrophysicists, among whom is, in particular, the Nobel Prize Laureate R. Laughlin, the author of “A Different Universe”. Taking this criticism into account, the author of this article sets out to find out what factors must be considered in the construction of a model of the Universe so that such a model does not turn out to be deliberately false. The argumentation is given, according to which it is necessary to take into account the experimentally observed redshift effect (Hubble's law), the system of inertial, on a global scale, coordinate systems, and the presence of gravitational and inertial forces. It is important that the descrip-

tion of the temporal evolution of any system requires taking into account the dual structure of time, the alternate change of its course in opposite directions.

Key words: cosmology; space; time; gravity; gravitational and inertial forces

For citation: Antipenko L. G. (2021), “On the scientific prerequisites for constructing a cosmological picture of the world (logical-mathematical and physical analysis)”, *Research Result. Social Studies and Humanities*, 7 (4), 174-185, DOI: 10.18413/2408-932X-2021-7-4-0-14

В понятие космологической картины мира мы включаем, как и принято в научном сообществе, систему астрофизических представлений вместе с теорией гравитации, пространства и времени. В двадцатом столетии сложилась традиция, согласно которой научные предпосылки создания космологической модели Вселенной содержатся в *релятивистской* теории гравитации, обычно отождествляемой с *общей теорией относительности* (ОТО). От ОТО нить рассуждений ведет к концепции Большого взрыва, в результате которого возникает вселенная с последующим расширением, инфляцией на ранней стадии расширения и прочими метаморфозами. Однако в последние годы у многих (если не у большинства) физиков и астрофизиков возникли сомнения в этом подходе к построению такой космологической картины мира. Возникли они отчасти под влиянием наблюдений новых явлений, разыгрываемых на просторах Метагалактики (более совершенные телескопы), отчасти под влиянием опыта исследований свойств физического вакуума (конденсатные состояния материи). Но главное – выявление в структуре ОТО, и особенно в концепции Большого взрыва, бессмысленных утверждений типа высказывания о расширении Вселенной со сверхсветовыми скоростями на стадии инфляции и т. п.

Нельзя не согласиться с тем, что космология тесно связана с феноменом гравитации, не может обойтись без теоретического осмысления этого феномена. Но при изучении гравитационных взаимодействий нельзя не учитывать поляризацию их на *силы тяготения* и *силы инерции*. Каждый на

собственном опыте может убедиться, что, совершая поездку на трамвае, он испытывает действие сил, возникающих в том случае, когда трамвай отклоняется от прямолинейного движения. Но ведь каждый школьник знает, что согласно третьему закону Ньютона сила, действующая на тело *A* со стороны другого тела *B* (или какой-то системы тел), сопровождается обратным действием *A* на *B*, причем сила действия равна силе противодействия. Поэтому центральным, стержневым вопросом в теории гравитации является вопрос о том, по какому адресу «проживает» адресат, испытывающий реакцию тела *A*. Когда игнорируют этот вопрос, то пытаются построить гравитационную теорию так, чтобы вообще исключить из рассмотрения силы инерции, свести их каким-то образом к силам тяготения. Скажем заранее, что подобного рода попытки бесплодны сами по себе, но поучительны для научных поисков.

Многие ученые полагали, что ответы на эти коренные вопросы дает ОТО. Однако, как отметил академик Л.И. Седов, в этой теории «за счет искривления четырехмерного пространства исключаются не только силы инерции, но и силы тяготения» (Седов, 1980: 39). Так что здесь проблема не решается, а просто снимается.

Когда-то, во время учебы в Московском машиностроительном техникуме (1951–1955 гг.), я прочитал книгу С.Э. Хайкина «Механика». Мне повезло: в мои руки попало ее первое издание 1940 г. (Хайкин, 1940). У меня тогда возникло впечатление, которое не выветрилось и по сей день, что это одна из самых интерес-

ных книг, которые можно найти в научной литературе. Доходчиво и занимательно повествует она о механических законах и фактах со ссылками на измерительные процедуры, в которых раскрывается суть механических эффектов. Вот только механическая картина мира, нарисованная Хайкиным, оказывается неудовлетворительной в отношении его попыток ответить на вопрос о сущности инерциальных сил.

Эрнст Мах (1838–1916) освободил умы физиков от ньютоновского абсолютного пространства и абсолютного времени. Опыт с вращающимся ведром, в которое налита жидкость¹, и вообще комплекс инерциальных сил Мах соотнес с ориентацией на материальные (вещественные) тела, заполняющие вселенское пространство. И само пространство предстало как свойство, атрибут этих тел. Хайкин высоко оценил эту идею Маха, но вопрос о конкретной связи инерциальных сил с третьим законом Ньютона остался у него нерешенным.

Если обозреть систему рассуждений автора, то можно прийти к выводу, что он пытался наложить заклятие на инерциальные силы, пытался их «изжить», определить как силы *фиктивные*. В конечном счете выявилось его стремление свести силы инерциальные к силам тяготения. Для этого инерциальное движение было отождествлено со *свободным* движением. А свободное движение дает о себе знать человеку, который находится, к примеру, в падающем лифте и освобождается от тяжести. (Хайкин демонстрировал это обстоятельство на мысленном опыте с наблюдателем, помещенным в закрытый вагон, при свободном движении). Нарушение свободного движения вызывает реакцию, сопротивление этому изменению, что и выражается в форме инерциальной силы. Действие инерциальной силы на тело, как полагал Хайкин, можно избежать, если рас-

смаивать его движение по траектории, определяемой действием силы притяжения. Тогда можно заключить, что ускоренное движение эквивалентно силе гравитации. Инерциальным же силам здесь места не остается. Однако этот вывод автора «Механики» впоследствии подвергся справедливой критике, в которой было отмечено, что неправомерно отождествлять локальные гравитационные эффекты с гравитационными эффектами в глобальных масштабах пространства и времени (К обсуждению книги..., 1950).

Познакомимся теперь поближе с этими рассуждениями (ссылки даются на второе издание «Механики» (Хайкин, 1947)). Прежде всего, Хайкин выписывает и комментирует законы Ньютона. Первый закон гласит: «Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или прямолинейного и равномерного движения, пока оно не принуждается приложенными силами изменить это состояние» (цит. по (Хайкин, 1947: 72)). И комментирует: «Движение в отсутствии сил, о котором идет речь в этом законе, называют движением по инерции, поэтому первый закон Ньютона часто называют “Законом инерции”» (Хайкин, 1947: 73).

Цитирование второго закона Ньютона сопровождается рядом математических определений и формул, некоторые из которых нам придется выписать для того, чтобы наметить новый подход к истолкованию закона инерции. Читаем: «Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по непременно той прямой, по кото-

рой эта сила действует», т. е. $\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F}$, где \vec{P} – импульс, а \vec{F} – действующая сила (Хайкин, 1947: 96).

Иначе: $\frac{d}{dt}(m_0\vec{v}) = \vec{F}$, $m_0 \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}$ или $m_0\vec{j} = \vec{F}$. (1)

При больших скоростях движения тела (в специальной теории относитель-

¹ См., например: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ведро_Ньютона

сти (СТО)) взаимоотношения между массой тела, силой и ускорением меняются, зависят от того, под каким углом действует на тело сила. Для двух крайних случаев прилагаемые силы – тангенциальная F_t и перпендикулярная F_n – имеют место следующие выражения.

1-й случай. Ускорение ортогонально (абсолютная величина скорости остается неизменной, меняется только ее направление).

$$F_n = \frac{m_0 \vec{j}_n}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{1/2}} \quad (2)$$

2-й случай (направление неизменно, меняется абсолютная скорость).

$$\vec{F}_t = \frac{m_0 \vec{j}_t}{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)^{3/2}} \quad (3)$$

Здесь всё, что стоит перед величиной ускорения, относится к выражению величины массы, как и в нерелятивистской физике. Так что в этих двух разных случаях величина массы тела имеет разные значения, что и отметил в своей «Механике» Хайкин.

Но он оставил без внимания релятивистскую формулу

$$E_0 = m_0 c^2, \quad (4)$$

где c – скорость распространения света в вакууме и (по совместительству) универсальная константа, m_0 – собственная масса (масса покоя) тела, E_0 – энергия, эквивалентная массе m_0 .

Вообще механическое движение характеризуется скалярной мерой движения (энергия) и векторной мерой движения (импульс). Если энергия есть мера движения, то формула (4) тоже есть выражение определенной меры движения. И если так, то тогда возникает вопрос о том, при каких условиях эта мера остается неизменной. К тому же: как эта мера соотносится с тремя законами Ньютона? «Действие всегда

есть, – цитирует Хайкин Ньютона, – равное и противоположное противодействие, иначе – взаимодействия двух тел друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны» (Хайкин, 1947: 107). Выше автор провозгласил закон инерции как такое движение тел, при котором на них не действуют никакие силы (гравитационные, в первую очередь). Но затем он уточняет, что закон инерции относится к инерциальным системам отсчета. «Инерциальные системы отсчета – это те, в которых справедлив закон инерции» (Хайкин, 1947: 115).

Нетрудно заметить здесь ошибку, которая называется *petitio principii*². Но эта ошибка не играла бы существенной роли, если бы закон инерции не ограничивался, согласно автору, неопределенными локальными рамками. Поэтому чтобы нам не подвергнуться такой жесткой критике, которая обрушилась на «Механику» Хайкина, мы введем понятия инерциального движения в узком и широком смысле слова. Критерием понятия инерциального движения в узком смысле слова послужит неизменность энергии и, соответственно (собственной) массы в формуле (4). (Конечно, речь идет о неизменности в тех пределах, в которых изменением массы можно пренебрегать). За этими пределами открывается другая картина, в которой наблюдается изменение массы или соответствующей ей энергии. Ставится вопрос о том, каков характер этого изменения, какова его скорость в зависимости от времени и можно ли его подвести под понятие инерциального движения в широком смысле.

Астрофизические наблюдения (закон красного смещения Хаббла) показывают, что энергия движущегося фотона, испущенного удаленной галактикой и регистрируемого земным наблюдателем, убывает равномерно по мере пространственной протяженности, которую преодолевает фотон в своем движении, по мере израсхо-

² Предвосхищение основания (лат.)

дованного времени (см. (Алеманов, 2014; Антипенко, 2019)). При этом важно учитывать то обстоятельство, что относительная потеря световым квантом энергии не зависит от его исходной энергии. Для элементарных частиц, обладающих собственной массой, эффект потери массы на протяжении космического хода времени обусловлен тем, что они суть композитные частицы. Масса электрона имеет положительное значение. Но это – средняя, точнее, средне-вероятностная, масса. Она представляет собой квантовую суперпозицию массы положительной и массы отрицательной, распределяемых *во времени* с разными амплитудами вероятности. (Такой вывод делается на основании полного решения квантово-релятивистского уравнения Дирака, описывающего свободное движение электрона. (Антипенко, 2018)).

А вот на основании аналогии с движением фотона можно сделать вывод о том, что в нашей Вселенной с течением времени уменьшается не только энергия фотона, но и энергетическое содержание электрона. Данный вывод подтверждается тем фактом, что в квантовой механике энергия и импульс частицы даются равенствами Луи де Бройля: $E = h\nu$ и $\vec{p} = \hbar\vec{k}$. Уменьшается частота ν , уменьшается и энергия E . Но поскольку электрон, в отличие от фотона, имеет собственную массу, то понятно, что ее уменьшение нельзя объяснить иначе, нежели полагая, что происходит изменение амплитуд вероятности для двух противоположных значений массы.

Эти соображения позволяют обобщить понятие инерциального движения,

$$\frac{dE}{dt} = const.$$

подчинить его условию Отклонения от этой константы происходят под воздействием внешних сил, и тогда появляется инерциальная сила как реакция на изменение состояния движения. Если ньютоновская инерциальная сила абстрагирована от энергетического процесса, то здесь эта связь вполне очевидна.

Главная трудность для всех ученых, которые непосредственно занимались поисками решения поставленной здесь проблемы, заключается в получении ответа на вопрос, как установить критерий различия между локальными и глобальными инерциальными системами. Ее можно продемонстрировать на примере суждений по данной тематике академика Л.И. Седова. В статье «Мысли Коперника – истоки основ современной механики» он указывает, что силы инерции по своим физическим проявлениям полностью эквивалентны силам тяжести, причем физическое значение имеют только суммарные массовые силы, гравитационные силы и силы инерции. «Единственная особенность массовых сил инерции связана с тем, что если руководствоваться третьим законом Ньютона о силах действия и противодействия, то силу противодействия внешним силам инерции нельзя прикладывать к массам и полям внутри Солнечной системы, в которой выделяется гелиоцентрическая система координат» (Седов, 1980: 12-13). И тут остается без ответа вопрос о том, где находится адресат инерциальной силы, если его нет в Солнечной системе. Где его можно отыскать? Надо ли апеллировать к Галактике или к Метагалактике?

В другом месте Седов, ссылаясь на общую и специальную теории относительности, опять касается того же различия (Седов, 1980: 292). Основной принцип относительности Галилея–Ньютона, пишет он, состоит в утверждении, что все законы природы, формулируемые в виде соотношений между величинами, определенными в различных системах координат наблюдателей, сохраняют свой вид в инерциальных системах координат. «В ОТО для любой точки риманова пространства этот принцип относительности формулируется локально в локальных координатах, которые играют роль локальных инерциальных координат, аналогичных глобальным инерциальным системам координат, выделенных в СТО физическими телами, например, системой “неподвижных” звезд» (Се-

дов, 1980: 292). Мы видим, что дается ссылка на систему «неподвижных» звезд. Но ведь ясно, что поскольку СТО, рассматриваемая как предельный случай ОТО, относится к локальным инерциальным системам, то нельзя апеллировать к той же самой СТО при установлении (определении) глобальных инерциальных систем.

Уточним постановку рассматриваемой нами задачи. Задача состоит не в том, чтобы создать новую космологическую теорию взамен ортодоксальной, а в том, чтобы выяснить, какие факторы при построении модели Вселенной должны быть непременно учтены, чтобы эта модель не оказалась заведомо ложной. Учет инерциальных систем при формулировании механических законов физических явлений приводит к выводу о *единстве и противоположности* сил гравитационных и сил инерциальных. А далее ставится вопрос: нарушается ли это единство в глобальном, вселенском масштабе, в космологии? То есть, нельзя ли в космологии от инерциальных сил избавиться по типу того, что можно наблюдать в локальных движениях? И выясняется, что дело не только в том, что современная ортодоксальная космология, созданная на односторонней основе гравитационных взаимодействий, ложна, но ложный результат получается всякий раз, когда отбрасывается глобальная инерциальная система координат.

Поскольку с понятиями гравитационных и инерциальных сил связаны понятия гравитационной и инертной массы, то доказать несводимость одной массы к другой значит доказать несводимость инерциальных сил к силам тяготения. Путь этого доказательства намечен в книге Макса Джеммера «Понятие массы в классической и современной физике» (Джеммер, 1967). В главе XIV «Понятие массы в квантовой механике и теории поля» Джеммер вводит терминологическое различие между двумя концепциями, или теориями. Теория, в которой полная масса частицы есть ее полевая масса, будет называться *масс-*

унитарной. А вот *унитарной* (единой) называется теория, если она постулирует существование только одной сущности. Унитарная теория поля всегда масс-унитарна, но не всякая масс-унитарная теория является обязательно унитарной. Джеммер пишет, что электромагнитная теория массы служит примером того, как пытались сформулировать масс-унитарную теорию, но она не была унитарной, так как заряды и поля были взаимно несводимыми понятиями (Джеммер, 1967: 198).

Результаты новейшего развития квантовой физики, представленные концепцией корпускулярно-вихревого дуализма (теория и эксперименты), свидетельствуют о том, что теория любого типа физических взаимодействий не может быть унитарной, она всегда оказывается двойственной по типу двойственности электромагнитной теории массы (см. работы (Son, 2015; Manninen et al., 2005)). Средством выражения такой двойственности служит симметрия, ее нарушение и компенсация нарушения. При этом надо отметить, что есть два вида симметрии, к которым обращаются в современной квантовой физике: *калибровочная* симметрия и *суперсимметрия*. Калибровочная симметрия применяется тогда, когда описываются электромагнитные, сильные и слабые (ядерные) взаимодействия. А при попытках описании гравитационных взаимодействий поступают иначе: пытаются восполнить недостачу (неполноту) калибровочной симметрии, обращаясь к суперсимметрии. Возлагая надежды на ее существование, физики стоят перед задачей дать ей надлежащее выражение.

Калибровочная симметрия приводит к выводу о необходимости существования векторных калибровочных полей, обмен квантами которых представляется как взаимодействия частиц. В электродинамике это фотоны, в сильных взаимодействиях – глюоны, в слабых ядерных взаимодействиях – три вида бозонов. Происхождение понятия калибровочной симметрии связано с

понятием изотопического спина, посредством которого уподобляются и различаются взаимодействующие между собой протоны и нейтроны, расположенные в ядрах атомов. Различия между ними ставятся в зависимость от поворота изотопического спина в изотопическом пространстве. Наиболее наглядно калибровочная симметрия представлена в квантовой электродинамике. Здесь двум разным значениям изотопического спина ставятся в соответствие вещественная и мнимая части волновой функции электрона (ψ_e), а роль изотопического пространства играет плоскость комплексного переменного, где по одной оси откладывается вещественная часть ψ_e , а по другой – мнимая. Если комплексную функцию записать в виде произведения модуля на фазовый множитель, тогда поворот в этом пространстве на угол ϕ сведется к изменению фазового множителя, то есть к умножению ψ_e на новый фазовый множитель:

$$\psi_e(r, t) \rightarrow \psi_e(r, t) e^{ie\phi(r, t)}, \quad (1)$$

где e в показателе компоненты – заряд электрона.

Преобразованная функция подставляется в уравнение Дирака

$$\sum_{\mu=0,1,2,3} \gamma_{\mu} \frac{\partial \psi_e(x)}{\partial x_{\mu}} - \frac{mc}{i\hbar} \psi_e(x) = 0, \quad (2)$$

которое описывает свободное движение электрона. (Здесь x – четырехмерная координата с компонентами $x^0 = ct, x^1 = x, x^2 = y, x^3 = z, \gamma^{\mu}$ – т. н. матрицы Дирака). В результате появляется некоторая добавка, которую компенсируют, изменяя уравнение (2) так, чтобы оно стало калибровочно-инвариантным. Проводятся еще некоторые дополнительные операции, приводящие к выводу, что электрон должен взаимодействовать с некоторым векторным полем A_{μ} . В конечном итоге получают уравнения Максвелла. Или, иначе говоря, компенсирующим (калибровочным) полем для калибровочного

преобразования волновой функции электрона оказывается электромагнитное поле, а калибровочной частицей – безмассовая частица со спином 1. «Эти два свойства – отсутствие массы и спин 1 присущи любым калибровочным полям» (Физический..., 1983: 238).

Мы полагаем, что методом перехода от калибровочной симметрии к суперсимметрии может быть метод, при котором фазовые сдвиги волновой функции переносятся на само время. Замена волновой функции комплексно сопряженной функцией приводит к тому, что время предстает в виде сочетания двух противоположных потоков – прямого и обратного (Антипенко, 2021). (Конечно, с этим метаморфозом согласится лишь тот физик, который видит во времени фундаментальный циклический процесс вместо привычной координаты (Wendel et al., 2020). Отчасти этот метод был разработан Франком Вилчеком и описан им в статье «Квантовые кристаллы времени» (Wilczek, 2012). Посмотрим, что стоит за этим термином.

Симметрия и ее спонтанное нарушение, пишет Вилчек во вводной части статьи, стали центральной темой в современной физике. Возможно, что ни одна симметрия не более фундаментальна, чем трансляционная симметрия времени, лежащая в основе как воспроизводства опыта, так и стандартной динамической системы отсчета, в которой имеет место сохранение времени. Поэтому, естественно, возникает вопрос, может ли трансляционная симметрия времени быть нарушенной в некоторой квантово-механической системе (Wilczek, 2012: 1). Опираясь на аналогию с пространством, автор дает положительный ответ на этот вопрос: в случае кристаллических структур вполне очевидно нарушение пространственной симметрии. А это означает не что иное, как то, что мы уподобляем пространство вещественным структурам материи. Так и время, по Вилчеку, следует рассматривать в контексте систем, которые оно пронизывает. Только эти системы должны быть специ-

ально подготовленными для наблюдения теоретически предсказываемых эффектов времени. Речь идет о квантовых системах, находящихся в «основном состоянии», то есть в состоянии самой низкой энергии. Однако и в таком состоянии, утверждает автор, оператор Гамильтона должен действовать. А если так, квантовая система все равно будет иметь некоторый вид движения. Движение происходит во времени, и время может или должно подвергаться спонтанному нарушению симметрии, которое (нарушение) сводится к тому, что течение времени периодически испытывает разрывы (Wilczek, 2012: 1).

Спорным или не совсем ясным у Вилчека, является, по мнению ряда физиков, вопрос об основном состоянии. Из определения основного состояния следует, что его энергия равна нулю. Но если представить, что это состояние изменяется во времени, то ему должна сопутствовать энергия, иначе мы получим вечный двигатель. На это Вилчек, кажется, отвечает, что энергия берется из «разломов» времени. При этом, допуская наличие таких разломов, он вместе с тем не отказывает времени быть *инфинитезимальным*.

Чтобы разобраться с этим затруднением, нам придется обратиться к понятию физического вакуума. В связи с этим мы возвращаемся к тому, что изложено в начале статьи, к феноменам инерции и гравитации. В квантовую физику физический вакуум пришел на смену механическому эфиру. И здесь важно вспомнить про идею индуцированной гравитации, которую (идею) А.Д. Сахаров выразил в терминах «метрическая упругость вакуума». Согласно этой идее суть гравитации заключается не в том, что существует кривизна пространства-времени, а в наличии большой «метрической упругости», противодействующей сильному искривлению пространства-времени, за исключением мест, где сконцентрировано много вещества (Сахаров, 1995: 187). По сведениям Ю.С. Владимирова, разрабатывающего теорию предгеометрии (см. (Владимиров,

2010)), есть и другие ученые, которые поддерживали идею индуцированной гравитации. Среди них – Х. Теразава и Дж. Уилер. Последний, в частности, отмечал: «Новая перспектива, открывающаяся перед предгеометрией, связана с новым подходом к оценке общей теории относительности. <...>. В двух словах это означает, что гравитация для физики элементарных частиц – это то же, что упругость – для атомной физики. Энергия упругой деформации есть не что иное, как энергия, запасенная в связях между атомами при деформации. Энергия, затрачиваемая на искривление пространства, есть не что иное, как возмущение вакуумной энергии полей и частиц, вызываемое этой кривизной» (Уилер, 1962: 274].

Итак, концепция индуцированной гравитации почти напрямую указывает на источник инерциальных сил. Гравитация, по Сахарову, искривляет геодезические линии пространства-времени, вакуумные флуктуации противодействуют этому искривлению. Но Сахаров выдвигал еще аргументы, согласно которым изменение действия квантовых вакуумных флуктуаций может приводить к росту масс частиц до предельной величины, равной планковской массе (частицу с такой массой М.А. Марков называл *максимоном* (Сахаров, 1967: 71). Происходит теперь рост масс частиц в нашей Вселенной или их убывание – вопрос отдельного исследования. Важна констатация того, что такой процесс имеет место.

В тех случаях, когда физики и астрофизики обходятся без непосредственной апелляции к таким противоположным процессам, как действие гравитационных и инерциальных сил, они обращаются к понятиям отрицательной энергии и отрицательной массы. В таком случае, соотнося массу с энергией, констатируют наличие соответствия между потенциальной энергией и отрицательной (интенсивной) массой, с одной стороны, и кинетической энергией и положительной (экстенсивной) массой, с другой. Начало такому подходу к

решению вопроса о положительных и отрицательных массах было положено французским физиком Леоном Бриллюэном (1889–1969). Речь идет о его книге «Новый взгляд на теорию относительности» (Бриллюэн, 1972).

Затронув проблемы, возникающие при согласовании теории относительности с перенормировками в квантовой теории поля, Бриллюэн высказал мнение, что сделанный им анализ показывает необходимость *перенормировки массы* не только в квантовой теории. Она должна быть введена и в теорию относительности, «что было совершенно упущено из виду ее основоположниками» (Бриллюэн, 1972: 46).

Автор констатирует, что известное эйнштейновское соотношение между массой и энергией

$$E = mc^2 \quad (1)$$

не всегда с полной ясностью определяет роль потенциальной энергии. Действительно, для покоящегося тела

$$E_0 = m_0c^2 \quad (2)$$

а если тело движется с постоянной скоростью \vec{v} , энергия и импульс приобретают значения:

$$E = mc^2, \quad \vec{p} = m\vec{v}, \quad (3), \text{ где}$$

$$m = \frac{m_0}{(1 - v^2/c^2)^{1/2}} \quad (4)$$

Что же из этого следует? Увеличение массы, отмечает Бриллюэн, от значения m_0 до m происходит за счет кинетической энергии. Физическое тело, двигаясь в статическом поле сил, может приобрести за определенный промежуток времени внешнюю потенциальную энергию U . Все считают, что полная энергия описывается соотношением

$$E_{\text{полн}} = mc^2 + U \quad (5),$$

где U остается постоянной, несмотря на движение со скоростью v (Владимиров, 2010: 31]. Но ведь это означает, что *всякая возможность существования у тела массы, связанной с внешней потенци-*

альной энергией, полностью исключается. Если бы внешней потенциальной энергии соответствовала масса, то последняя каким-то образом участвовала бы в движении ввиду перемещения физического тела, и такой движущейся массе соответствовала бы некоторая кинетическая энергия. Из соотношения (2) такую возможность никак усмотреть нельзя. «Таким образом, получается странная ситуация: внутренней потенциальной энергии отвечает масса, а внешней – нет» (там же).

Бриллюэн в своих рассуждениях вводит понятие о внутренней потенциальной энергии покоящегося или движущегося тела. При рассмотрении соотношений (2) и (3) нельзя не признать истинность этого понятия, поскольку в массе m_0 заключен энергетический потенциал, превращающий ее при подходящих условиях в энергию E_0 . (аннигиляция электронно-позитронной пары). Поэтому анализ соотношений между массой, кинетической и потенциальной энергией позволяет, по Бриллюэну, ставить вопрос о возможности существования отрицательных масс. Если обратиться к классической механике, то там, указывает автор, масса всегда положительна, энергия же (как только определен ее нулевой уровень) может быть как положительной, так и отрицательной. При этом выбор нулевого уровня энергии не имеет большого значения. А в релятивистской механике абсолютная величина энергии играет важную роль, особенно тогда, когда ставится вопрос об отрицательной энергии. Но если существуют отрицательные энергии, то, в силу соотношений (2) и (3), мы должны допускать возможность существования *отрицательных масс*, соответствующих этим отрицательным энергиям (Бриллюэн, 1972: 48).

Возражения большинства физиков против возможности существования отрицательных масс однотипны: не могут существовать такие частицы, массы которых отрицательны. С этим нельзя не согласиться. Но оппоненты Бриллюэна не догадыва-

лись, что все частицы, обладающие собственной массой, суть композитные частицы, сочетающие в своем составе и положительную, и отрицательную массу. Аннигиляция электрона и позитрона происходит не только потому, что у них противоположные электрические заряды. Она происходит потому, что потенцированы компоненты их масс. Сама же по себе гипотеза Бриллюэна о существовании отрицательных энергий и отрицательных масс нуждается, по нашему мнению, только в одном уточнении: в том, что не требуется ссылка на безымянные внешние статические поля, которые могут вносить свой вклад в массу движущейся частицы. На их место надо поставить физический вакуум, который нельзя отнять от инерциального движения.

Своей «Механикой» С.Э. Хайкин проложил дорогу к научной космологии. И это несмотря на то, что первое и второе (переработанное) издание его книги подверглось со стороны коллег-ученых в Советском Союзе жесткой критике (К обсуждению..., 1950). Рассматривая критические замечания тех лет, можно видеть, что они подразделяются в основном на два класса. К одному классу относятся идеологические обвинения в «махизме». В научном плане они теперь не заслуживают внимания. Другие, научно обоснованные, замечания касаются главного вопроса: являются ли инерциальные силы глобальными, или же они локально ограниченные, к чему склонялся Хайкин. А между тем, этот вопрос нашел бы принципиальное решение, если бы критики «Механики» и ее автор пересмотрели ее геометрические основания, введя в оборот неевклидову (гиперболическую) геометрию Лобачевского. В ней раскрывается геометрическая дисциплина мысли, которая и есть главное из того, что мы назвали научными предпосылками построения космологической картины мира. Без учета этих предпосылок появляются эклектические версии космологии и теории гравитации.

Общую теорию относительности (ОТО) обычно соотносят со специальной

теорией относительности (СТО) на том основании, что инвариантность уравнений СТО превращается в ковариантность уравнений ОТО. Но тут начинается эклектика. Дело в том, что уравнения ОТО, рассматриваемой как релятивистская теория гравитации, выводятся по правилам вариации величины действия S гравитационного поля, которая является величиной релятивистки инвариантной. Но затем структура четырехмерного пространства-времени ставится в зависимость от тензора энергии-импульса материи, который не удовлетворяет требованию релятивистской инвариантности. Сам Эйнштейн писал, что при такой формулировке вся механика гравитации сводится к решению одной системы ковариантных уравнений в частных производных. «Эта теория избегает всех внутренних противоречий, в которых мы упрекали классическую механику. <...>. Но она похожа на здание, одно крыло которого сделано из изящного мрамора (левая часть уравнения), а другое – из плохого дерева (правая часть уравнения)» (Эйнштейн, 1967: 217).

Гораздо хуже обстоит дело с ортодоксальным вариантом космологии, возведенным на базе ОТО. Напомним, что Эйнштейн вынужден был вставить в левую часть своего уравнения Λ – член, названный *космологической постоянной*, для того чтобы стабилизировать состояние Вселенной. Впоследствии эта константа претерпела ряд приключений: сначала она была отброшена в связи с нежеланием видеть нестационарную вселенную, затем снова вставлена в уравнение, чтобы согласиться с тем, что вселенная не только расширяется, но расширяется с ускорением, и т. д. С первоначальным предложением отбросить космологическую постоянную выступил в 1922 году А.А. Фридман (Сахаров, 1967). При этом он вывел из затруднений Эйнштейна по части составления тензора энергии-импульса материи. Фридман попросту приравнял компоненты этого тензора к нулю, оставив ненулевым только одну компоненту, ту, которая соответству-

ет дифференциальному элементу времени dt . Это и позволило обосновать представление, согласно которому вселенная, возникнув из первоначальной точки, расширяется по мере хода времени до сегодняшнего дня. Правда, при этом сторонники этой версии не исключают того, что эволюцию вселенной можно, если надо, подправить, внося в нее что-нибудь типа инфляции.

Литература

Алеманов, С.Б. Квантовый закон Хаббла (Квантовый закон космологического красного смещения) // Инженерная физика. 2014. № 3. С. 40-46.

Антипенко, Л.Г. О квантовом законе Хаббла и физико-математических основаниях альтернативной космологии // Прикладная физика и математика. 2019. № 12. С. 10-17.

Антипенко, Л.Г. К вопросу о двуспиновой интерпретации решения квантоворелятивистского уравнения Дирака, описывающего свободное движение электрона // Трибуна УФН (журнал «Успехи физических наук»). № 6р. 08 декабря 2018. 5 с. [Электронный ресурс] URL: <https://ufn.ru/tribune/trib6p.pdf> (дата обращения: 15.10.2021).

Антипенко, Л.Г. Квантово-геометрический подход к постижению времени // Феномен времени сквозь призму современной науки: Возможность нового понимания. Проблема времени в физике XXI века / под ред. А.Ю. Севальникова. М.: ЛЕНАНД, 2021. С. 185-201.

Бриллюэн, Л. Новый взгляд на теорию относительности / пер. с англ. К.А. Пирагаса; под ред. А.З. Петрова. М.: Мир, 1972. 144 с.

Владимиров Ю.С. Пространство-время: явные и скрытые размерности. 2-е изд., перераб и доп. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. 208 с.

Джеммер, М. Понятие массы в классической и современной физике / Перев. Н.Ф. Овчинникова. М.: Прогресс, 1967. 225 с.

К обсуждению книги С. Э. Хайкина "Механика". Обзор материалов, полученных редакцией УФН // Успехи физических наук. 1950. Т. 40. Вып. 3. С. 476-483.

Сахаров, А.Д. Вакуумные квантовые флуктуации в искривленном пространстве и

теория гравитации // Доклады Академии наук СССР. 1967. Т. 177. № 1. С. 70-71.

Сахаров, А.Д. Научные труды. М.: АОЗТ «Изд-во ЦентрКом», 1995. 528 с.

Седов, Л.И. Размышления о науке и об учёных. М.: Наука, 1980. 440 с.

Уилер, Дж. Гравитация, нейтрино и Вселенная. М.: Изд-во иностранной литературы, 1962. 404 с.

Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А. М. Прохоров. М.: Советская энциклопедия, 1983. 944 с.

Хайкин, С.Э. Механика. М.–Л.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1940. 372 с.

Хайкин, С.Э. Общий курс физики. Том 1. Механика. Изд. 2-е, доп. и перераб. М.–Л.: ОГИЗ Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1947. 574 с.

Эйнштейн, А. Собрание научных трудов. В четырех томах. Т. 4. Статьи, рецензии, письма. Эволюция физики. М.: Наука, 1967. 599 с.

Son, D. Th. Is the Composite Fermion a Dirac Particle? // Physical Review X. Vol. 5. Iss. 3. 2015.

DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevX.5.031027>

Manninen, M., Reimann, S., Koskinen, M., Yu, Y. and Toreblad, M. Electron-Hole duality and vortex-rings in quantum dots // Physical Review Letters. 2005. Vol. 94. Iss. 10. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.94.106405>

Wendel, G., Martínez, L. and Bojowald, M. Physical Implications of Fundamental Period of Time // Physical Review Letters. 2020. Vol. 124. Iss. 24.

DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.124.241301>

Wilczek, F. Quantum Time Crystals // Physical Review Letters. 2012. Vol. 109. Iss. 16. DOI:

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.109.160401>

References

Alemanov, S. B. (2014), "Hubble's Quantum Law (Quantum Law of Cosmological Redshift)", *Engineering Physics*, 3, 40-46 (in Russ.).

Antipenko, L. G. (2019), "On Hubble's quantum law and physical and mathematical foundations of alternative cosmology", *Applied Physics and Mathematics*, 12, 10-17 (in Russ.).

Antipenko, L. G. (2018), "On the question of the binor interpretation of the solution of the quantum-relativistic Dirac equation describing the free motion of an electron", *Uspekhi fizicheskikh*

nauk (Advances in Physical Sciences), 6, 08 December (in Russ.) [Online] URL: <https://ufn.ru/tribune/trib6p.pdf> (Accessed 15 October 2021).

Antipenko, L. G. (2021), "A quantum-geometric approach to the comprehension of time", *Fenomen vremeni skvoz' prizmu sovremennoy nauki: Vozmozhnost' novogo ponimaniya. Problema vremeni v fizike XXI veka* [The phenomenon of time through the prism of modern science: The possibility of a new understanding. The problem of time in physics of the XXI century], in Sevalnikov, A. Yu. (ed.), LENAND, Moscow, Russia, 185-201 (in Russ.).

Brilluen, L. (1972), *Novy vzglyad na teoriyu otноситel'nosti* [A new look at the theory of relativity], transl. by Piragas, K. A., in Petrov, A. Z. (ed.), Mir, Moscow, Russia (in Russ.).

Einstein, A. (1967), *Sobranie nauchnykh trudov. V 4 tomakh. Tom 4. Statyi, retsenzii, pis'ma. Evolyutsiya fiziki* [Collection of scientific papers. In four volumes. Vol. 4. Articles, reviews, letters. Evolution of physics], Nauka, Moscow, Russia (in Russ.).

Jemmer, M. (1967), *Ponyatie massy v klassicheskoy i sovremennoy fizike* [The concept of mass in classical and modern physics], Progress, Moscow, Russia (in Russ.).

Khaykin, S.E. (1940), *Mekhanika* [Mechanics], Gos. izdatel'stvo tekhniko-teoreticheskoy literatury, Moscow-Leningrad, Russia (in Russ.).

Khaykin, S.E. (1947), *Obschiy kurs fiziki. Tom 1. Mekhanika* [General physics course. Volume 1. Mechanics. 2nd edition, expanded and revised], OGIZ, Gos. izdatel'stvo tekhniko-teoreticheskoy literatury, Moscow-Leningrad, Russia (in Russ.).

Manninen, M., Reimann, S., Koskinen, M., Yu, Y. and Toreblad, M. (2005), "Electron-Hole duality and vortex-rings in quantum dots", *Physical Review Letters*, 94 (10). DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.94.106405>

Prokhorov, A. M. (ed.) (1983), *Fizicheskiy entsyklopedicheskiy slovar'* [Physical Encyclopedic Dictionary], Sovetskaya entsiklopediya, Moscow, Russia (in Russ.).

Sakharov, A. D. (1967), Vacuum quantum fluctuations in curved space and the theory of gravity, *Doklady Akademii Nauk SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences], 177 (1), 70-71 (in Russ.).

Sakharov, A. D. (1995), *Nauchnye trudy* [Scientific works], AOZT "Izdatel'stvo TsentrKom", Moscow, Russia (in Russ.).

Sedov, L. I. (1980), *Razmyshleniya o nauke i uchenykh* [Reflections on science and scientists], Nauka, Moscow, Russia (in Russ.).

Son, D. Th. (2015), "Is the Composite Fermion a Dirac Particle?", *Physical Review X*, 5 (3). DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevX.5.031027>

To discuss S. E. Khaykin's book "Mechanics". Review of materials received by the editorial office of the UFN (1950), *Physics-Uspekh (Advances in Physical Sciences)*, 40 (30), 476-483 (in Russ.).

Vladimirov, Yu. S. (2010), *Prostranstvo-vremya: yavnye i skrytye razmernosti* [Space-time: explicit and hidden dimensions. 2nd ed., revised and additional], "LIBROKOM" Publishing House, Moscow, Russia (in Russ.).

Wendel, G., Martínez, L. and Bojowald, M. (2020), "Physical Implications of Fundamental Period of Time", *Physical Review Letters*, 124 (24).

DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.124.241301>.

Wheeler, J. (1962), *Gravitatsiya, neytrino i Vselennaya* [Gravity, neutrinos and the Universe], Izdatel'stvo inostrannoy literatury, Moscow, Russia (in Russ.).

Wilczek, F. (2012), "Quantum Time Crystals" *Physical Review Letters*, 109 (16). DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.109.160401>.

Конфликты интересов: у автора нет конфликта интересов для декларации.

Conflicts of Interest: the author has no conflict of interest to declare.

ОБ АВТОРЕ:

Антипенко Леонид Григорьевич, кандидат философских наук, старший научный сотрудник, сектор философии естественных наук, Институт философии РАН, ул. Гончарная, д. 12, стр. 1, г. Москва, 109240, Российская Федерация; chistrod@yandex.ru

Персональный сайт: <https://www.titanage.ru/>

ABOUT THE AUTHOR:

Leonid G. Antipenko, PhD in Philosophy, Senior Research Fellow, Sector of Philosophy of Natural Sciences, Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences, 12/1 Goncharnaya St., Moscow, 109240, Russian Federation; chistrod@yandex.ru

Personal site: <https://www.titanage.ru/>