

# МЕТАФИЗИКА КОСМОЛОГИИ

DOI: 10.22363/2224-7580-2025-1-8-30

EDN: WEBTBX

## ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ, КОСМОЛОГИЯ И ПРИНЦИП МАХА

**Ю.С. Владимиров**

*Физический факультет*

*Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова  
Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинские Горы, д. 1, стр. 2*

*Институт гравитации и космологии*

*Российского университета дружбы народов*

*Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6*

**Аннотация.** В статье показано, что в настоящее время идет процесс пересмотра оснований фундаментальной физики. Необходимо учитывать, что современная физика строится на сложившихся представлениях макрофизики, которые распространяются на микрофизику и мегафизику, тогда как в настоящее время созрела убежденность в том, что необходима разработка самостоятельной системы понятий и закономерностей, присущих физике микромира и мегамира, из которых следуют представления макромира. При этом наиболее важно вывести из искомым понятий микро- и мегамира представления о классическом пространстве-времени, лежащем в основе макрофизики. Предложено использовать в качестве исходных понятий микромира теорию бинарных систем комплексных отношений, которые сказываются и в основаниях физики мегамира. Показывается, что в теории мегамира ключевую роль играет принцип Маха, в должной мере не учитываемый в современной космологии.

**Ключевые слова:** основания физики, микромир, макромир и мегамир, космология, принцип Маха, геометрия пространства-времени, бинарные и унарные системы отношений

### Введение

В наших работах уже неоднократно обращалось внимание на то, что в настоящее время происходит коренной пересмотр оснований фундаментальной физики, что свидетельствует о чрезвычайной важности исследований в этой области физики. При этом следует иметь в виду, что реальный прогресс

в этой области может быть достигнут на основе учета неразрывной связи идей и достижений в трех разделах науки: физики, математики и философии [1].

В качестве последнего раздела – философии – здесь подразумевается метафизика, которую В.В. Миронов, декан философского факультета МГУ, определял как «пределный вид философского знания, связанный с наиболее абстрактной и глубокой формой рефлексии (размышления) человека над проблемами личного и мирового бытия» [2]. В наших работах неоднократно подчеркивалось, что ныне мало признания метафизики, – необходимо опираться на ключевые принципы метафизики. В качестве таковых следует понимать три метафизических принципа: дуализма, тринитарности и симметрии [1]. Использование трех названных разделов науки является одним из проявлений принципа тринитарности.

Для пересмотра ныне сложившихся представлений об основаниях физики необходимо отдавать себе отчет в том, что физика состоит из трех разделов: физики микромира, физики макромира и физики мегамира. При этом следует иметь в виду, что речь идет об обосновании понятий и принципов среднего раздела – физики макромира – на базе пересмотра оснований двух других разделов: физики микромира и физики мегамира.

В работах многих авторов особое внимание уделяется пересмотру, прежде всего, оснований физики микромира. Подчеркивается тот факт, что классическое пространство-время, на фоне которого ныне выстроена физика макромира, теряет силу в физике микромира. Об этом А. Эйнштейн писал: «...введение пространственно-временного континуума может считаться противоестественным, если иметь в виду молекулярную структуру всего происходящего в микромире» [3. С. 223]. Однако он тогда считал, что отказ от пространства-времени «смахивает на попытку дышать в безвоздушном пространстве».

Р. Фейнман также сомневался в применимости классического пространства-времени в физике микромира. Он писал: «Я сильно подозреваю, что простые представления геометрии, распространенные на очень маленькие участки пространства, неверны» [4. С. 184]. А ряд других известных физиков об этом заявлял более определенно. Так, Дж. Чью в своей статье с характерным названием «Сомнительная роль пространственно-временного континуума в микроскопической физике» писал: «Концепция пространства и времени играет в современной физике микромира роль, аналогичную той, что играл эфир в макроскопической физике XIX века» [5. С. 529].

Можно привести ряд других высказываний в этом же духе, причем в последнее время они делаются все чаще. В настоящее время уже настойчиво ставится задача поиска самостоятельной системы понятий и принципов, присущих физике микромира, из которой должны выводиться известные представления классического пространства-времени и используемые физические понятия на его фоне.

В опубликованных работах [6–8] показано, что искомая система понятий реализуется в идеях и в математическом аппарате бинарных систем комплексных отношений минимальных рангов. Основы этого математического

аппарата были заложены в работах Ю.И. Кулакова и Г.Г. Михайличенко в рамках развиваемой ими так называемой теории физических структур [9; 10]. Это направление исследований в свое время было одобрено академиком И.Е. Таммом [10].

Однако для обоснования понятий и принципов физики макромира этого недостаточно, – для решения данной проблемы необходим также пересмотр сложившихся представлений о физике мегамира (космологии).

## 1. Современные представления о космологии

Современные представления о мегамире строятся на базе общей теории относительности (ОТО), позволившей существенно переформатировать мировоззрение. До этого формирование представлений о мироздании в целом входило в компетенцию религии и философии, а теперь после создания общей теории относительности было перенесено в сферу физики. Теперь стало принятым строить представления о свойствах и структуре всей Вселенной на базе космологических решений уравнений Эйнштейна. Достаточно убедительные для большинства такие решения были найдены А. Фридманом в начале 20-х годов минувшего столетия, и с тех пор значительная часть физиков-гравитационистов занимается их анализом, обобщениями и совершенствованиями. В последнее время развитие космологии считается важным видом научных исследований в деле формирования научного мировоззрения.

Однако нельзя забывать, что при описании Вселенной как целого на основе уравнений Эйнштейна фактически производится экстраполяция представлений ОТО (как физики макромира) максимально далеко за пределы изученной области Вселенной.

### 1.1. Космологические модели Фридмана

Прежде всего, следует напомнить, что уже в XIX веке были известны три вида геометрий пространства: геометрия Евклида и два вида неевклидовых геометрий: гиперболическая геометрия Лобачевского и сферическая геометрия Римана, которые уже тогда обсуждались на предмет альтернативы общепринятой геометрии Евклида.

Открытие неевклидовых геометрий, а затем создание специальной теории относительности сыграли ключевую роль в создании Эйнштейном общей теории относительности. Основу этой теории составляют уравнения Эйнштейна, левая часть которых описывает свойства искривленного пространства-времени, а правая часть определяется тензором энергии-импульса помещенной в пространство-время материи (см., например, [12]). Было показано, что эти уравнения достаточно хорошо описывают гравитационные взаимодействия в надежно наблюдаемой области макромира.

Для описания Вселенной в целом естественно было полагать, что в правую часть уравнений Эйнштейна необходимо подставить тензор энергии-импульса всей материи мира: планет, звезд, галактик, межзвездной среды

и всего прочего. В силу того, что все это точно учесть невозможно, было предложено построение упрощенных моделей.

Во-первых, полагалось, что всю материю мира можно представить в виде сплошной среды наподобие пыли, когда в качестве отдельных пылинок выступают уже не отдельные звезды и даже не отдельные галактики, а скопления галактик.

Во-вторых, полагалось, что в глобальном пространстве распределение материи – пылинок – однородно и изотропно, то есть материя распределена равномерно вдоль каждого направления и одинаково по всем направлениям. Очевидно, что эти условия не выполняются в масштабах Солнечной системы, отдельной галактики или даже конкретного их скопления, однако полагалось, что по мере увеличения масштаба распределение материи все более становится близким к однородному и изотропному.

В-третьих, полагалось, что можно пренебречь пекулярными движениями материи (пылинок), то есть можно рассматривать материальную среду как бы «вмороженной» в пространство.

Сформулированные предположения о свойствах распределения материи фактически основаны на 1+3-расщеплении 4-мерного пространства-времени мегамира, когда время фактически становится конформным фактором рассматриваемых пространственных сечений.

В настоящее время полученные Фридманом на этих условиях *однородные изотропные космологические решения* составляют основу космологии, то есть ныне общепринятые представления об устройстве и эволюции всей Вселенной.

## ***1.2. Проблемы современной космологии***

Уже более чем вековые исследования космологических решений Фридмана, а также их многочисленных обобщений выявили ряд проблем принципиального характера.

1. В качестве первой из них назовем тот факт, что решения Фридмана определяют три вида космологий с пространственными сечениями, описываемыми тремя геометриями: Евклида, Лобачевского и Римана. Встал важный вопрос: какая из трех видов космологическая модель соответствует реальной Вселенной, в которой мы живем? Выяснилось, что из уравнений Эйнштейна для космологических решений Фридмана следует значение критической плотности материи во Вселенной:  $\rho_0 = 3H^2 c^2 \kappa \approx 10^{-29} \text{ г/см}^3$  где  $H$  – постоянная Хаббла. Кроме того, из уравнений следовало, что, если окажется, что реальная плотность материи меньше критической плотности, то мир определяется открытой космологической моделью с пространственным сечением, описываемым геометрией Лобачевского. Если же реальная плотность больше критической, то мир определяется закрытой космологической моделью (с пространственным сечением, описываемым геометрией Римана), а если реальная плотность совпадает с критической, то пространственное сечение описывается геометрией Евклида.

Согласно современным астрофизическим данным, средняя плотность наблюдаемых видов материи оценивается величиной  $\rho \approx 10^{-31}$  г/см<sup>3</sup>, что должно означать, что наше пространство описывается геометрией Лобачевского. Однако, скорее всего, пока учитываются далеко не все виды существующей материи (черные дыры, нейтрино с неравной нулю массой покоя и др.), поэтому по мере более надежного открытия новых видов материи плотность будет приближаться к критической, а может быть, и станет больше ее.

Таким образом, до сих пор реального ответа на этот вопрос не найдено.

2. Во всех трех моделях фридмановской Вселенной предсказывается «начальное» (сингулярное) состояние, обычно трактуемое как «рождение Вселенной» вследствие Большого взрыва. Во всех этих моделях плотность материи в окрестности начала стремиться к бесконечности. В связи с этим следует помнить справедливое утверждение, что как только в физической теории где-то возникает бесконечность, то это следует воспринимать как свидетельство, что вблизи этой сингулярности теория теряет смысл.

Таким образом, возникал вопрос уже метафизического характера, – с какой стадии развития Вселенной можно говорить о возможности пользоваться такими классическими понятиями, как время и пространство? Ставился вопрос и о том, что было до рождения Вселенной? И имеет ли смысл говорить об этом? Из чего образовалась Вселенная? Что означает рождение Вселенной из «ничего»? Дискутировались и другие метафизические вопросы космологии.

3. В конце 20-х годов XX века Э. Хабблом было обнаружено красное смещение в наблюдаемых спектрах далеких источников, причем оно оказалось зависимым от расстояния, – чем дальше источник, тем смещение больше. Более того, была обнаружена линейная зависимость относительного смещения принимаемой частоты (красного смещения) от расстояния (через значение постоянной Хаббла  $H$ ).

Уже сразу же после открытия красного смещения возникла дискуссия – как объяснить это красное смещение. Высказывалось несколько идей, в том числе идея «старения» света. Однако победила другая идея: поскольку все найденные космологические модели оказались эволюционирующими, красное смещение было принято трактовать как следствие эффекта Доплера, причем это означало, что наша Вселенная находится на стадии расширения.

Тем не менее с течением времени высказывались и иные гипотезы.

4. По найденным законам расширения Вселенной можно сделать вывод о возрасте Вселенной. Если бы она всегда расширялась в наблюдаемом темпе, то для расширения от Большого взрыва до современного состояния понадобилось бы время порядка  $10^{10}$  лет. Однако, поскольку в ранние этапы расширение происходило быстрее, нужно брать примерно две трети от этого значения. Это небольшой возраст, сравнимый с оценками возраста земной коры, даваемыми геологами. Выход из этого положения видится в использовании более сложных космологических моделей и, возможно, при учете ряда иных обстоятельств.

5. Выявился ряд проблем в связи с открытием черных дыр, пульсаров, нейтронных звезд и квазаров. Выдвигались идеи о возможности гиперонных звезд. Трудно было объяснить открытие квазаров – далеких космических источников невероятно мощного космического излучения.

6. Широко обсуждаются проблемы, связанные с открытием реликтового излучения. Это (почти) трехградусное излучение многими интерпретируется как излучение, оторвавшееся от вещества в эпоху его рекомбинации, когда все метагалактические расстояния были на три порядка меньше современных, а плотность на девять порядков выше, чем в настоящее время. А до этого плотность была еще на много порядков больше. Проблема заключалась в том, что при таких условиях уже нельзя пользоваться выводами общей теории относительности.

7. В последнее время широко обсуждаются проблемы, связанные с гипотезами темной энергии и темной материи. Они были высказаны для согласования последних астрофизических данных с выводами общей теории относительности. Если принять эти гипотезы, то на ныне наблюдаемые виды материи приходится всего лишь 4 %, тогда как остальные 96 составляют гипотетические виды темной энергии и материи.

Можно назвать и ряд других проблем современной космологии.

### ***1.3. Надежды на космологические модели фридмановского вида***

Несмотря на множество проблем, в настоящее время большинство физиков возлагают надежды на космологические модели фридмановского типа. В нашей стране приверженцами этого направления развития космологии явились академик Я.Б. Зельдович и члены его научной группы. Они не подвергали сомнениям применение общей теории относительности (классической теории макромира) для описания Вселенной в целом. Так, в своей книге «Строение и эволюция Вселенной» Я.Б. Зельдович и И.Д. Новиков признают, что «появление новых законов и новых обобщений в физике всегда было связано с тем, что старые законы вступали в непримиримое противоречие с опытом или оказывались логически, внутренне незамкнутыми и непригодными в новой области». Однако далее они написали: «Подойдем с такой меркой к общей теории относительности: применяя ее к безграничной Вселенной, мы не сталкиваемся ни с внутренними логическими противоречиями самой теории, ни с какими-либо вопиющими противоречиями между теорией и наблюдениями. Поэтому представляются необоснованными предположения о необходимости изменения ОТО при применении ее к космологии (если не считать вопроса о космологической постоянной – вопроса, стоящего в рамках ОТО). Нет никаких наблюдательных данных, указывающих на ограниченность применения ОТО к масштабам Вселенной» [13. С. 12–13].

В этой же книге авторы еще раз подчеркивают свою точку зрения и приводят другие доводы в ее пользу: «В космологии до сих пор мы не сталкиваемся с каким-либо неразрешимым противоречием теории и опыта или внутренними логическими трудностями теории. Более того, теория

расширяющейся Вселенной была создана до фактического открытия удаления Галактик, доказавшего расширение Вселенной; теория же горячей Вселенной была создана задолго до открытия реликтового излучения, подтвердившего эту теорию. Это говорит о правильности наших теорий, об их применимости к масштабам Вселенной. Нужно только подчеркнуть, что речь идет не об исключении нового: необычайное и принципиально новое, никогда не наблюдаемое в лаборатории, возникает в космологии как результат применения существующей теории» [13. С. 25].

Исследования космологических моделей в рамках таких представлений стали активно развиваться в нашей стране начиная с 80-х годов и продолжают по настоящее время. В последнее время активным исследователем в этом направлении был А.А. Старобинский [14], ученик и продолжатель идей Я.Б. Зельдовича.

## **2. Критические взгляды на современную космологию**

Однако среди видных отечественных физиков-гравитационистов была и иная точка зрения. В связи с проблемами космологических моделей фридмановского типа, а также на основе ряда других соображений, наиболее авторитетные физики более раннего поколения относились к этим моделям негативно, рассматривая их как некие предварительные пробы, имеющие смысл лишь для выявления границ применимости классических представлений физики макромира.

### ***2.1. Критические взгляды ведущих отечественных физиков на космологические модели***

Таковыми были ведущие отечественные физики-гравитационисты 1960–1970-х годов: В.А. Фок, Д.Д. Иваненко, А.Л. Зельманов и ряд других (Д.Д. Иваненко и А.Л. Зельманов были непосредственными моими учителями).

1. Так, наиболее авторитетный тогда в этой области физики академик В.А. Фок писал: «Вообще любая физическая теория – пусть это будет даже теория тяготения Эйнштейна – имеет предел применимости, и неограниченно экстраполировать ее нельзя. Рано или поздно становится необходимым введение существенно новых физических понятий, соответствующих свойствам изучаемых объектов и применяемым средствам их познания, а тогда выявляются и пределы применимости теории, притом возникают новые гносеологические вопросы» [15. С. 200]. А в своей широко известной монографии «Теория пространства, времени и тяготения» он выделял из трех вариантов космологических решений, найденных Фридманом, модель с пространственным сечением, описываемым геометрией Лобачевского, и называл его пространством Фридмана – Лобачевского. Это делалось по той причине, что данное решение позволяет избежать известного парадокса Зелигера, состоящего в том, что ньютонов потенциал от равномерного распределения масс не существует.

При этом он писал: «Прежде всего, неправильно видеть в нем (в решении Фридмана – Лобачевского. – Ю.В.) какую-то модель мира в целом: такая точка зрения представляется неудовлетворительной в философском отношении. Пространство Фридмана – Лобачевского может, самое большее, служить фоном для ограниченного числа галактик, подобно тому, как галилеево пространство служит фоном для объектов, подобных Солнечной системе. Сама применимость уравнений Эйнштейна в их классическом виде к таким огромным пространствам не является столь бесспорной, как их применимость в более ограниченных масштабах. Не исключено, что для космических масштабов эти уравнения потребуют изменения или обобщения» [16. С. 495].

2. Аналогичной позиции придерживался и профессор Д.Д. Иваненко. Он призывал к построению новой единой картины мироздания, которую он понимал следующим образом: «Максимально объединенная, естественная картина мира должна дать ответ на эти трудные вопросы, перед которыми беспомощна эйнштейновская гравитационная динамика, по-видимому способная претендовать на описание гравитации и обычной материи в основном в неклассическом пределе, притом лишь в масштабах примерно галактики» [17].

На своих семинарах и в выступлениях он неоднократно выражал сомнения в правомерности распространения закономерностей ОТО на описание Вселенной в целом и говорил о построении «естественной картины мира в известном нам участке Вселенной», причем для этого считал естественным привлечь современные данные из физики элементарных частиц, в частности связь констант микромира с глобальными космологическими свойствами и т. д.

В этой связи Иваненко указывал на неэйнштейновские теории гравитации, например на «теорию стационарной и расширяющейся Вселенной (Хойл, Бонди), в которой постоянная плотность поддерживается за счет добавочного порождения материи, учитываемого дополнительным гипотетическим членом в уравнениях Эйнштейна». При этом он пытался привлечь для решения данных проблем многочисленные идеи, высказываемые различными авторами.

3. Важно также напомнить позицию крупнейшего отечественного космолога того времени А.Л. Зельманова, который писал: «В основе космологии лежат (в порядке возрастающей общности): во-первых, эмпирические, прежде всего, астрофизические сведения об охваченной наблюдениями области вселенной; во-вторых, основные физические теории, прежде всего, теория тяготения; в-третьих, общие, по существу – философские, соображения» [18. С. 110]. (Заметим, что в то время пользоваться термином «метафизические соображения» было не принято.)

Далее он продолжал: «Приняв в качестве физико-теоретической основы космологии наиболее общую из существующих теорию тяготения (эйнштейнову), не следует дополнять ее какими-либо упрощающими предположениями, в частности, основанными на экстраполяции идеализированных эмпирических данных на всю вселенную, например, предположениями однородности и изотропии».

Позже, уже в начале 1970-х годов Зельманов писал: «Несмотря на свою логическую стройность и безупречность, общая теория относительности не свободна от затруднений. Обычно думают, что в ней нет никаких проблем. Это заблуждение». После перечисления таких проблем, в числе которых он называл проблему законов сохранения в ОТО и проблему гравитационного излучения, он продолжил свою мысль: «Есть и проблемы, которые заведомо не могут быть решены в рамках общей теории относительности. Это относится, в частности, к релятивистской космологии» [19. С. 277].

Анализируя известные на тот момент астрофизические данные, которые большинством интерпретировались как рождение Вселенной в результате Большого взрыва, Зельманов писал: «Итак, весьма вероятно, что в прошлом наша Метагалактика, по крайней мере, та ее часть, которую мы можем теперь наблюдать, прошла через состояние, описать которое современные физические теории не могут, состояние, подведомственное новой, еще неизвестной физической теории» [19. С. 276].

Одним из главных недостатков космологии, построенной на основе общей теории относительности, Зельманов считал то, что она не дает единственного решения: «Это показывает, что общая теория относительности не настолько обща, чтобы правильно решить вопрос о модели Вселенной. Если в упомянутой выше новой, более общей физической теории наиболее общие уравнения не будут дифференциальными, возможно, что эта теория даст одну, а не множество космологических моделей» [18; 45. С.117]. Другими словами, Зельманов ожидал решение ряда космологических проблем от некоей новой теории будущего.

## ***2.2. Математики о понятии бесконечности и о геометриях, содержащих бесконечности***

В связи с тем что ныне значительная часть физиков склоняется к выбору космологических моделей с пространственными сечениями, описываемыми геометрией Евклида или Лобачевского, то есть с бесконечным пространством, естественно вспомнить высказывания ряда математиков о сути понятия бесконечности.

Так, в статье П.К. Рашевского с характерным названием «О догмате натурального ряда» отмечалось: «Натуральный ряд и сейчас является единственной математической идеализацией процессов реального счета. Это монопольное положение осеняет его ореолом некоей истины в последней инстанции, абсолютной, единственно возможной, обращение к которой неизбежно во всех случаях, когда математик работает с пересчетом своих объектов. Более того, так как физик использует лишь тот аппарат, который предлагает ему математика, то абсолютная власть натурального ряда распространяется и на физику и – через посредство числовой прямой – предопределяет в значительной степени возможности физических теорий. ...Быть может, положение с натуральным рядом в настоящее время имеет смысл сравнивать с положением евклидовой геометрии в XVIII веке, когда она была единственной

геометрической теорией, а потому считалась некоей абсолютной истиной, одинаково обязательной и для математиков, и для физиков. Считалось, само собой понятным, что физическое пространство должно идеально точно подчиняться евклидовой геометрии (а чему же еще?). Подобно этому мы считаем сейчас, что пересчет как угодно больших расстояний в физическом пространстве и т. п. должен подчиняться существующим схемам натурального ряда и числовой прямой (а чему же еще?)» [20. С. 244].

П.К. Рашевский поставил вопрос и высказал гипотезы относительно обобщений свойств координатного пространства, а в работах В.Л. Рвачева (см. [21; 22]) эта идея была подхвачена и конкретизирована. Он связал появление бесконечностей в математике и физике с привычкой следовать аксиоме Архимеда. Он писал: «Ключевым в наших рассуждениях является отказ от аксиомы Архимеда, которая была первоначально сформулирована для отрезков: если даны два отрезка, то, отложив достаточное число раз меньший из них, всегда можно получить отрезок, превосходящий больший из них. Затем эта аксиома перешла в арифметику и приняла вид: если даны величины  $a$  и  $b$ ,  $0 < a < b$ , то всегда можно найти такое целое число  $n$ , что  $an > b$ . Но представим себе, что у нас будут другие арифметические операции, отличные от классических. Тогда „арифметическое звучание“ аксиомы Архимеда может оказаться отличным от геометрического и, в частности, вытекающее из этой аксиомы представление о неограниченности числовой оси может оказаться необязательным при построении арифметики» [22; 44. С. 18].

В.Л. Рвачев предложил конкретное изменение общепринятой аксиоматики арифметики, что автоматически приводило к представлениям о замкнутой Вселенной. По этой причине он в своих работах обсуждал модель Вселенной, описываемую геометрией Римана (постоянной положительной кривизны) [44. С. 18].

Отметим, что аналогичной точки зрения придерживался и ряд других авторов, в частности, Рвачев ссылался на работу К. Авинаши в которой писалось: «Физические теории должны быть построены в соответствии с принципом конечности и определенности всех физических величин во Вселенной. Например, во Вселенной конечны суммарная масса вещества и суммарный заряд. Отсюда следует, что мы должны постараться найти начальные истоки концепции бесконечных величин и исключить их» [23]. Такой начальной концепцией Авинаши и Рвачев считали именно аксиому Архимеда [44. С. 18].

### 3. Принцип Маха и космология

С позиций развиваемой в нашей группе метареляционной парадигмы, идеи которой реализуются на базе математического аппарата бинарных систем комплексных отношений, в основу реалистичной космологии (физики мегамира) должен быть положен принцип Маха.

### 3.1. Принцип Маха

Известно, что А. Эйнштейн, создавая общую теорию относительности, находился под влиянием реляционных идей Маха, а создав ее, возвел в ранг принципа Маха часть его реляционных идей. Так, в 1919 году Эйнштейн в своей статье «Принципиальное содержание общей теории относительности» писал: «Теория, как мне кажется сегодня, покоится на трех основных положениях, которые ни в какой степени не зависят друг от друга». К третьему основанию он отнес «Принцип Маха» [24]. Согласно этому принципу, свойства материальных объектов определяются не локальными обстоятельствами, как это ныне принято считать, а обусловлены отношениями к объектам всей Вселенной, то есть фактически свойствами всей Вселенной. Как писал Мах: «Дело именно в том, что природа не начинается с элементов, как мы вынуждены начинать. Для нас во всяком случае счастье то, что мы в состоянии временами отвлечь наш взор от огромного целого и сосредоточиться на отдельных частях его. Но мы не должны упускать из виду, что необходимо впоследствии дополнить и исправить дальнейшими исследованиями то, что мы временно оставили без внимания» [25. С. 199]. Учет принципа Маха состоит в реализации дополнения теории тем, что «временно было оставлено без внимания».

Под принципом Маха наиболее часто понимается его определение, данное Эйнштейном, – обусловленность сил инерции (масс) тел воздействием на них со стороны всей окружающей материи мира. А Эддингтон, развивая эту идею [26], предложил конкретную формулу для массы электрона:

$$m_e = e^2 N^{1/2} / c^2 R,$$

где  $e$  – электрический заряд электрона,  $N \approx 10^{80}$  – число Эддингтона (количество нуклонов во Вселенной),  $R \approx 10^{28}$  см – радиус Вселенной.

Однако в работах ряда авторов было продемонстрировано, что закономерности окружающего мира обуславливают и другие свойства, как классических систем, так и микросистем. В связи с этим в наших работах (см., например, [27]) было предложено более широкое **определение принципа Маха: как принципа обусловленности локальных свойств материальных объектов закономерностями и распределением всей материи мира.** Предлагается придерживаться именно этого понимания принципа Маха.

Отметим, что Р. Фейнман как в ряде своих классических работ, выполненных совместно с Дж. Уилером, так и значительно позже, придавал большое значение принципу Маха. В своих «Фейнмановских лекциях по гравитации» он писал: «Мах чувствовал, что концепция абсолютного ускорения относительно „пространства“ не имеет глубокого смысла, что вместо этой концепции обычные абсолютные ускорения классической физики должны быть перефразированы как ускорения относительно распределения удаленного вещества. <...> Когда мы рассматриваем это понятие как фундаментальное предположение или постулат, оно известно как принцип Маха. Возможно, что эта концепция сама по себе может привести к глубоким физическим

результатам, многие из которых могут быть получены на том же самом пути, что и принцип относительности» [28].

Дж. Уилер во время посещения физического факультета МГУ в 1971 году написал на стене кафедры теоретической физики: «Не может быть теории, объясняющей элементарные частицы, которая имеет дело только с частицами». Как следовало из разговора Дж. Уилера с профессором Д.Д. Иваненко, в этой фразе он имел в виду влияние окружающего мира на свойства элементарных частиц, то есть фактически принцип Маха.

Профессор Д.Д. Иваненко, выступая в 1988 году на семинаре в МГУ, посвященном 150-летию со дня рождения Э. Маха, сказал: «Мах не просто продвинул вопрос об инерции, и его идеи сыграли свою роль. Идеи Маха нужно расширить. Не только инерция, но и другие свойства тел: квантовые, цвет, красота и т. д., – тоже должны быть связаны с космологическими свойствами. Мы выдвигаем тезис универсальной махизации в физике. Это в духе единой теории. <...> Мы думаем, что возможна универсальная космологизация или, точнее, махизация. Для построения единой теории нужно связать элементарные частицы с космологией. Мы, наша группа, являемся умеренными махианцами» [29. С. 253–254].

Далее он сказал: «Встал вопрос: как же быть с Махом и его идеями? Считать, что идеи Маха сыграли вспомогательную, историческую роль? Как же обстоит дело на сегодняшний день? ОТО сейчас разработанная теория. Она предсказывает новые эффекты. Как же быть с Махом? Сказать, что он ошибался? Все оказалось много сложнее. Если посмотреть современную литературу, то можно увидеть массу ссылок на Маха. Продолжаются дискуссии. Если в идеях нет смысла, то их авторы обычно забываются. Здесь же дело обстоит иначе. Факт налицо: идеи Маха об относительности движения, неабсолютности пространства являются вполне современными. Вопрос об инерции также обсуждается. Есть махианские и немахианские решения уравнений ОТО» [29. С. 255].

К важному этапу развития идеи принципа Маха следует отнести построение реляционно-статистической теории, основанной на реализации в рамках реляционной парадигмы идеи о статистической (макроскопической) природе классического пространства-времени и других понятий современной физики. Эти идеи высказывались неоднократно в разные годы второй половины XX века, в частности, Ван Данцигом, П.К. Рашевским, Е. Циммерманом, Р. Пенроузом [30] и рядом других авторов.

Особое место занимает серия работ, в которых принцип Маха пытались реализовать в рамках теории прямого межчастичного электромагнитного взаимодействия. Как известно, в теории прямого межчастичного взаимодействия, как и в общепринятой теоретико-полевой парадигме, возникают опережающие и запаздывающие решения уравнений. Многие исследователи пытались теоретически обосновать волевое исключение опережающих взаимодействий.

Так, в работе Дж. Уилера и Р. Фейнмана [31] была предпринята попытка устранить опережающие взаимодействия между парами заряженных

объектов путем учета опережающих же воздействий на них со стороны материи всего окружающего мира. Полученный ими результат выглядел убедительным. Более того, ими на этой же основе было дано обоснование возникновения силы тормозного электромагнитного излучения в уравнениях движения заряженных частиц. Эти результаты, естественно, трактовались соответствующими принципу Маха.

Следует отметить также работы по развитию идей Маха, выполненные Ф. Хойлом и Дж. Нарликар в большой серии работ 1964–1979 годов (см. [32]) в рамках названной ими теории прямого межчастичного гравитационного взаимодействия. Впоследствии Нарликар, продолжая исследования реляционного подхода к мирозданию, пришел к важным выводам. Он писал: «Теперь можно обсуждать всю совокупность явлений квантовой электродинамики без обращения к теории поля. В результате этого устраняется любое возражение против принципа дальнего действия, поскольку он применим к электродинамике. Решающую роль во всем процессе вычислений играет отклик Вселенной... Введя отклик Вселенной в локальный электродинамический эксперимент, мы, по существу, включили принцип Маха в электродинамическую теорию» [33].

Приведем здесь также высказывание Р. Дикке из его статьи с характерным названием «Многоликий Мах»: «Итак, мы видели, что у Маха много лиц – почти столько же, сколько было исследователей, рассматривающих принцип Маха. Будучи основан на глубоких философских идеях, этот принцип является интуитивным, и его трудно возвысить (или, если угодно, низвести) до уровня количественной теории. Но то, что самого Эйнштейна к его чрезвычайно изящной теории гравитации привели соображения, вытекающие из этого принципа, говорит о многом. Принцип Маха еще может быть очень полезным для физиков будущего» [34. С. 249].

### *3.2. Космологическая модель Эйнштейна, соответствующая принципу Маха*

Махианским решением уравнений Эйнштейна было первое космологическое решение, найденное самим Эйнштейном [35].

1. Как уже отмечалось, Эйнштейн, создавая общую теорию относительности, находился под влиянием идей Маха. Именно в связи с этим первая космологическая модель, полученная Эйнштейном из его уравнений, соответствовала пространственному сечению, описываемому геометрией Римана. Это было сделано при помощи добавления в уравнения Эйнштейна специального космологического члена  $\Lambda g_{\mu\nu}$ :

$$R_{\mu\nu} - (1/2) R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \kappa T_{\mu\nu},$$

где  $R_{\mu\nu}$  – тензор кривизны Риччи;  $\Lambda$  – космологическая постоянная;  $\kappa$  – эйнштейновская гравитационная постоянная.

Отметим, что данное обобщение не противоречит соображениям, использованным при записи (постулировании) этих уравнений. Таковыми были

условия обращения в нуль ковариантных дивергенций от отождествляемых величин.

2. Используя условие статичности (независимости метрики от времени), Эйнштейн получил статическую космологическую модель с пространственным сечением, описываемым геометрией Римана (с постоянной положительной кривизной). Метрика в этой геометрии записывается в виде

$$dl^2 = R^2 \{ (d\alpha)^2 + \sin^2 \alpha [ (d\theta)^2 + \sin^2 \theta (d\varphi)^2 ] \}.$$

Объем 3-мерного пространственного сечения конечен  $V = 2 \pi^2 R^3$ . Из этой модели также следовали конечные значения для массы и радиуса мира:

$$M = \rho V = 4\pi^2 R / \kappa c^2, \quad \rho = 2 \Lambda / \kappa c^2.$$

При радиусе  $R \approx 10^{28}$  см плотность материи получается порядка  $\rho \approx 10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>.

3. Отметим, что в космологическом решении Эйнштейна отсутствует подавляющее большинство недостатков и трудностей решений Фридмана.

Во-первых, данное решение соответствует лишь одному варианту геометрии пространственного сечения – геометрии Римана.

Во-вторых, в этом решении отсутствует трудность, связанная с наличием начала (и конца в закрытой модели) мира, что приводило к сингулярностям в метрике.

В-третьих, решение Эйнштейна снимает вопрос о времени существования Вселенной. Более реалистично считать, что Вселенная существовала всегда. Отметим, что это соответствует философско-религиозным системам Востока.

В-четвертых, принятие этой космологической модели снимает ряд других трудностей, связанных с введением темной материи и энергии и т. д.

На первый взгляд, остаются трудности с обоснованием космологического красного смещения, однако в развиваемый здесь метареляционной парадигме имеется обоснование этого явления, изложенное ниже.

4. Отметим, что сторонники решений Фридмана долгое время предлагали исключить из рассмотрения космологическую постоянную, введенную Эйнштейном. (Д.Д. Иваненко входил в число немногих, кто всегда настаивал на учете космологической постоянной в уравнениях Эйнштейна.). Лишь к концу XX века был сделан вывод о необходимости учета этого слагаемого в уравнениях Эйнштейна. При этом было ясно, чтобы не противоречить наблюдениям в ограниченных масштабах, космологическую постоянную нужно полагать чрезвычайно малой. Используя представления о наблюдаемых размерах Вселенной порядка  $10^{28}$  см, полагали  $\Lambda < 10^{-56}$  см<sup>-2</sup>.

5. Космологическая постоянная может принимать три значения: положительное, нулевое и отрицательное. Положительные значения космологической постоянной соответствуют своеобразному космическому отталкиванию, а отрицательные значения – космическому притяжению. В модели Эйнштейна использовалось положительное значение космологической постоянной.

Кроме того, следует отметить, что пока оставался открытым физический смысл космологической постоянной  $\Lambda$ .

6. Наконец напомним, что Эйнштейн, узнав о решениях Фридмана, опубликовал заметку с утверждением, что Фридман ошибся. В результате усилий коллег, убедивших Эйнштейна перепроверить вычисления Фридмана, им была опубликована другая заметка с признанием правоты А.А. Фридмана. Десятью годами позже, когда Хаббл открыл космологическое красное смещение, Эйнштейн заявил, что «космологический член» был «самой большой нелепостью в его жизни».

Оказывается, кроме идей Маха была и другая причина, которая привела Эйнштейна к статической космологической модели. Об этом Дж. Уилер писал: «Почему Эйнштейн сначала отказался от своего выдающегося открытия? Почему он думал, что Вселенная была и должна существовать вечно, хотя для каждого, кто рос в традициях иудейско-христианских представлений, акт первоначального творения должен был казаться вполне естественным. Я чрезвычайно благодарен профессору Гансу Кюngu, обратившему мое внимание на то большое влияние, которое оказал на Эйнштейна пример Спинозы. Почему двадцатичетырехлетний Спиноза в 1656 году был отлучен в Амстердаме от синагогальной общины? Потому, что он отклонял учение о сотворении мира. В чем была слабость этого учения? Где во всем том „ничто“, которое предшествовало творению, могли висеть часы, сказавшие Вселенной, когда она должна начать существовать?» [36. С. 91].

В связи с этим следует также напомнить, что в 1920-х годах после получения Фридманом своих космологических решений с начальными сингулярностями известный физик и пастер Ж. Леметр заявил своему учителю А. Эддингтону, что эти решения фактически подтверждают Библию. На это Эддингтон ему сказал, что, может быть, можно рассуждать и так, но «Ваша идея отвратительна».

Отказ Эйнштейна сначала от идей Маха, а затем от космологического члена в своих уравнениях, то есть и от своего космологического решения, фактически лишний раз свидетельствует о том, что мировое общественное мнение часто оказывается сильнее приверженности исходным идеям, приводящим к необычным (но важным) открытиям.

### ***3.3. Космология, соответствующая неархимедовой геометрии***

В пользу выбора именно космологического решения Эйнштейна свидетельствуют и соображения, высказанные математиками П.К. Рашевским и В.Л. Рвачевым. Поясним уже упомянутые в предыдущем разделе соображения Рвачева [21; 22] о необходимости переработки представлений об используемой ныне арифметике.

1. Как известно, в множестве вещественных чисел определены две групповые операции: сложения (и обратная – вычитания) и умножения (и обратная – деления). Как уже неоднократно отмечалось, эти две операции и их двойность соответствуют проявлениям метафизического принципа дуализма.

При обычном понимании этих операций их многократное применение приводит к появлению неограниченно больших чисел. Рвачев предложил так изменить определения групповых операций, чтобы в принципе не появлялись числа, большие некоторого предельного числа  $c = 1/\alpha$ .

2. Введенные им новые операции сложения и вычитания двух чисел  $x$  и  $y$  следующим образом определяются через привычные операции сложения и умножения:

$$x + y \rightarrow (x + y) / (1 + \alpha^2 xy); x - y \rightarrow (x - y) / (1 - \alpha^2 xy),$$

где  $\alpha = 1/c$ .

3. В этой операции сразу же можно усмотреть проявление закона сложения скоростей  $v_1$  и  $v_2$  в специальной теории относительности (в пространстве скоростей): где значение скорости света  $c$  соответствует  $1/\alpha$ . Таким образом, в работах Рвачева было показано, что изменения свойств натурального ряда фактически уже воплощены в физике в виде закономерностей специальной теории относительности. По этой причине введенная операция была названа *релятивистским сложением (вычитанием)*. Она удовлетворяет всем привычным групповым свойствам, то есть определенные операции имеют обратные операции и удовлетворяют свойствам коммутативности и ассоциативности. Для них имеется нуль с обычными свойствами, но, главное, в результате релятивистских сложений не появляются числа, большие  $c = \alpha^{-1}$ .

4. Следует отметить, что в специальной теории относительности фактически ограничиваются одной операцией релятивистского сложения, тогда как в новой арифметике определена и вторая операция – релятивистское умножение (деление), которая является коммутативной, обладает свойством ассоциативности, для нее определена обратная операция и имеется единица с обычными свойствами.

В рамках релятивистской арифметики [22] были определены и другие известные функции: степенная, экспоненты, логарифмы, тригонометрические и др. Более того, в теории, опирающейся на релятивистскую арифметику, вводятся специфические релятивистские производные и интегралы, обладающие свойствами соответствующих операций в общепринятом математическом анализе.

5. Характеризуя свою теорию, В.Л. Рвачев писал: «Классическому случаю соответствует значение  $\alpha = 0$ , и только в этом случае возникает в математике бесконечность. Выходит, что появлению этой (потенциальной) бесконечности математика обязана именно „рукам человеческим“ или точнее – пальцам, с помощью которых люди научились считать. В принципе же, как это следует из приведенных результатов, для построения математики (впрочем, мы вправе говорить только о прикладной математике) допустимы, как мы видим, и другие пути, без бесконечности с порождаемыми ею парадоксами и различного рода монстрами. Прав был П.К. Рашевский, когда выступал против догматического взгляда на натуральный ряд. Что же касается ответа на вопрос, к каким последствиям для физических теорий может привести

разрушение «монопольного положения натурального ряда», то его должны дать физики» [21].

Физиками уже был дан ответ на этот вопрос при создании специальной теории относительности в рамках теории пространства скоростей.

6. Рвачев и сам попытался исследовать, к каким физическим следствиям может привести обобщение теории именно координатного пространства-времени на основе его теории. Он показал, что развитая им теория (в согласии с идеями Рашевского) приводит к максимально возможному значению масштабного фактора  $R_0$ . Это означает, что для любого наблюдателя Вселенная должна представляться в виде гипершара радиуса  $R_0$ .

#### 4. Геометрия Римана, отвечающая принципу Маха

Поскольку как космологическая модель Эйнштейна, так и соображения названных математиков приводят к геометрии с пространственным сечением, описываемым геометрией Римана, обсудим важные свойства этой модели, а также рассмотрим обоснование наблюдаемого «космологического» красного смещения в ней.

##### 4.1. Геометрия Римана

1. Прежде всего, следует отметить, что в развиваемом в нашей группе метареляционном подходе к мирозданию геометрия Римана описывается реляционным законом унарной системы вещественных отношений (УСВО) ранга (5), который представляет собой равенство нулю  $5 \times 5$ -детерминанта, элементами которого являются скалярные произведения (парные отношения) между 5 произвольными векторами (элементами) одинаковой длины, равной радиусу  $R$  гиперсферы. В общепринятом виде это означает, что гиперсфера характеризуется уравнением в декартовых координатах:

$$(y_1)^2 + (y_2)^2 + (y_3)^2 + (y_4)^2 = R^2.$$

2. В связи с этим отметим, что реляционная трактовка геометрии Римана, как и геометрии Лобачевского, была изложена еще в трудах группы Ю.И. Кулакова и Г.Г. Михайличенко на базе математическом аппарата теории физических структур на одном множестве элементов. Геометрия Лобачевского в реляционной трактовке характеризуется тем же реляционным законом, однако отличается сигнатурой. Таким образом эти две геометрии в данном подходе, во-первых, соответствуют не координатным пространствам, как это понимается в космологических моделях, а двум разным пространствам: импульсному (или пространству скоростей) и координатному. Уже это следует воспринимать как одну из реализаций метафизического принципа дуализма. Во-вторых, в этих двух геометриях реализуются два вида сигнатур:  $(+ - - -)$  – в импульсном пространстве и  $(+ + + +)$  – в координатном пространстве.

3. Можно показать, что координатную геометрию Евклида можно трактовать как приближенный вариант геометрии Римана вблизи любой точки риманова пространства. При этом этот приближенный вариант также можно представить в реляционном виде, когда закон описывается унарной системой вещественных отношений ранга (5; a).

Напомним, что когда в XIX веке были открыты неевклидовы геометрии, их авторы уже тогда трактовали геометрию Евклида как приближенную в этих обобщенных геометриях.

4. Выше уже было отмечено, что в настоящее время решается задача обоснования понятий физики **макромира** посредством пересмотра оснований физики микромира и физики мегамира. В наших работах (см., например, [6 – 8]) было показано, что в основе физики микромира лежат понятия и закономерности, описываемые бинарными системами комплексных отношений (БСКО) ранга (3,3). Элементами этой системы отношений являются 2-компонентные комплексные спиноры, причем они вводятся без использования понятий классического пространства-времени и классической физики.

Еще в работах группы Ю.И. Кулакова и Г.Г. Михайличенко было показано, что от бинарных систем отношений имеется переход (путем своеобразной склейки элементов двух множеств) к унарным системам вещественных отношений. В данном случае таковым является переход от спиноров к УСВО ранга (5) с законом, соответствующим геометрии импульсного пространства (геометрии Лобачевского).

5. В БСКО ранга (3,3) тройки элементов двух множеств расщепляются на 1+2, где одиночный элемент соответствует рассматриваемой микрочастице, а оставшаяся пара образует микробазис в виде водородоподобного атома. Микрочастица рассматривается (понимается описываемой) относительно микробазиса. Если для микрочастицы, описываемой спинорами, имеет место унарная геометрия Лобачевского, то для атома, составленного из пары элементов (частиц), имеет место геометрия Римана – наличие  $O(4)$ -симметрии.

Таким образом, имеет место своеобразное соответствие между свойствами физики микромира и физики мегамира.

6. В связи с указанной аналогией уместно напомнить идею, которую долгие годы вынашивал академик М.А. Марков (1908–1994). В своей статье «О современной форме атомизма» он писал: «Мы видим, что современная физика дает возможность совершенно по-новому трактовать содержание понятия „состоит из“. Вселенная в целом может оказаться микроскопической частицей. Микроскопическая частица может содержать в себе целую Вселенную. Сама возможность такого объединения противоположных свойств ультрабольшого и ультрамалого объекта, ультрамакроскопического и ультрамикроскопического – представляется не менее удивительной, чем объединение в одном объекте свойств корпускулы и волны» [37].

С учетом изложенного выше эту мысль естественно подправить, заменив понятие элементарной частицы на атом, играющий ключевую роль как в физике микромира, так и физике макромира (обычных масштабов). Не вызывает

сомнений утверждение, что Вселенная в основном состоит из огромной совокупности атомов. Однако было показано, что структура атома определяется принципом Маха, то есть гигантской совокупностью вкладов от испущенных, но еще не поглощенных электромагнитных излучений всей окружающей Вселенной.

#### ***4.2. Реляционная трактовка космологического красного смещения***

Принятие космологической модели Эйнштейна ставит вопрос об обосновании наблюдаемого космологического красного смещения. В наших работах с А.Б. Молчановым (см., например, [38]) показано, что этот эффект можно трактовать как третье проявление принципа Маха. Этот принцип определяет не только значения масс элементарных частиц и не только определяет пространственно-временные отношения, но, как оказывается, еще и сказывается на значениях энергии принимаемого излучения от удаленных объектов. Это объяснение альтернативно общепринятой трактовке космологического красного смещения через эффект Доплера в «расширяющейся» Вселенной, которого теперь нет.

Дело в том, что при рассмотрении космологической модели Эйнштейна, а затем и обобщений решений Фридмана, учитывающих космологический член, не было уделено должного внимания физическому смыслу космологической постоянной  $\Lambda$ . Конечно, отмечалось, что эта постоянная как-то соответствует внешней материи, но как именно не определялось.

В нашем подходе предлагается следующая физическая интерпретация космологического члена. В космологических моделях Фридмана в правой части уравнений Эйнштейна фактически учитывалась массивная материя в виде звезд, галактик и скоплений галактик, но при этом не уделялось должного внимания электромагнитному излучению, которое, согласно принципу Маха, участвует в формировании пространственно-временных отношений в мире. По этой причине предлагается разбить космологическую постоянную на две части

$$\Lambda = \Lambda_0 + \Lambda_1,$$

где  $\Lambda_0$  соответствует массивной материи в космологическом решении Эйнштейна, а  $\Lambda_1$  соответствует испущенному, но еще не поглощенному электромагнитному излучению. Более того, предлагается считать, что тензор энергии-импульса массивной материи в правой части уравнений Эйнштейна также разбивается на две части: на часть, описывающую саму массивную материю и ее реальное движение, и на дополнительную динамическую часть, обусловленную вкладами испущенного, но еще не поглощенного электромагнитного излучения.

Как уже отмечалось, в космологическом решении Эйнштейна значение  $\Lambda \rightarrow \Lambda_0$  соответствовало примерно критической плотности материи, а точнее, ее следовало полагать большей плотности, что в моделях Фридмана соответствовало закрытой модели, описываемой геометрией Римана.

Предстояло разобраться в физическом смысле  $\Lambda_1$ . С этой целью в нашей работе с А.Б. Молчановым [38] был произведен анализ свойств той части Вселенной, в которой, как утверждается, наблюдается космологическое (хаббловское) красное смещение.

Как известно, полная плотность электромагнитного излучения определяется, во-первых, наблюдаемым излучением звезд в широком диапазоне и, во-вторых, реликтовым излучением. Отметим, что оценки плотности энергии излучения звезд производились еще Эддингтоном. Он оценил эффективную температуру этого излучения величиной  $T_0 \approx 3,18$  К. Тогда еще не было известно реликтовое излучение. По современным данным температура реликтового излучения оценивается  $T_1 = 2,725$  К. Произведенные оценки плотности энергии суммарного электромагнитного излучения в рассматриваемой области Вселенной соответствуют примерно  $\rho_{эл} \approx 10^{-34}$  г/см<sup>3</sup>.

Кроме того, была произведена оценка плотности энергии «разбегания» галактик, соответствующего хаббловскому космологическому красному смещению. Было показано, что плотность энергии «разбегания» также оценивается величиной  $\rho_m \approx 10^{-34}$  г/см<sup>3</sup>. Причем было показана достаточно приемлемая точность совпадений двух плотностей энергии  $\rho_{эл} \approx \rho_m$ .

Данный результат предлагается трактовать как обусловленность космологического красного смещения не расширением Вселенной, как это ныне делается в современной космологии, а влиянием испущенного, но еще не поглощенного электромагнитного излучения на восприятие наблюдателем движения космических объектов.

## Заключение

Таким образом, произведенное в рамках метареляционной парадигмы (на базе математического аппарата бинарных систем комплексных отношений) переосмысление оснований как физики микромира, так и физики мегамира, позволяет сделать существенный шаг в обосновании наблюдаемых свойств физики макромира, где до сих пор ключевую роль играют представления об априорной заданности классического пространства-времени. В метареляционной парадигме показывается, что пространство-время на самом деле является производным от понятий как физики микромира, так и физики мегамира.

В развитии представлений о физике мегамира ключевую роль играет принцип Маха, который в нашей стране долгое время отвергался по причинам конъюнктурного социального характера.

Наконец, следует отметить, что в работах ряда отечественных авторов, в частности А.Л. Чижевского [39], С.Э. Шноля [40] и других, предпринимались попытки обнаружить пока не учитываемые современной физикой дополнительные влияния на свойства наблюдаемых объектов со стороны более близких массивных объектов, таких как планеты Солнечной системы, Солнце и звезды нашей галактики. Эти влияния естественно также считать соответствующими проявлениям принципа Маха.

Отметим, что близкие идеи высказывались и рядом известных зарубежных авторов. Так, С. Вейнберг в своей книге «Гравитация и космология», затрагивая вопрос о проявлениях принципа Маха, высказывал мысль, что масса может зависеть «не только от существования фиксированных звезд, но также, очень слабо, и от распределения материи в непосредственной близости от частиц» [41].

П.А.М. Дирак в своих лекциях по квантовой теории поля также обсуждал на основе идей принципа Маха вопрос о возможном изменении гравитационной постоянной [42].

П. Дэвис, обсуждая принцип Маха в трактовке Вселенной как источнике понятия инерции, ставил вопрос о возможности экспериментального подтверждения этого принципа в окрестности Земли. Для этой цели он предлагал использовать опыты с гироскопом на околоземной орбите [43].

Можно назвать и ряд других высказываний, а также ряд уже производимых экспериментов как отечественными, так и зарубежными авторами.

### Литература

1. *Владимиров Ю. С.* Метафизические основания физики : обоснование метареляционной парадигмы. Москва : ЛЕНАНД, 2024.
2. *Миронов В. В.* Становление и смысл философии как метафизики // Альманах «Метафизика. Век XXI». Вып. 2. Москва : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2007. С. 18–40.
3. *Эйнштейн А.* Физика и реальность // Собрание научных трудов. Т. 4. Москва : Наука, 1967.
4. *Фейнман Р.* В поисках новых законов // Характер физических законов : сб. Москва : Мир, 1968.
5. *Чью Дж. Ф.* Сомнительная роль пространственно-временного континуума в микроскопической физике // Основания физики и геометрии : сб. Москва : Изд-во РУДН, 2008. С. 264–274.
6. *Владимиров Ю. С.* Реляционная картина мира. Кн. 1 : Реляционная концепция геометрии и классической физики. Москва : ЛЕНАНД, 2021.
7. *Владимиров Ю. С.* Реляционная картина мира. Кн. 2 : От бинарной предгеометрии микромира к геометрии и физике макромира. Москва : ЛЕНАНД, 2021.
8. *Владимиров Ю. С.* Реляционная картина мира. Кн. 3 : От состояний элементарных частиц к структурам таблицы Менделеева. Москва : ЛЕНАНД, 2023.
9. *Кулаков Ю. И.* Теория физических структур. Москва : Изд-во «Доминико», 2004.
10. *Михайличенко Г. Г.* Математические основы и результаты теории физических структур. Горно-Алтайск : РИО Горно-Алтайского госуниверситета, 2012; 2016 (второе издание).
11. *Кулаков Ю. И., Владимиров Ю. С., Карнаухов А. В.* Введение в теорию физических структур и бинарную геометрофизику. Москва : Архимед, 1992.
12. *Владимиров Ю. С.* Классическая теория гравитации: учебное пособие. Москва : ЛЕНАНД, 2015.
13. *Зельдович Я. Б., Новиков И. Д.* Строение и эволюция Вселенной. Москва : Наука, 1975.
14. *Старобинский А. А.* Спектр реликтового гравитационного излучения и начальное состояние Вселенной // Письма в ЖЭТФ. 1979. 30 (11). С. 719–723.
15. *Фок В. А.* Квантовая физика и современные проблемы // Ленин и современное естествознание: сб. Москва : Мысль, 1969.

16. Фок В. А. Теория пространства, времени и тяготения. Москва : Книжный дом «Либроком»/URSS, 2010.
17. Иваненко Д. Д. Возможности единой теории поля // Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии : сб. Киев : Наукова думка, 1965.
18. Зельманов А. Л. Об основах космологии // Сб. тезисов докладов и сообщений на всесоюзном симпозиуме «Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии». Киев, 1964.
19. Зельманов А. Л. Некоторые вопросы космологии и теории гравитации // Сб. «Физическая наука и философия»: труды 2-го Всесоюзного совещания по философским вопросам современного естествознания. Москва : Наука, 1973.
20. Раишевский П. К. О догмате натурального ряда // Успехи математических наук. 1973. Т. XXXVIII. Вып. 4 (172). С. 243–246.
21. Рвачев В. Л. Релятивистский взгляд на развитие конструктивных средств математики. Харьков : Препринт института приборов машиностроения АН УССР, 1990.
22. Рвачев В. Л. Неподвижные объекты дальнего космоса имеют красное смещение своих спектров // Препринт АН Украины. Институт проблем машиностроения. Харьков, 1994. № 377.
23. Авинаш К. (Avinash K.) A set of new integers // Speculations in Science and Techn. Navrangpura, India. 1986. Vol. 9, no. 4. P. 291–295.
24. Эйнштейн А. Принципиальное содержание общей теории относительности // Собр. научных трудов. Т. 1. Москва : Наука, 1965.
25. Мах Э. Механика : историко-критический очерк ее развития. Ижевск : Ижевская республиканская типография, 2000.
26. Эддингтон А. Теория относительности. Москва : Ком-Книга/URSS, 2007.
27. Владимиров Ю. С. Реляционная концепция Лейбница – Маха. Москва : ЛЕНАНД, 2027.
28. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по гравитации. Москва : Изд-во «Янус-К», 2000.
29. Владимиров Ю. С. Между физикой и метафизикой. Кн. 4 : Вслед за Лейбницем и Махом. Москва : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012.
30. Пенроуз Р. Путь к реальности, или Законы, управляющие Вселенной. Москва–Ижевск : Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007.
31. Уилер Дж. А., Фейнман Р. (Wheeler J.A., Feynman R.P.) Interaction with the absorber as the mechanism of radiation // Rev. Mod. Phys. 1945. Vol. 17. P. 157–181.
32. Хойл Ф., Нарликар Дж. (Hoyle F., Narlikar J.V.) Action at a distance in physics and cosmology. San Francisco : W.N. Freeman and Comp., 1974.
33. Нарликар Дж. В. Инерция и космология в теории относительности Эйнштейна // Астрофизика, кванты и теория относительности : сб. Москва : Мир, 1982. С. 498–534.
34. Дикке Р. Многоликий Мах // Гравитация и относительность : сб. Москва : Мир, 1965.
35. Эйнштейн А. Вопросы космологии и общая теория относительности // Собр. научных трудов. Т. 1. Москва : Наука, 1965. С. 601–612.
36. Уилер Дж. Эйнштейн: что он хотел // Проблемы физики: классика и современность : сб. Москва : Мир, 1982. С. 86–98.
37. Марков М. А. Избранные труды. Т. 1. Москва : Наука, 2000.
38. Владимиров Ю. С., Молчанов А. Б. (Vladimirov Yu. S., Molchanov A. B.) Relational Justification of the cosmological redshift // Gravitation and Cosmology. 2015. Vol. 21, no. 4 (13). P. 279–282.
39. Чижевский А. Д. Космический пульс жизни. Земля в объятиях Солнца. Гелиотараксия. Москва : Мысль, 1995.

40. Шноль С. Э. Космофизические факторы в случайных процессах // Svenska fysika rkivet. 2009. С. 153–177.
41. Вейнберг С. Гравитация и космология. Москва : Мир, 1975.
42. Дирак П. А. М. Воспоминания о необычайной эпохе. Москва : Наука, 1990.
43. Дэвис П. Проект Вселенной. Новые открытия творческой способности природы к самоорганизации. Москва : Библейско-богословский институт св. апостола Андрея, 2009.
44. Владимиров Ю. С. Принцип Маха и метрика пространства-времени // Метафизика. 2020. № 2 (36). С. 8–27. DOI: 10.22363/2224-7580-2020-2-8-27
45. Владимиров Ю. С. Мифы и реальности общей теории относительности // Метафизика. 2011. № 2. С. 110–122.

## FOUNDATIONS OF FUNDAMENTAL PHYSICS, MACH'S PRINCIPLE AND COSMOLOGY

Yu.S. Vladimirov

*Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University  
2 bldg, 1 Leninskiye Gory, Moscow, 119991, Russian Federation  
Institute of Gravity and Cosmology, RUDN University  
6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation*

**Abstract.** The article shows that the process of revising the foundations of fundamental physics is currently underway. It is necessary to take into account that modern physics is based on the established concepts of macrophysics, which extend to microphysics and megaphysics, while at present there is a conviction that it is necessary to develop an independent system of concepts and patterns inherent in the physics of the microworld and megaworld, from which the concepts of the macroworld follow. In this case, it is most important to derive from the sought-after concepts of the micro- and megaworld the concepts of classical space-time, which underlies macrophysics. It is proposed to use the theory of binary systems of complex relations as the initial concepts of the microworld, which also affect the foundations of the physics of the megaworld. It is shown that in the theory of the megaworld, the key role is played by Mach's principle, which is not properly taken into account in modern cosmology.

**Keywords:** foundations of physics, microworld, macroworld and megaworld, cosmology, Mach's principle, space-time geometry, binary and unary systems of relations