

БИНАРНАЯ ПРЕДГЕОМЕТРИЯ И ЕЕ СЛЕДСТВИЯ

DOI: 10.22363/2224-7580-2020-2-8-27

ПРИНЦИП МАХА И МЕТРИКА ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ

Ю.С. Владимиров

*Физический факультет Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова,
Институт гравитации и космологии РУДН*

Приводятся пять доводов в пользу утверждения, что метрика (понятия длин, интервалов, промежутки времени) определяется влияниями всего окружающего мира на свойства наблюдаемых объектов: 1) логические следствия из признания реляционной природы классического пространства-времени и описания взаимодействий на базе концепции дальнего действия, 2) последовательная реляционная трактовка теория поглотителя Фейнмана–Уилера, 3) сопоставление плотностей электромагнитного излучения и «разбегающихся» галактик, 4) соображения математиков об изменении аксиомы Архимеда, 5) учет идей «метафизики света».

Ключевые слова: реляционная природа пространства-времени, концепция дальнего действия, принцип Маха, теория поглотителя, аксиома Архимеда, метафизика света.

Введение

Под принципом Маха наиболее часто понимается его определение, данное А. Эйнштейном, – обусловленность сил инерции (масс) тел воздействием на них со стороны окружающей материи мира. Однако в работах ряда авторов был высказан ряд идей о более широких проявлениях принципа Маха. В связи с этим в наших работах [1; 2] было предложено более широкое определение принципа Маха: как принцип обусловленности локальных свойств материальных образований (наблюдаемой классической физики и геометрии) закономерностями и распределением всей материи мира.

Эта мысль, как и вообще вопрос о роли принципа Маха, не является общепринятой в среде современных физиков-теоретиков, несмотря на то что ряд известных мыслителей прошлого высказывались о важности этих

вопросов в физике будущего. Напомним ряд таких высказываний. Так, сам Мах писал: «Дело именно в том, что природа не начинает 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 его частях. Но мы не должны упускать из виду, что необходимо впоследствии дополнить и исправить дальнейшими исследованиями то, что мы временно оставили без внимания» [3. С. 199].

Р. Фейнман в своих «Фейнмановских лекциях по гравитации» писал: «Мах чувствовал, что концепция абсолютного ускорения относительно “пространства” не имеет глубокого смысла, что вместо этой концепции обычные 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 пути, что и принцип относительности» [4].

Можно привести еще ряд высказываний о важности принципа Маха других известных физиков: А.С. Эддингтона, Дж.А. Уилера, П.А.М. Дирака, Дж. Нарликара и т. д. Ограничимся лишь обобщающим высказыванием Р. Дикке: «Итак, мы видели, что у принципа 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» [5].

Развитие реляционного подхода к физической реальности на базе унарных и бинарных систем отношений, проведенное в ряде наших работ [2; 6; 7], позволяет продвинуться в раскрытии природы принципа Маха. Так, при описании физических взаимодействий на основе реляционного принципа Фоккера стало ясно, что теория прямого межчастичного электромагнитного взаимодействия определяется вкладом двух составляющих: ток-токовых и пространственно-временных отношений. Первые из них связаны с импульсным пространством, где ключевым является релятивистское соотношение между энергией и импульсом

$$\eta_{\mu\nu} p^\mu p^\nu = m^2 c^2,$$

где $\eta_{\nu\mu}$ – метрический тензор пространства-времени Минковского. Отметим, что в наиболее известной трактовке принципа Маха речь идет о влиянии глобальных свойств мира именно на значение масс – значение метрики в импульсном пространстве. Записанное выражение является аналогом квадрата метрики в координатном пространстве-времени:

$$\eta_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu = (ds)^2.$$

Поскольку в физике имеет место симметрия координатного и импульсного представлений, а в идеях Маха, Эйнштейна и других мыслителей ставился вопрос об обусловленности масс влиянием окружающего мира, указанная симметрия позволяет поставить вопрос об обусловленности влиянием со стороны окружающего мира не только масс, но и значений пространственно-временных интервалов. Это означает расщепление принципа Маха на два вида: импульсный и пространственно-временной (координатный). О первом виде уже писалось в ряде работ указанных авторов, данная же статья посвящена обсуждению именно второго вида проявлений принципа Маха.

Отметим, что обсуждение данного вопроса тесно связано с многовековой дискуссией о происхождении понятия длины в самом общем плане. Он ставился в трудах Галилея и ряда других авторов далекого прошлого. Уже в более близкую к нам эпоху он обсуждался в знаменитом мемуаре Б. Римана «О гипотезах, лежащих в основании геометрии», где он писал: «...или то реальное, что создает идею пространства, образует дискретное многообразие, или же нужно пытаться объяснить возникновение метрических отношений чем-то внешним – силами связи, действующими на это реальное» [8]. Над этой проблемой размышляли Г. Лейбниц, А. Эддингтон и другие классики теоретической физики.

Уже ближе к нашему времени соображения об обусловленности длин именно космологическими факторами можно найти в упомянутой книге Р. Фейнмана, где он замечает: «Имеются некоторые числовые совпадения, которые мы можем упомянуть здесь для того, чтобы навести на мысль о том, как «естественные» масштабы длины могут быть в некотором смысле извлечены из космологии. Такое совпадение не содержит в себе “теорию”, как таковую, оно просто используется для того, чтобы проиллюстрировать связь, которая могла бы быть в конце концов предсказана подробной теорией» [4. С. 134].

К сожалению, рассуждения Фейнмана не были доведены до конкретного воплощения, что, как нам представляется, оказалось возможным сделать лишь в последнее время на базе последовательного реляционного подхода к физической реальности. Напомним, что этот подход опирается на следующие три составляющие: 1) на реляционное понимание природы классического пространства-времени как абстракции от совокупности отношений между всеми материальными объектами (событиями между ними), 2) на описание физических взаимодействий на основе концепции дальнего действия, альтернативной общепринятой концепции ближнего действия и 3) на принцип Маха в данном выше его более широком понимании.

В данной статье предлагается объяснение происхождения метрики (длин). Оно основывается на следующих пяти видах соображений:

- 1) логике описания электромагнитного «излучения» в отсутствии априорно заданного пространства-времени;
- 2) последовательной реляционной интерпретации фейнман-уилеровской теории поглотителя;
- 3) физических свойствах мирового электромагнитного излучения;

- 4) основе сопутствующего физике изменения аксиоматики арифметики;
- 5) опоре на ранее высказывавшиеся гипотезы о роли света в физической картине мира.

1. Электромагнитное излучение в концепции дальнего действия

Начнем с первого вида соображений – сугубо логического характера.

1.1. Проблема описания излучения в реляционной парадигме

Затравку для решения данной проблемы можно обнаружить в диспутах, состоявшихся в 1930 году в Ленинградском политехническом институте по поводу выбора одной из двух концепций – близкого действия или дальнего действия. На этом диспуте защитнику концепции дальнего действия Я.И. Френкелю был задан принципиально важный вопрос его оппонентом (В.Ф. Миткевичем): «Допустим, что радиостанция “А” в некоторый момент времени начинает генерировать очень мощное излучение, распространяющееся на колоссальное расстояние. Возьмем расстояние столь большое, что оно проходится электромагнитным излучением в десять лет, пока оно не дойдет до некоторого удаленного радиоприемника “В”. Предположим, что после того, как радиостанция “А” уже поработала, мы ее совершенно уничтожим. Допустим, что радиоприемник “В” в момент излучения может даже не существовать и лишь потом, в конце десятого года, мы можем успеть построить приемную систему. Через десять лет излученная электромагнитная энергия будет принята системой “В”. А в промежутке, в течение десяти лет, где находилась излученная энергия, где находился физический агент, который должен в конце концов воздействовать на приемник “В”? С точки зрения Я.И. Френкеля, *нигде*. Такое объяснение физически недопустимо» [9. С. 54–55]. Другими словами, вопрос сводился к следующему: если принять концепцию дальнего действия, то где локализована энергия испущенного, но еще не поглощенного электромагнитного излучения?

Следует напомнить, что подобный вопрос ставился значительно раньше – еще Максвеллом в его трактате об электромагнетизме, где он писал: «...если нечто передаётся от одной частицы к другой на расстоянии, то каково его состояние после того, как оно покинуло одну частицу, но еще не достигло другой?» [10].

Ответ Я.И. Френкеля был весьма своеобразным, двойственным: «С точки зрения непосредственного действия элементов заряда друг на друга, без торгового посредника, которым является поле, – с этой точки зрения энергия нигде не находится, представляя собой нелокализуемую физическую величину. С точки зрения непосредственного действия электронов друг на друга, энергия их нигде не сосредоточена». А далее он добавил: «При этом можно сказать, что энергия находится всюду, во всем пространстве. Аналогичным образом, и в таком же самом смысле можно сказать, что энергия электрического тока находится либо нигде, либо во всем пространстве» [9. С. 27–28].

С точки зрения последовательного реляционного подхода оба варианта ответа Френкеля не выдерживают критики. Относительно первого, что «нигде», следует частично согласиться с Миткевичем, что «такое объяснение физически недопустимо». А относительно второго, что «энергия излучения находится во всем пространстве», следует сделать разъяснения с учетом первой составляющей реляционного подхода. Как уже отмечалось, в этом подходе пространство-время не является априорно заданной сущностью (фоном), а заменяется на совокупность отношений между объектами, в данном случае между зарядами. Следовательно, утверждение, что «электромагнитная энергия находится во всем пространстве» следует трактовать так, что она **распределена в отношениях между всеми зарядами – возможными поглотителями. Ничего другого в данном подходе не остается.** Напомним, что в более поздних работах Р. Фейнмана и Дж. Уилера утверждалось, что не может быть излучения, если нет его возможных поглотителей.

1.2. Идея формирования излучением пространственно-временных отношений

Исходя из сущности трех составляющих последовательного реляционного подхода, естественно сделать следующий вывод: поскольку в реляционной парадигме нет самостоятельной категории пространства-времени, а вместо него выступает совокупность отношений между материальными объектами (зарядами), а кроме того имеется «море» испущенного, но еще не поглощенного электромагнитного излучения, то возникают веские основания выдвинуть идею, что **испущенное, но не поглощенное электромагнитное излучение участвует в формировании самой идеи пространственно-временных отношений.** Более того, можно высказать более сильное утверждение, что именно **испущенное, но не поглощенное электромагнитное излучение ответственно за формирование классического пространства-времени.**

Несмотря на кажущуюся, на первый взгляд, парадоксальность данного утверждения (гипотезы), в литературе можно найти ряд высказываний известных авторов в пользу данной идеи. Так, П.К. Рашевский, завершает свою капитальную монографию «Риманова геометрия и тензорный анализ» следующей фразой: «Возможно, что и сам четырехмерный пространственно-временной континуум с его геометрическими свойствами окажется в конечном счете образованием, имеющим статистический характер и возникающим на основе большого числа простейших физических взаимодействий элементарных частиц» [11. С. 658].

Рашевский не указывает, вклады каких взаимодействий формируют понятия пространства-времени. Он только замечает, что, «конечно, подходы к этому вопросу должны носить совсем иной характер, поскольку они должны базироваться на квантовой механике – теории совершенно иного стиля, чем теория относительности». Именно на этой основе данный вопрос более подробно рассматривается во второй книге данной серии.

Близкие взгляды высказывал американский физик-теоретик Е. Циммерман в своей работе с характерным названием «Макроскопическая природа пространства-времени»: «...микроскопические системы взаимодействуют способами, которые также должны описываться абстрактно, то есть без ссылок на пространство и время. Когда огромное число таких микроскопических систем взаимодействует, простейший и самый фундаментальный результат состоит в создании пространственно-временного каркаса, который придаёт законность классическим представлениям о пространстве и времени, но лишь на макроскопическом уровне» [12].

Подобные мысли можно усмотреть в призывах Ван Данцига «к построению более реалистичной модели физики, так называемой «модели вспышек» [13]. Это несомненный призыв к развитию реляционной парадигмы физического мироздания, в которой пространство-время не имеет статуса первичной категории, а представляет собой абстракцию от системы отношений между событиями («вспышками»).

2. Понятие длины и теория поглотителя Фейнмана–Уилера

Перейдем ко второму виду соображений – физического характера. Их истоки можно обнаружить у Р. Фейнмана, который был близок к решению поставленной проблемы. В своих рассуждениях он многократно обращался к фотонам, которых нет в последовательной реляционной теории. Но их отсутствие уже настраивает на решение данной проблемы. Подтверждение высказанных соображений о генерации пространственно-временных отношений излучением окружающего мира можно найти, иначе проинтерпретировав результаты фейнмановской теории поглотителя.

2.1. Фейнмановская теория поглотителя

Согласно общепринятой точке зрения, в теории прямого межчастичного взаимодействия фоккеровского типа взаимодействие между любыми двумя электрическими зарядами (или массами) является наполовину запаздывающим и наполовину опережающим, причем полагалось, что исключить ненаблюдаемые на опыте опережающие взаимодействия волевым образом не представляется возможным. В итоге долгое время фоккеровская теория трактовалась эквивалентной теории поля Максвелла–Лоренца лишь при описании статических и стационарных электромагнитных явлений.

Принято считать, что в 1945 году Р. Фейнман и Дж. Уилер [14] предложили решение данной проблемы. Суть их рассуждений была в духе принципа Маха: они справедливо заявили, что при описании электромагнитных взаимодействий между парой заряженных частиц i и k следует учесть вклады со стороны всех других зарядов Вселенной. Предлагалось считать эти вклады своеобразным «откликом Вселенной» на процесс «излучения», то есть на акт взаимодействия. Используемая Фейнманом и Уилером методика учета отклика Вселенной составила важную часть всей теории прямого

межчастичного взаимодействия, названную ими *теорией поглотителя*. Она была основана на трех постулатах:

- 1) ускоренный заряд в пустом пространстве не «излучает»;
- 2) силы, действующие на любую частицу, складываются из прямого воздействия со стороны источника и вкладов в парное взаимодействие со стороны всех других частиц Вселенной;
- 3) эти взаимодействия выражаются половиной опережающего и половиной запаздывающего взаимодействий, что соответствует половинам решений Лиенара–Вихерта уравнений Максвелла.

В упомянутой работе 1945 года было показано, что если во Вселенной имеется достаточно большое число заряженных частиц, то суммарное опережающее воздействие их на частицу-приемник «излучения» полностью компенсирует опережающее взаимодействие от источника. Кроме того, опережающая часть того же суммарного воздействия, суммируясь с запаздывающим воздействием источника с приемником, приводит к наблюдаемому на опыте запаздывающему взаимодействию.

Данный результат было принято интерпретировать так, что на источник i «падает» совокупность практически плоских опережающих «волн» (в терминах теории поля) от всех зарядов поглотителя (опережающее воздействие). В момент ускорения частицы-источника сходящаяся «волна» коллапсирует, и в следующий момент времени она расходится от источника вместе с его собственным излучением (их амплитуды одинаковы). Произвольный заряд-приемник k не способен различить эти две «волны» (воздействия) разного происхождения и реагирует на них как на единое целое, то есть как на удвоенное запаздывающее воздействие.

Другой принципиально важный результат, получающийся из учета фейнмановского поглотителя, состоял в том, что сам «излучающий» источник i получает при этом дополнительное воздействие, проявляющееся в виде силы радиационного трения, которое обусловлено воздействием на излучающую частицу со стороны всех частиц окружающей Вселенной.

При получении данных результатов был сделан ряд упрощающих допущений, как то: предположение о малой плотности зарядов в поглотителе, допущение о равномерности их распределения, считалось, что эти заряды свободные и т. д. Возникал естественный вопрос: а не изменятся ли результаты в более общих случаях? Фейнман и Уилер [15], подробно проанализировали этот вопрос и показали, что полученные результаты не зависят от подобных обобщений свойств поглотителя; существенно лишь предположение о достаточно большом количестве зарядов в поглотителе, то есть «абсолютность» поглотителя.

2.2. Реляционная интерпретация теории поглотителя

Взглянем на теорию поглотителя Фейнмана–Уилера с позиций последовательного реляционного подхода. Но начнем с замечаний о ее недостатках в рамках самой теории прямого межчастичного взаимодействия.

1. Рядом авторов отмечалось, что схема рассуждений Фейнмана и Уилера не является единственно возможной. В их рассуждениях был использован существенный постулат, что любое возмущение от источника i будет поглощено окружающей материей Вселенной, а воздействие на i со стороны источников в прошлом практически равно нулю. Всю развитую ими схему рассуждений можно перевернуть. Для этого достаточно постулировать, что в будущем отсутствуют возможные поглотители возмущений от источника i , тогда как в прошлом имеется достаточно много источников (абсолютный излучатель). В такой обращенной схеме рассуждений окажутся наблюдаемыми лишь опережающие взаимодействия и отсутствующие эффекты запаздывания. Следовательно, для выбора одной из двух схем необходимы дополнительные соображения.

2. Дополнительные соображения фактически сводились к обоснованию «стрелы времени» (по образному выражению А. Эддингтона). При этом использовались две версии: одна из них имела термодинамический характер, а вторая опиралась на общепринятый факт расширения Вселенной. Первая версия подразумевала, что окружающий мир (поглотитель) является холодным. Не вдаваясь в детали обсуждений этой версии, лишь укажем, что она приводила к выводу о неизбежной тепловой смерти Вселенной. Вторая версия выглядела более убедительной, однако она также вызывает сомнения.

Перейдем к пересмотру схемы рассуждений Фейнмана и Уилера с позиций последовательного реляционного подхода.

Во-первых, в развиваемой здесь теории отвергается влияние на пространственно-временные отношения со стороны будущего. Как уже отмечалось в предыдущей главе, будущее влияет лишь на значения масс элементарных частиц, а понятия пространственно-временных отношений обусловлены процессами (излучением) в прошлом. Это означает, что схему рассуждений Фейнмана и Уилера следует обратить во времени. О такой возможности выше уже упоминалось.

Во-вторых, в схеме рассуждений Фейнмана и Уилера рассматривалось переизлучение в поглотителе, вызванное излучением первичного источника i . В последовательном реляционном подходе влияние первичного излучения источником i следует заменить на независимые от него испущенные, но еще не поглощенные излучения объектов в окружающей Вселенной. При этом значительная часть проведенных рассуждений авторов сохранится.

В-третьих, в рассуждениях Фейнмана и Уилера мировой поглотитель трактовался как совокупность свободных электрических зарядов, тогда как в последовательном реляционном подходе необходимо заменить свободные заряды на системы атомов, которые могут излучать и поглощать излучения.

В-четвертых, следует отметить, что самым главным в описании воздействий как непосредственно от i на k , так и от окружающей Вселенной (от «поглотителя») является зависимость воздействия от расстояния между объектами i и k . Равенства полученных Уилером и Фейнманом воздействий можно трактовать как факт, что расстояние между взаимодействующими объектами

определяется воздействием со стороны испущенного, но еще не поглощенного излучения всего окружающего мира.

Таким образом, переинтерпретированную теорию поглотителя Фейнмана–Уилера, соответствующую духу принципа Маха, можно считать подтверждением гипотезы формирования значений метрики испущенным мировым излучением.

3. Реляционная трактовка космологического красного смещения

Третьим доводом в пользу высказанной гипотезы об истоках метрики может служить произведенное в нашей с А.Б. Молчановым работе [16] сопоставление энергий «моря» существующих во Вселенной «фотонов» (электромагнитного излучения) с энергией «разбегания» наблюдаемой материи во Вселенной (в ограниченной части Вселенной).

Полученный результат позволяет взглянуть под новым углом зрения на общепринятые представления о расширении Вселенной и вытекающую из этого убежденность о былом Большом взрыве или вообще веру о начале (или «сотворении») мира.

Как известно, в полную плотность электромагнитного излучения вносят вклад два основных фактора: реликтовое излучение и прочее излучение звезд.

1. По данным телескопа «Планк» [2] и других источников температура реликтового излучения составляет $T_{\text{rel}} = 2,72548$ К. При этом его спектр с хорошей точностью можно считать чернотельным и применять для расчета объемной плотности энергии формулу Стефана – Больцмана.

2. Плотность энергии излучения всех звезд во Вселенной известна с меньшей точностью. Впервые ее оценку произвел А. Эддингтон [17. С. 371]. Она соответствует эффективной температуре 3,18 К. Эту величину Эддингтон назвал температурой межзвездного пространства. (В то время реликтовое излучение еще не было известно.)

Полная плотность энергии излучения во Вселенной может быть оценена суммой плотностей двух названных видов излучения.

Согласно идеологии реляционного подхода вся энергия пока непоглощенного электромагнитного излучения должна быть распределена между его возможными поглотителями, то есть между всеми частицами Вселенной. Это следует трактовать как дополнительную энергию материи, кинетическую энергию расширения Вселенной. Отметим, что альтернативу этому – сжатие – следует отвергнуть по той причине, что поглощение излучения приводит к отталкиванию. При оценке энергии расширения Вселенной предлагается ограничиться учетом только наблюдаемой ее части, в которой надежно наблюдается космологическое красное смещение. Кроме того, учитывались только наблюдаемые виды материи (без гипотетических темной материи и темной энергии), причем материя трактовалась в виде однородной изотропной сплошной среды, скорость расширения которой определялась законом Хаббла $v = H_0 r$, а плотность наблюдаемой материи по современным оценкам 10^{-34} г/см³.

На основании современных наблюдательных данных мы можем с достаточной уверенностью рассуждать о плотности материи и ее движении лишь в ограниченном объеме пространства (в котором закон Хаббла линеен). По результатам Supernova Cosmology Project это ограничение соответствует красному смещению, начинающемуся с z порядка 0,1.

В результате вычислений было найдено, что плотность энергии расширяющейся Вселенной совпадает с найденной нами плотностью электромагнитного излучения, что подтверждает справедливость данной выше реляционной интерпретации процесса космологического «расширения» Вселенной.

При реляционно-статистическом подходе к описанию космологии остается ряд вопросов. Главным из них является: действительно ли Вселенная расширяется или эффект ее расширения следует считать кажущимся наблюдателю? Заметим, что расширение будет происходить лишь в случае реального поглощения «моря фотонов». Другой вопрос относится к обоснованию самого хаббловского закона пропорциональности красного смещения расстоянию до наблюдаемого источника (звезды или галактики). Кроме того, возникает вопрос о пути реляционного обоснования ускоренного расширения, приведший к необходимости в рамках ОТО гипотезы темной энергии. Имеются и другие вопросы.

4. Неархимедова арифметика и космология

Четвертый вид обоснований предложенного истока метрики имеет, на первый взгляд, сугубо математический характер. Однако следует иметь в виду, что при обсуждении столь глобальных проблем мироздания, как данная, тесно связанных с космологией, наиболее естественно исходить из представления о неразрывном единстве математики и физики.

При обсуждениях первого вида проявлений принципа Маха – в импульсном пространстве – авторы, как правило, отмечали, что принцип Маха диктует описание Вселенной на основе закрытых космологических моделей, характеризующихся конечными значениями массы и размера. Другими словами, отвергаются открытые космологические модели (с бесконечными пространственными сечениями). Тем самым ставится вопрос об исключении из физики бесконечно больших величин, который уже давно обсуждается рядом известных авторов.

4.1. Гипотеза Рашевского–Рвачева

Выше уже приводилось высказывание П.К. Рашевского о статистической природе геометрических понятий. Приведем еще одну его идею о возможном изменении привычных правил арифметики в очень больших масштабах: «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. должны подчиняться существующим схемам натурального ряда и числовой прямой (а чему же еще?)» [18. С. 244].

П.К. Рашевский поставил ряд вопросов и высказал гипотезы относительно обобщений свойств координатного пространства, а в работах В.Л. Рвачева (см. [19; 20]) 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» [19].

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).

Отметим, что аналогичной точки зрения придерживался и ряд других авторов, в частности, Рвачев ссылаясь 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» [21]. Такой начальной концепцией Авинаши и Рвачев считали именно аксиому Архимеда.

Реляционно-статистический подход оказывается наиболее подходящим для восприятия и реализации этой идеи.

4.2. Модифицированная арифметика Рвачева

Поясним суть теории Рвачева и вытекающих из нее следствий. Как известно, в множестве вещественных чисел определены две групповые операции: сложения (и обратной – вычитания) и умножения (и обратной – деления). При обычном понимании этих операций их многократное применение приводит к появлению неограниченно больших чисел. Рвачев предложил так изменить определения групповых операций, что в принципе не смогут появиться числа, большие некоторого предельного числа $c = 1/\alpha$.

Введенные им новые операции сложения и вычитания двух чисел определяются через привычные операции сложения и умножения, причем, оказывается, так, как производится сложение скоростей в специальной теории относительности (в пространстве скоростей). 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 им операция была названа релятивистским сложением (вычитанием). Она удовлетворяет всем привычным групповым свойствам, то есть эти операции имеют обратные и удовлетворяют свойствам коммутативности, ассоциативности, для них имеется нуль с обычными свойствами, но, главное, в результате релятивистских сложений не появляются числа, большие c .

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 [19] были определены 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.

Характеризуя свою теорию, В.Л. Рвачев писал: «Классическому случаю соответствует значение $\alpha = 0$, и только в этом случае в математике возникает 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» [19].

Этот ответ фактически уже был дан физиками при создании специальной теории относительности, причем она, как было показано, вполне согласуется с реляционно-статистическим подходом. Особо подчеркнем, что специальная теория относительности создавалась, главным образом, на основе реляционных идей, которых придерживался Эйнштейн тогда и далее, создавая общую теорию относительности.

4.3. Миф ускоренного расширения Вселенной

Однако Рвачев и сам попытался исследовать, к каким физическим следствиям может привести обобщение теории координатного пространства-времени на основе его теории. В частности, им было показано [20], что это приводит к космологическому красному смещению в спектрах излучения от далеких астрофизических объектов.

Согласно идее Рашевского о максимально возможном значении масштабного фактора R_0 , для любого наблюдателя Вселенная представляется в виде гипершара радиуса R_0 со сжимающейся метрикой к его границе (к горизонту). При этом длина волны испущенного удаленным источником света воспринимается наблюдателем как бы в «разжатом» состоянии с большей длиной волны.

Проведенные Рвачевым выкладки показывают [20], что на больших расстояниях красное смещение оказывается пропорциональным квадрату расстояния до источника, а не первой степени R , как это имеет место для хаббловского красного смещения.

Этот результат можно согласовать с наблюдениями, если предположить, что космологическое красное смещение определяется несколькими факторами. Так, можно полагать, что линейная зависимость до значения относительного изменения длины волны $z = 0,1$ определяется вкладами энергий испущенных, но еще не поглощенных электромагнитных излучений, а на больших расстояниях вступают в силу эффект Рвачева, соответствующий как бы ускоренному расширению Вселенной.

5. Экскурс в историю

В качестве пятого вида соображений в пользу предложенного истока метрики приведем высказывания ряда мыслителей прошлого, то есть совершим своеобразный экскурс в историю, показывающий, что изложенные здесь идеи уже давно «витали в воздухе». Не хватало лишь подходящей математики и реляционного подхода к мирозданию, который позволяет эти идеи объединить в единую замкнутую систему.

5.1. «Метафизика света»

В начале XX века многовековую дискуссию о роли света в физическом мироздании стали именовать «метафизикой света». (А как иначе в прошлом могли трактовать электромагнитное излучение?)

В «Большой российской энциклопедии» (2012 г.) говорится: «Метафизика света – характерный для позднеантичной и средневековой философии комплекс представлений о свете: в онтологическом плане – как о субстанции всего сущего; в гносеологическом плане – как о принципе познания; в эстетическом плане – как о сущности прекрасного. Имеет как библейские, так и платонические и особенно неоплатонические истоки. В Ветхом Завете сотворение света предшествует всем другим творческим актам Бога. В Новом Завете говорится не только о “неприступном свете” как месте “обитания Бога”, но и о том, что сам Бог “есть свет”» [22. С. 115].

Естественнонаучная трактовка метафизики света в Европе наиболее ярко была представлена в учении английского теолога и естествоиспытателя епископа Роберта Гроссетеста (ок. 1175–1253). В его высказываниях можно уловить предвидения (или воспроизведение идей глубокой древности) реляционно-статистических оснований мироздания.

Гроссетест определял свет как единую для всех тел «форму телесности» и придавал геометрическим законам его распространения статус всеобщности. В космологическом трактате «О свете, или О начале форм» он предложил трактовку того, каким образом математические отношения вводятся в мировой универсум. Приведем его достаточно пространное высказывание из этого трактата: «Я считаю, что первая телесная форма, которую некоторые называют телесностью (*corporeitatem*), есть свет (*lux*). Ведь свет в силу самой своей природы (*per se*) распространяет себя самого во все стороны, причем таким образом, что из световой точки тотчас же порождается сколь угодно большая световая сфера если только путь распространения света не преградит нечто, способное отбрасывать тень (*umprosum*). <...>

Итак свет, который есть первая форма в первой материи сотворенная, себя самого посредством себя же самого со всех сторон беспредельно умножающий и во все стороны равномерно простирающийся, распространял в начале времени материю, которую не смог оставить, растягивая ее вместе с собой до размеров мироздания (*mundi machina*). И распространение материи не могло происходить посредством конечного умножения света, ибо как то показал Аристотель в «О Небе и Мире» нечто простое (*simplex*), воспроизведенное конечное число раз, не порождает величины (*quantum*). <...> Необходимо, следовательно, чтобы свет, который прост по природе своей (*in se*), будучи бесконечно умноженным, распространял материю, точно так же простую, до размеров конечной величины (*magnitudinis*)» [23].

Удивительно, что аналогичные взгляды высказывались и в рамках культуры ислама. Как пишет А.В. Смирнов: «Философская разработка понятия света в его метафизическом и физических аспектах характерна для *ишракизма* в силу его связи с древнеиранским наследием, прежде всего зороастризмом» [24]. При этом называется имя арабско-мусульманского философа ас-Сухраварди (1154–1191), придерживавшегося этих позиций.

Поскольку в данной идеологии имеется ряд специфических тонкостей, процитируем специалиста в этой области: «Предпринятая в ишракизме попытка построения абсолютно монистической философии опирается

на понятие света, которое рассматривается как единое и единственное начало мироздания (“Свет светов”), начало всякой активности, начало познания и знания. Свет делится на чистый, или свет для себя, и акцидентальный, или свет для другого. Первый, метафизический, свет существует вне пространства и тел, второй внедрен в тела. Но, как именно свет, метафизический свет не отличается от физического, который существует в нашем мире в виде “лучей”. Хотя признается, что лучи проистекают от “просветленных” космических тел, которые в силу этого оказываются и “светоносными”, луч бестелесен, не перемещается в пространстве и представляет собой “фигуру”. Противоположность света – “тьма” (зулм) – определяется как отсутствие света и не имеет никакого позитивного содержания. Вместе с тем помимо света приходится признать наличие его “носителей” в нашем мире, которые оказываются темными при отсутствии света. Их общим названием служит “преграда” (барзах), то есть препятствие свету, отождествляемая в общефилософском лексиконе с первоматерией. Преграды субстанциональны и не порождены светом, поэтому искомый монизм уступает место дуализму» [24].

Из знакомства с представлениями средневековых мыслителей – сторонников метафизики света – невольно возникает вопрос об источнике появления этих представлений: они были выдвинуты в Средневековье или являются отголоском взглядов более древних цивилизаций? В пользу последнего свидетельствует отмечаемая многими авторами связь арабско-мусульманской культуры с зороастризмом (1-е тысячелетие до н. э.), а последнее могло иметь корни в шумерской культуре.

Уже значительно позже на эту тему размышлял английский философ Ф. Бэкон (1561–1626), однако под влиянием укоренившихся религиозных представлений у него уже отсутствовали реляционные аспекты света. Он писал: «С другой стороны и в самой физике свет (как и его причины, получают порой почти фантастическое толкование, и его рассматривают как нечто среднее между божественной и природной субстанциями, а некоторые из платоников даже заявляли, что он древнее самой материи, совершенно безосновательно вообразив, что после того, как было создано пространство, оно сначала наполнилось светом, а уж потом – материей. А между тем Священное писание достаточно красноречиво свидетельствует, что темная масса неба и земли была создана раньше света» [25. С. 275–276].

Историки утверждают, что вся культура Средневековья была пронизана духом метафизики света. В последующий период Нового времени из нее выделилось несколько направлений: 1) научное, то есть развитие оптики, 2) мистическое и 3) теологическое.

Согласно изложенному выше, теперь это направление мысли правильнее именовать «метафизикой электромагнитного излучения».

5.2. Реляционный аналог эфира

«Океан» испущенного, но еще не поглощенного электромагнитного излучения можно связать с идеей мирового эфира.

Понятие эфира теснейшим образом связано с субстанциальной трактовкой природы пространства-времени и соответствующей ей концепцией близкодействия. Однако о понятии эфира задумывались и сторонники реляционной природы пространства-времени. Так, например, об этом размышлял Г. Лейбниц, придав данной проблеме религиозный характер. Он писал: «Но в простых субстанциях бывает только идеальное влияние одной монады на другую, которое может происходить лишь через посредство Бога, поскольку в идеях Божьих одна монада с основанием требует, чтобы Бог, устанавливая в начале вещей порядок между другими монадами, принял в соображение и ее» [26. С. 421–422].

О божественной природе пространства и способах передачи воздействий писал и Ньютон, называя пространство «чувствилищем Бога». В XIX веке уже не было принято упоминать Бога, а роль передачи взаимодействий отводилась эфиру. В частности, в работах Фарадея и Максвелла на основе эфира трактовалась природа электромагнитных взаимодействий.

В связи с этим уместно напомнить высказывание Я.И. Френкеля, активного сторонника концепции дальнего действия. Так, в своей статье «Мистика мирового эфира» он писал: «Мистицизм, то есть вера в сверхъестественное, наименее уместен, казалось бы, в естественных науках. В действительности, однако, не только биология, но и физика не вполне свободны от мистических элементов. В области физических наук очагом, или средоточием мистицизма является, по нашему мнению, понятие мирового эфира» [27. С. 136].

Как писал Френкель, в самом начале XX века в связи с созданием специальной теории относительности понятие эфира было отвергнуто, наступила эра физического атеизма, однако она продолжалась недолго – роль отвергнутого эфира взяло на себя само пространство-время общей теории относительности. Об этом писал сам Эйнштейн в своей статье «Эфир и теория относительности» [28].

Об этом также писал Г. Вейль: «На самом деле в основе общей теории относительности Эйнштейна лежит фундаментальная идея о том, что базовая мировая структура, проявляющая себя в мощных силовых взаимодействиях, не может быть неподвижной составляющей вселенной, установленной раз и навсегда. Это должно быть нечто реальное, но такое, что может не только воздействовать на материальные объекты, но и реагировать на воздействия с их стороны. <...> Этой вполне реальной сущности Эйнштейн по доброй традиции дал прежнее название «эфир». <...> Неспроста великий немецкий поэт-романтик Гёльдерлин еще в начале XIX века посвятил “Отцу Эфиру” прекрасные “космические” песни. И для сегодняшней натурфилософии он остается великой загадкой; и для моего понимания, в том числе, грандиозное превосходство эфира над материей остается *глубочайшей* тайной» [29. С. 210].

В теоретико-полевой парадигме роль эфира стало выполнять понятие вакуума.

В связи с изложенным можно полагать, что ничто не мешает называть «океан» излученного, но еще не поглощенного электромагнитного излучения электромагнитным эфиром в реляционно-статистической парадигме. Дело

только в том, что сущность этого эфира принципиально отличается от представлений об эфире конца XIX века или от его трактовок в двух других парадигмах в XX веке. Более того, этот подход значительно усиливает идею Вейля о роли электромагнетизма в «базовой мировой структуре».

Близкую точку зрения к пониманию эфира в реляционной парадигме можно усмотреть и в высказываниях Николы Теслы. Он настаивал на необходимости электромагнитного эфира. Так, он писал: «Экспериментируя с импульсами высоких напряжений, я сразу же стал глубоко размышлять над проблемой природы электрической материи и энергии. Вскоре мысли об океане волн электрической материи, заполняющей Вселенную, привели меня к новому физическому образу мирового электрического эфира. Уже в новом веке я смог развить эфирный принцип до такой степени, что получил новую динамическую теорию гравитации» (цит. по [30. С. 240]).

5.3. Связь реляционного взгляда на метрику с идеями Вейля

Наконец, следует отметить, что изложенный выше реляционный подход к истокам происхождения метрики тесно связан с предложенным Г. Вейлем обобщением римановой геометрии, которое, в свою очередь, связано с обобщением понятия параллельного переноса смещений, векторов или тензоров произвольного ранга. Как известно, в римановой геометрии, положенной в основу общей теории относительности, длины при параллельном переносе не меняются. Вейль назвал это «принципом дальнего действия», отличным от одноименного принципа в реляционной парадигме. Вейль же так обобщил процедуру параллельного переноса, что в результате длины изменяются на величину $ds = A_{\mu} dx^{\mu}$, где вектор A_{μ} Вейль предложил трактовать пропорциональным электромагнитному векторному потенциалу. Таким образом, в основе геометрии Вейля наряду с метрическим тензором $g_{\mu\nu}$, описывающим гравитацию, выступает вектор A_{μ} , характеризующий электромагнетизм. Последнее Вейль предложил называть проявлением «принципа ближнего действия» противоположно используемой выше в этой книге трактовке.

Вейль писал, что «если устранить непоследовательность» (римановой геометрии, связанной с сохранением в ней длин. – Ю.В.), «то мы придем к геометрии, поразительным образом объясняющей (если её применить к физическому миру) не только гравитационные, но и электромагнитные явления (курсив здесь и далее Вейля. – Ю.В.). И у тех и у других в возникающей таким образом теории оказывается один и тот же источник, причем, вообще говоря, гравитацию и электричество даже нельзя произвольно отделить друг от друга» [31].

Здесь под единым источником Вейль понимал обобщенную геометрию. Однако тут же хочется вспомнить слова Ван Даницга, сказанные в связи с моделями геометризации физических полей: «Недостаточно ясно, какие логические или эпистемологические преимущества у интерпретации части геометрического объекта, как, скажем, электромагнитного поля, а не наоборот» [13].

Как нам представляется, Вейль существенно сузил возможности своей (и вообще) геометрии, связав с электромагнетизмом лишь изменения длин, а не полностью сами длины, что предлагается сделать в последовательной реляционной теории.

Однако здесь следует сделать важное замечание. Вейль и другие авторы пытались интерпретировать обобщение геометрии Римана в самом общем понимании электромагнетизма, то есть полагая, что изменения длин должны происходить, например, в кулоновском поле или внутри электростатического конденсатора, чего обнаружить так и не удалось. В итоге физикам пришлось отказаться от геометрической модели объединения гравитации и электромагнетизма Вейля. Но ситуация кардинально меняется, если геометрию, в том числе и изменения длин, связывать именно с влиянием электромагнитных излучений, что на много порядков меньше сил наблюдаемых электромагнитных полей.

Заключение

Изложенное выше представляет веские доводы в пользу утверждений мыслителей прошлого о всеобщей связи материальных систем со всем окружающим миром. Это соответствует взглядам Г. Лейбница, которые были достаточно ярко описаны в книге Куна Фишера «Лейбниц, его жизнь, сочинения и учение», где отмечалось, что, согласно взглядам Лейбница, «невозможно, чтобы данная вещь представляла только свою индивидуальность, не включая в это непосредственно всех остальных индивидуумов. Если мы назовем совокупность или порядок вещей миром, то этот индивидуум возможен только в этом мире, в этом порядке вещей и не может без него ни существовать, ни быть понятым; поэтому природа каждого существа заключает в себе связь со всеми остальными, стало быть, саму Вселенную» [32].

Аналогичным образом мыслил и Э. Мах, который писал: «Дело именно в том, что природа не начинает 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» [3. С. 199].

Как нам представляется, в настоящее время созрели условия для исправления сложившихся в XX веке представлений о первичности локальных свойств наблюдаемых нами систем. Пора обратить серьезное внимание на обусловленность локальных свойств наблюдаемых объектов глобальными свойствами всего окружающего мира (см. [33]). В частности, это относится и к обоснованию свойств микромира. Глубоко прав был Дж. Уилер, который в 1971 году написал на стене кафедры теоретической физики МГУ имени М.В. Ломоносова слова: «Не может быть теории, объясняющей элементарные частицы, которая имеет дело лишь с частицами». Из состоявшегося при этом разговора Дж. Уилера с Д.Д. Иваненко следовало, что он имел в виду необходимость учета всего окружающего мира при разработке физики элементарных частиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Владимиров Ю.С.* Метафизика. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
2. *Владимиров Ю.С.* Реляционная концепция Лейбница–Маха. М.: ЛЕНАНД, 2017.
3. *Мах Э.* Механика. Историко-критический очерк ее развития. Ижевск: Ижевская республиканская типография, 2000.
4. *Фейнман Р.Ф., Моринго Ф.Б., Вагнер У.Г.* Фейнмановские лекции по гравитации. М.: Янус-К, 2000.
5. *Дикке Р.* Многоликий Мах // Гравитация и теория относительности: сб. М.: Мир, 1962.
6. *Владимиров Ю.С.* Физика дальнего действия. Ч. 1: Природа пространства – времени. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012.
7. *Владимиров Ю.С.* Метафизика и фундаментальная физика. Книга 2: Три дуалистические парадигмы XX века. М.: ЛЕНАНД, 2017.
8. *Риман Б.* О гипотезах, лежащих в основании геометрии // Альберт Эйнштейн и теория гравитации: сб. М.: Мир, 1979. С. 18–33.
9. Природа электрического тока (Беседы-диспут в Ленинградском политехническом институте). М.–Л.: Изд-во Всесоюзного электротехнического общества, 1930.
10. *Максвелл Д.К.* Трактат об электричестве и магнетизме. Последний раздел из главы XXIII «Теория действия на расстоянии». Т. II / пер. З.А. Цейтлин. М.: Наука, 1989. С. 378–380.
11. *Ращевский П.К.* Риманова геометрия и тензорный анализ. М.: Наука, 1967.
12. *Циммерман Е.Дж. (Zimmerman E.J.)* The macroscopic nature of space-time // Amer. J. Phys. 1962. Vol. 30. P. 97–105.
13. *Van Dantzig D.* On the relation between geometry and physics and concept of space-time // Funfzig Jahre Relativitatstheory. Konferenz Bern, Basel. 1955. Bd. 1. S. 569.
14. *Wheeler J.A., Feynman R.P.* Interaction with absorber as the mechanism of radiation // Rev. Mod. Phys. 1945. Vol. 17. P. 157–181.
15. *Wheeler J.A., Feynman R.P.* Classical electrodynamics in terms of direct interparticle action // Rev. Mod. Phys. 1949. Vol. 24. P. 425–433.
16. *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. P. 279–282.
17. *Eddington A.S.* The internal constitution of the stars. Cambridge University Press, 1930.
18. *Ращевский П.К.* О догмате натурального ряда // Успехи математ. наук. 1973. Т. XXVIII. Вып. 4 (172). С. 243–246.
19. *Рвачев В.Л.* Релятивистский взгляд на развитие конструктивных средств математики. Харьков: Препринт инст-та проблем машиностроения АН УССР, 1990.
20. *Рвачев В.Л.* Неподвижные объекты дальнего космоса имеют красное смещение своих спектров // Препринт АН Украины. Инст. проблем машиностроения. № 377. Харьков, 1994.
21. *Avinash K.* A set of new integers // Speculations in Science and Techn. Navranpura, India. 1986–1989. № 4. P. 291–295.
22. Большая Российская энциклопедия. Т. 20. М.: Научное издательство Большая Российская энциклопедия, 2012.
23. *Гроссетест Р.* О свете и о начале форм / пер. А.М. Шишкова // Вопросы философии. 1995. № 6.
24. *Смирнов А.В.* Метафизика света // Новая философская энциклопедия. Т. 2. М.: Мысль, 2010. С. 546.
25. *Бэкон Ф.* Сочинения: в 2 т. Т. 1. М.: Мысль, 1977.
26. *Лейбниц Г.В.* Письма к Кларку // Лейбниц. Соч.: в 4 т. Т. 1. М.: Мысль, 1982. С. 430–528.

27. Френкель Я.И. Мистика мирового эфира // На заре новой физик: сб. Ленинград: Наука, 1970.
28. Эйнштейн А. Эфир и теория относительности // Собр. науч. трудов. Т. 1. М.: Наука, 1965. С. 682–689.
29. Вейль Г. Основные черты физического мира. Форма и эволюция // Избранные труды. Математика. Теоретическая физика. М.: Наука, 1984. С. 345–360.
30. Арсенов О.О. Никола Тесла. Открытия реальные или мифические. М.: Эксмо, 2010.
31. Вейль Г. Гравитация и электричество // Альберт Эйнштейн и теория гравитации: сб. М.: Мир, 1979. С. 513–528.
32. Фишер К. Лейбниц, его жизнь, сочинения и учение. СПб.: Издание Д.Е. Жуковского, 1905.
33. Владимирив Ю.С. Реляционная картина мира. М.: ЛЕНАНД, 2020.

MACH PRINCIPLE AND SPACE-TIME METRIC

Yu.S. Vladimirov

*Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University,
Institute of Gravity and Cosmology, RUDN University*

There are five arguments in favor of the statement that the metric (the concepts of lengths, intervals, time intervals) is determined by the influences of the entire surrounding world on the properties of the observed objects: 1) logical consequences of recognizing the relational nature of classical space-time and describing interactions based on the concept of long-range, 2) sequential relational interpretation of the Feynman – Wheeler absorber theory, 3) comparison of electromagnetic radiation densities and “scattering” galaxies, 4) mathematicians changing the axiom of Archimedes, 5) keeping the ideas of “metaphysics of light”.

Keywords: the relational nature of space-time, the concept of long-range action, Mach principle, absorber theory, Archimedes axiom, metaphysics of light.