

**СТРУКТУРА ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ
И ПРОБЛЕМА ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА:
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ***

В.В. Корухов, О.В. Шарыпов

Статья посвящена анализу результатов, полученных в ходе разработки «планкеонной концепции», связанной с введением « $\hbar c G$ -принципа» [1], согласно которому фундаментальные физические постоянные (ФФП) играют особую методологическую роль в построении теорий. Анализ накопленного научного материала позволяет предположить, что для достижения прогресса в теоретическом изучении физического пространства (и времени) ключевым пунктом сегодня может оказаться развитие принципиально новой концепции множества с дискретно-непрерывной структурой. Использование этой концепции при анализе методологических проблем физики и космологии основывается на признании специфической функции ФФП (планковских величин) в развитии теоретического знания. На сегодня особая методологическая роль общепризнанна лишь для скорости света и постоянной Планка, при этом показана качественная выделенность этих величин, связанная с их предельностью, инвариантностью по отношению к явлениям вещественно-полевого мира. Новым шагом в изучении этой проблематики является рассмотрение мировых постоянных (включая и фундаментальную длину) как системы качественно выделенных взаимосвязанных физических величин, однородных в отношении выполняемых ими (в соответствующих теориях) методологических функций. Данный подход позволяет проанализировать связь новейших достижений в физике высоких энергий и космологии и гипотетико-дедуктивных результатов, связанных с представлениями о дискретно-непрерывной структуре пространства-времени.

* Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проекты № 06-06-80139, 06-06-80269.

В монографиях авторов [2] исследованы возможности интерпретации обнаруженных свойств вакуумного состояния материи на основе оригинальной концепции релятивистского квантово-гравитационного вакуума (гипотетического «планкеонного эфира»). Если справедливы результаты новейших космологических наблюдений, то можно констатировать революцию в космологии, связанную с обнаружением ускорения космологического расширения, управляемого антигравитацией [3]. Последняя является при этом свойством «космического вакуума». Открытие космического вакуума влечет за собой коренной пересмотр устоявшихся представлений о современном состоянии Вселенной. Оно ставит также ряд новых принципиальных проблем как в космологии, так и в фундаментальной физике. В такой ситуации при теоретическом обобщении обнаруженных принципиально новых природных закономерностей особую важность могут приобрести представления, учитывающие качественную выделенность взаимосвязанной системы мировых постоянных. Одной из наиболее существенных специфических черт открытого космологами «космического вакуума» служат инвариантность и постоянство характеризующего его значения плотности энергии в расширяющейся Вселенной. Этот поразительный факт не укладывается в систему современных физических представлений. В то же время именно такие свойства были предсказаны для гипотетического релятивистского квантово-гравитационного («планкеонного») эфира в рамках концепции, основанной на применении « $\hbar c G$ -принципа» [4].

В этой связи вновь приобретает актуальность анализ развития представлений об эфире (как светоносной среды) в классической физике XVI–XX вв., а также связи проблемы эфира с изучением свойств и структуры физического пространства. В работах А.Л. Симанова [5], в частности, показано, что даже в классический период развития физики, когда господствовало ньютоновское видение пространства как трехмерного бесструктурного вместилища вещей и процессов, исследователи, решая проблему распространения сигналов, пытались «оструктурировать» пространство. Введение представлений об эфире – один из вариантов такого «оструктурирования», которое, однако, вызывало значительные трудности в интерпретации ряда физических проблем, что в итоге привело к пересмотру оснований самой физики.

В отличие от неудачных попыток введения понятия эфира, принимавшихся в рамках классической физики, на современном этапе –

этапе перехода к постнеклассической физике обнаруживаются важные методологические преимущества для научных представлений, связанные с включением релятивистского эфира в физическую картину мира [4]. Фундаментальный и объясняющий характер новой концепции подтверждается теми возможностями, которые открываются для преодоления известных принципиальных трудностей существующих теорий. Кроме этого, новые представления позволяют обосновать некоторые методологические выводы, касающиеся направлений разработки новых фундаментальных физических теорий. Проведенный анализ [6] методологической роли, которую играют принципы с онтологическим основанием (такие как принцип неопределенности Гейзенберга, инвариантности и ограниченности, куда входят ФФП) в исследовании пределов применимости некоторых современных физических теорий, позволил уточнить отдельные вопросы, связанные с анализом роли ФФП во взаимоотношении между основными физическими теориями и гипотетической теорией, претендующей до недавних пор на статус единой и называемой теорией релятивистской квантовой гравитации. В рамках предложенной А.Л. Зельмановым систематизации теорий по комбинациям входящих в них ФФП [7] на сегодняшний день не созданными остаются две теории: теория нерелятивистской квантовой гравитации и так называемая единая физическая теория. Следует обратить внимание на то, что в случае создания релятивистской квантово-гравитационной теории из этой теории вряд ли можно будет перейти (с помощью некоего формального предельного перехода) непосредственно к современным физическим теориям, таким как общая теория относительности и релятивистская квантовая механика*. Этим фиксируется проблема использования принципа соответствия [8], которая дополнительно проиллюстрирована на примере соотношения релятивистской и нерелятивистской теорий квантовой гравитации. Показано, что предположение

* Согласно распространенной точке зрения, принцип соответствия требует, чтобы переход от релятивистской квантово-гравитационной теории к современной релятивистской гравитационной теории (общей теории относительности) обеспечивался формальным устремлением постоянной Планка к нулю. Однако при этом не учитывается то важное обстоятельство, что гравитационная постоянная в будущей релятивистской квантово-гравитационной теории, как и другие входящие в нее ФФП, должна обладать особой методологической функцией – служить инвариантным пределом, наподобие постоянной Планка в соотношениях неопределенности Гейзенберга. По-видимому, это должно отразиться и на формализме теории. С этой точки зрения вряд ли правомерно ожидать, что переход к общей теории относительности будет обеспечен только за счет устремления постоянной Планка к нулю.

о существовании квантово-гравитационных объектов с массой, большей планковской, противоречит требованиям принципа причинности и принципа неопределенности Гейзенберга [9]. Следовательно, ряд фундаментальных «метатеоретических» принципов ограничивает возможности построения последовательной нерелятивистской квантово-гравитационной теории.

Примером развития базовых представлений в русле создания постнеклассической научной парадигмы может служить анализ соотношения понятий случайного и необходимого. Одним из аспектов соотношения этих фундаментальных понятий в науке является наличие динамического и статистического (вероятностного) подходов к описанию физической реальности. На современном этапе эти подходы, как правило, взаимно противопоставляются и мыслятся взаимоисключающими. Динамический подход опирается на представления о непрерывной структуре множеств физических величин и характерен для классических разделов теоретической физики. Этот подход связан с постулированием и абсолютизацией свойств континуума. При этом вероятностные подходы применяются лишь как способы упрощенного описания. Случайности не придается онтологического статуса, а вероятностное описание рассматривается как плата за отсутствие точной информации о мгновенном состоянии пространственно распределенной системы. В соответствии с данными воззрениями строился и классический математический аппарат, включающий аксиоматику поля вещественных чисел, теорию предела и т.д. Эта совокупность математических идей, нашедшая обоснование в канторовской теории множеств, доминирует и на современном этапе развития естествознания. Иными словами, постулат о континуальной структуре множеств продолжает неявно (то есть через применяемый математический аппарат) использоваться даже в таких разделах, как неклассическая физика. По-видимому, это не может не приводить к противоречиям в современных фундаментальных теориях. Однако, как правило, попытки устранения известных физикам противоречий предпринимаются с сохранением математического аппарата континуума. В этой связи актуальны идеи, высказанные П.К. Рашевским [10]. Он одним из первых крупных математиков заявил о необходимости отказа от «догмата натурального ряда». В русле подобных идей лежит и созданная П. Вopenкой «альтернативная теория множеств» [11]. В общих чертах, новизна здесь заключается в использовании представления о неразличимости конечных элементов вблизи конечного горизонта множества. Следствием может

явиться принципиальная конечная точность описания, которая, возможно, окажется адекватной реальному опыту наблюдений как в микроскопических, так и в глобальных масштабах.

Новые представления приводят к тому, что структура множества приобретает наряду с характерными свойствами континуума также и специфические черты дискретной совокупности. Для обозначения подобной структуры нами был применен термин «дискретно-непрерывная структура» [12]. Сами по себе абстрактно-математические построения, естественно, не могут прояснить вопрос об онтологических основаниях новых формализмов. Если основанием (или оправданием) существования идеи континуума считать совокупность классических натурфилософских и физических представлений, а основанием модели множеств с дискретной структурой – неклассические физические представления о квантовых свойствах реальности, то, по-видимому, онтологические основания для дискретно-непрерывных множеств могут содержаться лишь в постнеклассической физической картине мира.

Результаты анализа методологической роли ФФП в создании постнеклассической физики привели к новому понятию «актуального нуля» (инвариантного конечного элемента) множества [13]. Например, для множества протяженностей референтом актуального нуля служит фундаментальная (планковская) длина*. Структура пространства с минимальным конечным инвариантным элементом может быть охарактеризована как дискретно-непрерывная. Такой же характер приобретают и множества других физических величин (длительности, действия и др.). Этот вывод является следствием принятия постулата об инвариантности ФФП – планковских значений физических величин (« hcG -принцип» [1]). С учетом вышесказанного можно предположить, что найдено одно из возможных направлений, ведущее к обобщению существующих физических представлений на основе применения адекватных математических средств. В этом случае принципиальные трудности

* Под инвариантностью фундаментальной длины всюду подразумевается свойство постоянства (абсолютности) этой величины относительно выбора инерциальной системы отсчета. В рамках релятивистских физических теорий это свойство математически выражается инвариантностью относительно преобразований Лоренца. Следует, однако, учитывать, что фундаментальная длина в принципе не рассматривается этими теориями и ее инвариантность может быть описана только на основе других преобразований (которые в духе принципа соответствия должны сводиться к преобразованиям Лоренца, если пренебречь этой величиной).

фундаментальных теорий были бы сняты за счет последовательного (т.е. как физического, так и математического) преодоления абсолютизации как модели континуума, так и модели множества с дискретной структурой. Это означало бы двойное отрицание классических представлений, осуществленное с философско-методологических и конкретно-научных позиций. Подобное отрицание отрицания позволяет надеяться, в том числе, на то, что в данном направлении может быть найден выход из гносеологически тупиковой ситуации, в которой оказалась современная фундаментальная физика в попытках создания релятивистской квантово-гравитационной теории.

Переход к представлению значений физических величин в форме множеств с дискретно-непрерывной структурой необходимо влечет за собой изменения в подходах к описанию явлений. Вероятностный и динамический типы описания не могут сохранить привычный статус взаимоисключающих противоположностей. «Нечеткость» (или «конечная точность») описания должна будет восприниматься как отражение объективных свойств реальности, а не как недостаток инструментария исследователя. В то же время эти нечеткие (или вероятностные – в классическом смысле) результаты будут являться продуктом расчетов по уравнениям динамического типа! Подобное «слияние» необходимого и случайного выходит за рамки боровской концепции дополненности, которая сохраняет противопоставления и тем самым остается на прежнем фундаменте. Даже если каждый элементарный объект, предоставленный самому себе, в силу некоего принципа инерции сохраняет свое определенное состояние, то любой акт их взаимодействия уже влечет за собой некоторую неопределенность последующих состояний. Иными словами, случайность оказывается потенциально присущей детерминированному состоянию объекта. Возможно, данные выводы о характере будущего развития физических представлений и математических средств, можно истолковать как прогноз расширения сферы применения вероятностных подходов в описании реальности с учетом, однако, определенного преобразования в понимании оснований, оправдывающих их использование.

Идея дискретно-непрерывной структуры множеств ведет к существенной переоценке понятий, используемых теориями актуально бесконечных множеств. Присущий этим теориям инфинитизм (как в большом, так и в малом масштабе) препятствует их непосредственному применению в естествознании. Новые представления создают

предпосылки для обобщения базовых математических абстракций, «возвращающего» математике прочную связь с онтологией. Эти вопросы требуют дальнейшей углубленной разработки.

Важную роль в исследованиях проблемы структуры пространства и вакуума может сыграть изучение натурфилософских построений древнеиндийской школы вайшешика [14]. Как было отмечено в работе О.В. Шарыпова и С.Г. Гришина [15], ряд основных категорий этого атомистического учения о природе созвучен содержанию новых гипотетических представлений о планкеонном эфире и формировании элементарных вещественно-полевых объектов. Аналог «эфира» в вайшешике – акаша – служит неподвижным вечным материальным началом мира, пребывающим в соединении со всеми элементарными вещественными объектами (атомами великих первостихий). Акаша (в отличие от пустого пространства Демокрита или Ньютона) в вайшешике отделено от диш (олицетворения метрических и топологических свойств пространства). Предельный размер атома (параману), по вайшешике, принципиально невоспринимаем и вечен, что, с нашей точки зрения, напрямую перекликается с инвариантностью и предельностью планковской длины. Параману можно рассматривать как материальный референт понятия актуального нуля – планкеон. Учение вайшешики, вопреки трудностям, очевидным с точки зрения здравого смысла, утверждало, что размер параману не служит причиной великости «невечных» объектов, воспринимаемых органами чувств. Это – качество протяженности «в чистом виде», его количественная сторона не проявлена для объектов, относящихся к миру «невечных» (т.е. относительных, изменчивых) объектов. В рамках новых представлений этому соответствует принципиальная количественная несоизмеримость актуального нуля с конечными (неинвариантными) элементами множества. В вайшешике разработан «механизм» возникновения наименьших невечных объектов. Они с необходимостью являются состоящими из трех диад (диада – соединение в двух атомах). При этом акаша считается «вместилищем» не объектов чувственно воспринимаемого мира, а соединений в диадах. Подобное тонкое замечание, как и ряд других, совершенно непонятно с точки зрения существующей теоретической физики. Однако оно становится востребованным и осмысленным в рамках «планкеонной» концепции, предполагающей определенную связь планкеонной и вещественно-полевой форм реальности. Тем самым дополнительную аргументацию

приобретает позиция, согласно которой изучение протонаучных натурфилософских учений может играть важную роль в развитии современного естественно-научного мировоззрения.

Понятие «актуальный нуль множества» является одним из ключевых новых понятий, призванных обеспечить создание формализмов, учитывающих «онтологические» принципы ограниченности и инвариантности [13]. Оно находится в непосредственной связи с проблемой (не)соответствия между финитистскими физическими представлениями и инфинитистскими теоретико-множественными концепциями (создающими основания современной математики). Известны различные (в том числе противоположные) подходы к решению этой проблемы. Г. Кантор решал ее для себя, считая, что математическая теория не зависит от каких-либо «метафизических влияний», и создавал теорию актуально бесконечных множеств, опираясь на интуитивные предпосылки теологического характера. Иная, не менее распространенная точка зрения заключается (в упрощенной форме) в том, что все базовые математические понятия суть абстракции, происхождение которых прямо связано с наблюдениями над реальностью. Истина, по-видимому, лежит «между» этими противоположными позициями, полагая и отрицая как одну, так и другую. В любом случае выбор исходных понятий предопределяет принципиальные возможности математических теорий. Если базовые абстракции неадекватны, то физика, использующая такой математический аппарат, рискует оказаться чересчур «сложной» и противоречивой. Причем принципиальная применимость того или иного математического аппарата к описанию реальных явлений определяется именно тем, от каких существенных свойств реальных объектов мы не абстрагируемся на этапе формирования (или выбора) базовых понятий. Так, если строится геометрия пространства, элементом которого считается математическая точка, то применимость континуалистского математического аппарата должна быть, с точки зрения физики, ограничена снизу масштабами, намного превосходящими масштабы, связанные с флуктуациями полей, метрики пространства и т.п. Сейчас мало кто сомневается, что фундаментальная длина должна играть существенную методологическую роль в физике высоких энергий и космологии, подобно тому как постулат об инвариантности скорости света определяет структуру современных фундаментальных физических теорий. Тем самым в настоящее время сама физика «подсказывает», что представление о наименьшей инвариантной протяженности (фундаментальной длине) должно учитывать

ся в математическом формализме, который не должен использовать нефизические понятия о «сколь угодно малых» величинах и т.п. [16].

Роль скорости света как инвариантной и предельной величины можно попытаться формально выразить как роль актуальной бесконечности по отношению к множеству значений относительных скоростей вещественных объектов (наблюдателей). В силу конечности значения скорости света, такое математическое множество будет, условно говоря, «искривленным». Это отражается, в том числе, в специфике известного релятивистского правила сложения скоростей. По некоторой аналогии с этим на основе указанных выше физических свойств фундаментальной длины может обосновываться и понятие «актуальный нуль» – как возможная адекватная формализация минимального предельного инвариантного элемента множества. В геометрическом смысле это «точка», которая имеет конечную протяженность, т.е. элемент (неделимая часть) математического пространства, имеющий конечную, но инвариантную количественную характеристику. Пространство с таким элементом нельзя отнести к чисто континуальному или чисто дискретному типу, в то же время оно удовлетворяет релятивистским требованиям.

Подобный элемент может служить фундаментальной основой, «причиной» количественных характеристик, которыми обладают другие, неинвариантные, элементы этого множества (единицы и т.д.). (Так же, как любую относительную скорость количественно можно выразить в единицах скорости света, но при этом полученное значение будет относительным – зависящим от инерциальной системы отсчета, а скорость света сохранит статус недостижимой инвариантной величины – «актуальной бесконечности».) Получается, что нуль и единица для данного множества – это не просто «Богом данные» взаимно независимые элементы (как это традиционно считается), но они могут быть «генетически» связаны и взаимно обусловлены. Понятно, что стоит только абстрагироваться от малой количественной характеристики актуального нуля (пренебречь ею), как мы получим континуум, который по своей природе будет отрицать объективное существование масштаба (единицы). Однако на достаточно малых «масштабах» влияние актуального нуля становится существенным и определяет результаты операций (искривляет пространство). В этом случае становится ясно, что топология континуума применима лишь для «приблизительного» описания реальности. В последние

годы все более широко обсуждаются необычные геометрические модели, которые на малых масштабах принципиально отличаются от евклидовой. В качестве примера такой математической теории можно упомянуть «некоммутативную геометрию», которую пытаются применить в теории струн. По мнению профессора Колумбийского университета Брайана Грини, «теория струн указывает на то, что точки, описываемые отдельными числами, следует заменить геометрическими объектами, описываемыми матрицами. При больших масштабах матрицы становятся все более диагональными, а на диагональные матрицы распространяется свойство коммутативности при умножении... При погружении в микромир недиагональные элементы матриц увеличиваются и начинают играть все большую роль» [17].

Понятие актуального нуля, безусловно, имеет непосредственное отношение к известной проблеме «природы» бесконечно малых величин, в связи с которой уместно упомянуть имена основоположников дифференциального и интегрального исчисления Г.В. Лейбница и И. Ньютона. Если у Ньютона, «не измышлявшего гипотез», метод флюксий не предполагал актуального существования неделимых элементов и был идейно близок к теории пределов, то для Лейбница понятие дифференциала опиралось на представление об элементах вещей – монадах. Поскольку актуальный нуль рассматривается нами как отражение, следствие специфического свойства реального мира, то такое понимание предельно (бесконечно) малой величины, по-видимому, близко к взглядам Лейбница [18]. Отличие заключается в том, что, во-первых, актуальный нуль – инвариантная величина, а во-вторых, понятие фундаментальной длины, которая рассматривается как физический референт актуального нуля, является продуктом науки на ее современном этапе развития, в то время как лейбницева монада носила характер идеальных сущностей и тем самым принципиально мыслится вне рамок предмета естествознания.

Одним из результатов проведенного философско-методологического анализа проблемы формализации новых онтологических представлений, связанных с инвариантностью планковских величин, служит вывод о том, что актуальный нуль невозможно мыслить как простую («механическую») замену нуля поля действительных чисел (R) [2]. Корректное математическое использование этого понятия было бы возможно и продуктивно в научном отношении лишь вкупе с соответ-

ствующим пересмотром (обобщением) аксиоматики, т.е. на основе множеств, нетривиальным образом отличных от R . Совершенно очевидно, что без этого нельзя ожидать расширения возможностей используемого математического аппарата. В то же время задача создания подобной аксиоматики полностью лежит в сфере деятельности профессиональных математиков. Возможности философско-методологического анализа ограничены здесь прогностической функцией. В частности, идейно близким к нашим представлениям о «дискретно-непрерывной» структуре являются известные специалистам работы П. Вопенки по альтернативной теории множеств, на которые могли бы опираться конкретно-научные исследования в данном направлении.

Когда говорится об актуальном нуле, то в первую очередь имеется в виду числовое множество, параметризующее значения таких физических величин, как протяженность и длительность. Сейчас для параметризации значений любой физической величины (в том числе и протяженности) принято использовать множество R . Это приемлемо, пока рассматриваемые значения физической величины далеки от своего инвариантного предела, т.е. «достаточно велики» (или «достаточно малы»). Например, если скорость инерциальной системы отсчета гораздо меньше инвариантной скорости (скорости света в вакууме), то работает классическая механика и вполне допустимы расчеты с использованием числового множества, «ограниченного» лишь потенциальной бесконечностью. На более глубоком уровне описания реальности (специальная теория относительности) параметризация множества значений относительной скорости с помощью числового множества, включающего понятие потенциальной бесконечности, становится, с точки зрения физики, принципиально неприменимым. Зато в теории появляется конечная инвариантная предельная величина (недостижимая в рамках мира вещественных объектов), которую можно понимать как физический референт актуальной бесконечности. Несмотря на формально признаваемый изоморфизм этого (ограниченного сверху) множества и множества вещественных чисел, в физике для параметризации множества значений скорости все-таки используется именно это множество (с соответствующей «неархимедовой» арифметикой), и никому не приходит в голову воспользоваться известным отображением, переводящим скорость света в бесконечность. И дело тут вовсе не сводится к «конвенции» или «удобству»: просто пришлось бы переходить к другой физике, – создавать совершенно другие теории, радикально из-

меня физическую картину мира! Приведенный пример, в частности, показывает, что процесс познания мира, восхождения от абстрактного к конкретному может сопровождаться «расщеплением» и уточнением фундаментальных понятий, казавшихся «единными» и незыблемыми: бесконечно большое приходится подразделять на количественно «ограниченное» и «не ограниченное» (или, может быть, точнее: «оконечное» и «не оконечное»), применяя для описания реальности то или иное с учетом требований естествознания.

Подобная (но не идентичная) в методологическом отношении ситуация, по-видимому, характерна в настоящее время и для изучения структуры физического пространства-времени [6]. На масштабах, сравнимых с планковской длиной, физические соображения не допускают произвольных «бесконечно малых» протяженностей в духе современных стандартных и нестандартных математических теорий, описывающих свойства континуума. Нуль – тоже бесконечно малая (предельно малая) величина, ему присуща определенная инвариантность. «Расщепляя» классическое понятие нуля, можно попытаться конкретизировать данную абстракцию с целью последующей адекватной формализации физического понятия фундаментальной длины. Допустим, что, в противоположность «потенциальному нулю», актуальный нуль характеризуется определенным количеством, обладая при этом свойством инвариантности (т.е. качеством абсолютной величины). Тогда он в принципе подходит в качестве формального образа фундаментальной длины. При этом специфика потенциального нуля заключается в том, что он символизирует «отрицание материальности», является образом «пустоты» и не может быть осмысленно сопоставлен какой-либо физической протяженности, понимаемой в качестве фундаментальной характеристики реальности [19].

Интересно, что алгебра, используемая теоретической физикой, как будто «не замечает» этого принципиального момента. По-видимому, со времен Декарта, заменившего числа символами, принято абстрагироваться от количественной определенности (индивидуальности) величин, учитывая групповые и другие свойства, не зависящие от индивидуальных характеристик элемента. Со столь абстрактных позиций выглядит неважным, какому «материальному количеству» соответствует нулевой элемент множества, какой конкретный вид имеют арифметические действия и т.п. Но сама аксиоматика поля действительных чисел не абсолютна, являясь, по-видимому, следствием кон-

кретного исторического и логического пути изучения свойств этих чисел, «сконструированных» по определенным правилам, с использованием определенных базовых понятий (в том числе понятия нуля как «пустоты», «небытия»), с наложением определенных требований симметрии и т.д. Поэтому введение в научный обиход абстракции актуального нуля может привести к необходимости заново пройти путь от «конструирования» чисел до создания соответствующей развитой алгебраической структуры*.

Каковы будут свойства, аксиомы соответствующей новой алгебраической структуры? В достаточной мере заранее предугадать это невозможно. Некоторые «наивные» соображения говорят в пользу того, что метрика и топология пространства с актуально-нулевым элементом могут (и должны) отличаться от применяемых сейчас характеристик континуума. На предельно малых масштабах привычные континуалистские представления о геометрических свойствах фигур должны существенно трансформироваться вследствие наличия инвариантных «квантов» протяженности. Попытки рассмотрения на этих масштабах идеализированных геометрических построений (т.е. построений с помощью классических прямых, отрезков и т.п.) приводят к необычным заключениям [2]. Например, если представить себе равнобедренный треугольник, в основании которого лежит отрезок с длиной, равной актуальному нулю протяженности, то получится, что из «концов» этого отрезка проведен перпендикуляр к каждой из боковых сторон, обеспечивающий кратчайшее расстояние от точки до прямой.

* Основания для введения этого понятия связаны, конечно, не с математикой самой по себе, а исключительно с выводами философско-методологического анализа развития естествознания. Весьма примечательно, что в научно-популярном обзоре, посвященном развитию теории петлевой квантовой гравитации, по существу, приводится используемое нами определение понятия актуального нуля. «Рассмотрим область пространства, ограниченную сферической оболочкой... В соответствии с классической (неквантовой) физикой ее объем может выражаться любым действительным положительным числом. Однако, согласно теории петлевой квантовой гравитации, существует отличный от нуля абсолютный наименьший объем (примерно равный кубу длины Планка)...» [20]. Подчеркнем, что в приведенном высказывании автор, по существу, выражает идею об ограниченной применимости множества действительных чисел, основанную на предпосылках онтологического характера. В концентрированном виде эти предпосылки были сформулированы еще в 1988 г. [1] в форме « $\hbar c G$ -принципа», который лежит в основе нашего подхода к анализу философско-методологических проблем современной физики. Данные представления к настоящему времени уже довольно прочно вошли в научный обиход физиков-теоретиков, вопреки «осторожному консерватизму» и критическому настрою части математиков.

Тем самым такой треугольник приходится называть прямоугольным, допустив факт равенства катета и гипотенузы. С точки зрения континуума с евклидовой метрикой налицо очевидное логическое противоречие. Однако этот частный вывод не выглядит априори неприемлемым, если допустить, что метрические свойства пространства зависят от рассматриваемого масштаба, т.е. соответствующие математические выражения учитывают предельную малую протяженность. Такое пространство следовало бы охарактеризовать как «искривленное в малом». В предельном случае больших масштабов оно вполне могло бы соответствовать классическому плоскому (или искривленному) пространству. В связи с этим небезынтересен факт, что к утверждению о равенстве катета и гипотенузы на предельно малых масштабах тысячелетия назад пришли математическим путем представители пифагорейства, пытаясь обосновать соизмеримость диагонали и стороны квадрата во имя спасения важнейшего пункта своего философского учения, гласившего, что «единица – начало всего» [21].

Осмысление свойств пространства и времени в истории науки играло определяющую роль в развитии фундаментальных теоретических представлений о физической реальности. Гипотезы о структуре и сущности пространства и времени всегда составляли необходимый «метафизический» фон (или основу) теорий. Причем сами эти свойства не могли являться объектом непосредственной эмпирической проверки, находясь при этом в основании всего научного знания. «Негативный» подход к решению проблемы физических свойств пространства, т.е. отрицание материальности пространства (пустота), всегда облегчал задачу построения новых теоретических схем (таких как механика Ньютона и Гамильтона или специальная теория относительности Эйнштейна и Минковского). Однако эти теории неизбежно носили описательный характер, не проникая в сущность феноменов. Объяснение природы взаимодействий всегда требовало принятия гипотез, выходящих за пределы прямой эмпирической проверяемости. Это, в частности, выражается в существовании различных теоретических подходов, которые могут на определенном этапе развития науки конкурировать между собой. В последние десятилетия в естествознании обострилась проблема выбора альтернативных объясняющих теоретических схем, связанная с принципиальными трудностями на пути осуществления их прямой эмпирической проверки. В связи с этим привлекает внимание анализ комплекса философско-методологи-

ческих проблем внеэмпирического обоснования научного знания. Актуальность вопроса связана, в частности, с тенденцией перехода к постнеклассическому этапу развития физики, требующего пересмотра самых глубоких научных представлений, в том числе – о свойствах пространства и времени. Задачей подобных исследований служит поиск и обоснование возможных критериев адекватности моделей вне рамок эмпирической базы. В работе Н.В. Головки [22] в качестве одного из таких критериев в отношении новой теоретической конструкции предложено использовать ее способность ограничивать сферу действия существующей (сложившейся) теории. В этом можно видеть аналог принципа фальсифицируемости научной теории, однако при этом в качестве «опровержения» выступает установление пределов применимости сложившейся системы взглядов. Новая теоретическая схема, ограничивающая сферу применимости прежних теорий и при этом охватывающая (объясняющая) более широкую область реальности, получает, с данной точки зрения, дополнительное обоснование внеэмпирического характера.

В развитие философско-методологического анализа роли планковских величин в последние годы получены конкретно-научные результаты, относящиеся к обобщению основ специальной теории относительности («Extended Special Relativity») [23]: приведено обобщенное выражение для энергии-импульса в модели пространства-времени с дискретно-непрерывной структурой, проанализированы кинематические свойства гипотетической вакуумоподобной среды, обосновано новое понятие релятивистски инвариантного покоя. Данные результаты «перекидывают мост» между разрабатываемыми авторами философско-методологическими концепциями развития фундаментальных теорий и новейшими данными наблюдений, не имеющими объяснений в рамках сложившейся физической картины мира.

Литература

1. Корухов В.В. О природе фундаментальных констант // Методологические основы разработки и реализации комплексной программы развития региона. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 59–74.
2. Шарыпов О.В. Понятие фундаментальной длины и методологические проблемы современной физики. – Новосибирск: Изд-во НИИ МИОО Новосибирск. гос. ун-та, 1998; Корухов В.В. Фундаментальные постоянные и структура пространства-времени. – Новосибирск: Новосибирск. гос. ун-т, 2002.

3. Чернин А.Д. Космический вакуум // Успехи физических наук. – 2001. – Т. 171, № 11. – С. 1153–1175; Рисс А., Тернер М. От замедления к ускорению // В мире науки. – 2004. – № 5. – С. 53–57.
4. Корухов В.В. Релятивистский эфир // Философия науки. – 2000. – № 2 (8). – С. 72–75.
5. Симанов А.Л. Проблема эфира: возможное и невозможное в истории и философии физики (I) // Философия науки. – 1996. – № 1 (2). – С. 15–26; *Он же*. Проблема эфира: возможное и невозможное в истории и философии физики (II) // Философия науки. – 1997. – № 1(3). – С. 24–33.
6. Корухов В.В., Симанов А.Л., Шарыпов О.В. Методологические проблемы исследования структуры пространства // Философия науки. – 2001. – № 3(11). – С. 157–180.
7. Зельманов А.Л. О бесконечности материального мира // Диалектика в науках о неживой природе. – М., 1964. – С. 238.
8. Корухов В.В., Симанов А.Л. Принцип соответствия в физическом познании // Философия науки. – 2005. – № 2. – С. 53–63.
9. Корухов В.В. Методологический анализ проблемы существования теории квантовой гравитации // Вестник НГУ. Сер.: Философия и право. – 2003. – Т. 1, вып. 1. – С. 84–89.
10. Рашевский П.К. О догмате натурального ряда // Успехи математических наук. – 1973. – Т. 28, вып. 4(172). – С. 243.
11. Вopenка П. Альтернативная теория множеств: Новый взгляд на бесконечность. – Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 2004.
12. Корухов В.В., Шарыпов О.В. О возможности объединения свойств инвариантного покоя и относительного движения на основе новой модели пространства с минимальной длиной // Философия науки. – 1995. – № 1(1). – С. 38–49.
13. Корухов В.В., Шарыпов О.В. Об онтологическом аспекте бесконечного // Философия науки. – 1996. – № 1(2). – С. 27–51.
14. Гостеева Е.И. Философия вайшешика. – Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1963; Лысенко В.Г. «Философия природы» в Индии: атомизм школы вайшешика. – М.: Наука, 1986; *Он же*. Универсум вайшешики (по «Собранию характеристик категорий» Прашастапады). – М.: Вост. лит., 2003. – 486 с.; Симанов А.Л. Философия природы вайшешики и современная космология: возможные параллели (I) // Гуманитарные науки в Сибири. – 1999. – № 1. – С. 40–43; *Он же*. Философия природы вайшешики и современная космология: параллели (II) // Гуманитарные науки в Сибири. – 2000. – № 1. – С. 45–51; *Он же*. Философия природы вайшешики и современная космология: возможные параллели (III) // Гуманитарные науки в Сибири. – 2001. – № 1. – С. 48–60; *Он же*. Философия природы вайшешики и проблемы исследования структуры пространства // Гуманитарные науки в Сибири. – 2002. – № 1. – С. 33–36.
15. Шарыпов О.В., Гришин С.Г. Протонаучные представления о мире и формирование основ постнеклассической физики // Философия науки. – 2002. – № 1 (12). – С. 26–34.
16. Шарыпов О.В., Пирогов Е.А. Об арифметизации концептуального пространства-времени релятивистской квантово-гравитационной теории // Гуманитарные науки в Сибири. – 2001. – № 1. – С. 17–21.
17. Массер Дж. Будущее теории струн // В мире науки. – 2004. – № 2. – С. 43–47.

18. Шарыпов О.В. Фундаментальная длина – физический референт актуального нуля // *Философия науки*. – 2004. – № 2 (21). – С. 124–130.

19. Шарыпов О.В. «Расщепление» нуля: от абстрактного к конкретному // *Философия науки*. – 2004. – № 4 (23). – С. 164–169.

20. Смолин Л. Атомы пространства и времени // *В мире науки*. – 2004. – № 4. – С. 48–57.

21. Камельчук Е.Н. Первый кризис оснований математики и пифагорейская философия // *Философия науки*. – 2002. – № 1(12). – С. 3–25.

22. Головкин Н.В. Методологический фальсификационизм и проблема внеэмпирического обоснования научного знания // *Философия науки*. – 2002. – № 2 (13). – С. 50–67.

23. Корухов В.В., Шарыпов О.В. О подходах к созданию расширенной специальной теории относительности // *Философия науки*. – 2005. – № 4(27). – С. 64–78.

Институт философии и права СО РАН,
Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН,
г. Новосибирск

Korukhov, V.V. and O.V. Sharipov. The structure of space-time and the physical vacuum problem: modern status and future trends

The paper deals with the analysis of the results obtained in the course of development of planckon conception related to introduction of hcG -principle, according to which fundamental physical constants play a special methodological role in building a theory. Also, the paper produces a new vision of prospect in studying the problem of the structure of space-time and its relation to properties of vacuum-like medium taken to be a special kind of matter.