

2023, № 2 (48)

МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

МЕТАФИЗИКА

В этом номере:

- Метафизика реляционной парадигмы
- Проблемы теоретико-полевого подхода
- Метафизические аспекты методики научной деятельности

2023, № 2 (48)

МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2023, № 2 (48)

Основан в 2011 г.

Выходит 4 раза в год

Журнал «Метафизика» является периодическим рецензируемым научным изданием в области математики, физики, философских наук, входящим в *список журналов ВАК РФ*

Цель журнала – анализ оснований фундаментальной науки, философии и других разделов мировой культуры, научный обмен и сотрудничество между российскими и зарубежными учеными, публикация результатов научных исследований по широкому кругу актуальных проблем метафизики

Материалы журнала размещаются на платформе РИНЦ Российской научной электронной библиотеки

Подписной индекс – 80317

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77–45948 от 27.07.2011 г.

Учредитель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6)

• **МЕТАФИЗИКА
РЕЛЯЦИОННОЙ
ПАРАДИГМЫ**

• **ПРОБЛЕМЫ
ТЕОРЕТИКО-
ПОЛЕВОГО
ПОДХОДА**

• **МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ
МЕТОДИКИ
НАУЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

• **ПАМЯТИ
НАШИХ КОЛЛЕГ**

Адрес редакционной коллегии:
Российский университет
дружбы народов,
ул. Миклухо-Маклая, 6,
Москва, Россия, 117198
<https://journals.rudn.ru/metaphysics>

Подписано в печать 14.05.2023 г.
Дата выхода в свет 25.06.2023 г.

Формат 70×108/16.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 14,53.
Тираж 500 экз. Заказ 685.
Отпечатано
в Издательско-полиграфическом
комплексе РУДН
115419, г. Москва,
ул. Орджоникидзе, д. 3
Цена свободная

METAFIZIKA

SCIENTIFIC JOURNAL

(Metaphysics)

No. 2 (48), 2023

Founder:

Peoples' Friendship University of Russia
named after Patrice Lumumba

Established in 2011

Appears 4 times a year

Editor-in-Chief:

Yu.S. Vladimirov, D.Sc. (Physics and Mathematics), Professor
at the Faculty of Physics of Lomonosov Moscow State University,
Professor at the Academic-Research Institute
of Gravitation and Cosmology of the RUDN University,
Academician of the Russian Academy of Natural Sciences

Editorial Board:

V.V. Aristov, D.Sc. (Physics and Mathematics), Professor at the Federal Research Center
“Computer Science and Control” of the Russian Academy of Sciences

V.I. Belov, D.Sc. (History), Professor at the RUDN University (Executive Secretary)

S.A. Vekshenov, D.Sc. (Physics and Mathematics),
Professor at the Russian Academy of Education

A.P. Yefremov, D.Sc. (Physics and Mathematics),
Professor at the RUDN University,
Academician of the Russian Academy of Natural Sciences

V.N. Katasonov, D.Sc. (Philosophy), D.Sc. (Theology), Professor,
Head of the Philosophy Department of Sts Cyril and Methodius’
Church Post-Graduate and Doctoral School

A.P. Kozyrev, Ph.D. (Philosophy), Associate Professor at the Lomonosov Moscow State University

Archpriest Kirill Kopeikin, Ph.D. (Physics and Mathematics),
Candidate of Theology, Director of the Scientific-Theological Center
of Interdisciplinary Studies at St. Petersburg State University,
lecturer at the St. Petersburg Orthodox Theological Academy

V.F. Panov, D.Sc. (Physics and Mathematics),
Professor at the Perm State National Research University

V.A. Pancheluga, Ph.D. (Physics and Mathematics), Senior researcher,
Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of the Russian Academy of Sciences

V.I. Postovalova, D.Sc. (Philology), Professor, Chief Research Associate
of the Department of Theoretical and Applied Linguistics at the Institute
of Linguistics of the Russian Academy of Sciences

Yu.P. Rybakov, Professor at the RUDN University

A.Yu. Sevalnikov, D.Sc. (Philosophy), Professor at the Institute of Philosophy
of the Russian Academy of Sciences, Professor at the Chair of Logic
at Moscow State Linguistic University

S.V. Bolokhov, Ph.D. (Physics and Mathematics),
Associate Professor at the RUDN University,
Scientific Secretary of the Russian Gravitational Society (Secretary of the Editorial Board)

ISSN 2224-7580

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2

МЕТАФИЗИКА НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель:
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов
имени Патриса Лумумбы»

2023, № 2 (48)

Основан в 2011 г.
Выходит 4 раза в год

Главный редактор –

Ю.С. Владимиров – доктор физико-математических наук,
профессор физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова,
профессор Института гравитации и космологии
Российского университета дружбы народов, академик РАН

Редакционная коллегия:

В.В. Аристов – доктор физико-математических наук,
профессор Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН

В.И. Белов – доктор исторических наук, профессор
Российского университета дружбы народов (ответственный секретарь)

С.А. Векшенов – доктор физико-математических наук,
профессор Российской академии образования

А.П. Ефремов – доктор физико-математических наук,
профессор Российского университета дружбы народов, академик РАН

В.Н. Катасонов – доктор философских наук, доктор богословия, профессор,
заведующий кафедрой философии Общецерковной аспирантуры и докторантуры имени
Святых равноапостольных Кирилла и Мефодия

А.П. Козырев – кандидат философских наук,
доцент Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

Протоиерей Кирилл Копейкин – кандидат физико-математических наук,
кандидат богословия, директор Научно-богословского центра
междисциплинарных исследований Санкт-Петербургского государственного университета,
преподаватель Санкт-Петербургской православной духовной академии

В.Ф. Панов – доктор физико-математических наук,
профессор Пермского государственного национального исследовательского университета

В.А. Панчелюга – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник
Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН

В.И. Постовалова – доктор филологических наук, профессор,
главный научный сотрудник Отдела теоретического
и прикладного языкознания Института языкознания РАН

Ю.П. Рыбаков – доктор физико-математических наук,
профессор Российского университета дружбы народов

А.Ю. Севальников – доктор философских наук,
профессор Института философии РАН, профессор кафедры логики
Московского государственного лингвистического университета

С.В. Болухов – кандидат физико-математических наук,
доцент Российского университета дружбы народов,
ученый секретарь Российского гравитационного общества
(секретарь редакционной коллегии)

ISSN 2224-7580

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2

CONTENTS

EDITORIAL NOTE (<i>Vladimirov Yu.S.</i>)	6
METAPHYSICS OF THE RELATIONAL PARADIGM	
<i>Vladimirov Yu.S.</i> Metaphysical trinity of physics, mathematics and philosophy.....	8
<i>Aristov V.V.</i> Relational space and time: metaphysical foundations and possibilities of experiments.....	23
<i>Molchanov A.B.</i> Cosmological scale factor in the relational approach.....	38
PROBLEMS OF THE FIELD THEORETICAL APPROACH	
<i>Belinsky A.V., Djadan I.I.</i> Nonlocal correlations and relativity of physical quantities.....	49
<i>Rybakov Yu.P.</i> Random Hilbert space and Wiener's interpretation of quantum mechanics.....	76
<i>Fil'chenkov M.L., Laptev Yu.P.</i> On the time problem in quantum cosmology.....	81
<i>Godarev-Lozovsky M.G.</i> Detection of proton self-decay as a scientific and philosophical problem.....	86
METAPHYSICAL ASPECTS OF THE METHODOLOGY OF SCIENTIFIC ACTIVITY	
<i>Nugaev R.M.</i> Maxwell's unification of optics and electromagnetism and the incommensurability tenet.....	103
<i>Krivchikov A.M.</i> Issues of scientific priority against the background of two philosophical concepts of scientific knowledge.....	116
<i>Egorov D.G.</i> Morality and religion in the context of the relational paradigm: consequences for social ideology.....	127
<i>Burov A.V., Burov L.A.</i> Metaphysical status of physical laws. Translation from English by <i>I.A. Rybakova</i>	142
<i>Rybakova I.A.</i> Correspondence of Heisenberg's views with the multimodular concept of A.V. and L.A. Burov.....	154
IN MEMORY OF OUR COLLEAGUES	
<i>Shulman Mikhail Khananovich (1946–2022)</i>	161
OUR AUTHORS	163

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКЦИИ (Владимиров Ю.С.)	6
МЕТАФИЗИКА РЕЛЯЦИОННОЙ ПАРАДИГМЫ	
<i>Владимиров Ю.С.</i> Метафизическое триединство физики, математики и философии.....	8
<i>Аристов В.В.</i> Реляционное пространство и время: метафизические основания и перспективы экспериментальной проверки.....	23
<i>Молчанов А.Б.</i> Космологический масштабный фактор в реляционном подходе.....	38
ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИКО-ПОЛЕВОГО ПОДХОДА	
<i>Белинский А.В., Джадан И.И.</i> Нелокальные корреляции и относительность физических величин.....	49
<i>Рыбаков Ю.П.</i> Случайное гильбертово пространство и винеровская интерпретация квантовой механики.....	76
<i>Фильченков М.Л., Лантев Ю.П.</i> О проблеме времени в квантовой космологии.....	81
<i>Годарев-Лозовский М.Г.</i> Обнаружение самораспада протона как научная и философская проблема.....	86
МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕТОДИКИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
<i>Нугаев Р.М.</i> Максвелловский синтез оптики и электромагнетизма и проблема несоизмеримости парадигм.....	103
<i>Кривчиков А.М.</i> Вопросы научного приоритета на фоне двух философских концепций научного знания.....	116
<i>Егоров Д.Г.</i> Мораль и религия в контексте реляционной парадигмы: следствия для социальной идеологии	127
<i>Буров А.В., Буров Л.А.</i> Метафизический статус физических законов / пер. с англ. <i>И.А. Рыбаковой</i>	142
<i>Рыбакова И.А.</i> Соответствие взглядов Гейзенберга многомодусной концепции А.В. и Л.А. Буриных.....	154
ПАМЯТИ НАШИХ КОЛЛЕГ	
<i>Шульман Михаил Хананович (1946–2022)</i>	161
НАШИ АВТОРЫ	163

ОТ РЕДАКЦИИ

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2-6-7

EDN: LAXXFQ

Представленный читателю номер журнала содержит статьи, отражающие содержание докладов, сделанных на недавно прошедшей на базе Института гравитации и космологии РУДН 6-й Российской конференции «Основания фундаментальной физики и математики», а также статьи, в которых обсуждаются метафизические аспекты методики научной деятельности. Данный выпуск состоит из трех разделов.

Первый раздел посвящен обсуждению метафизики реляционной парадигмы. Особое внимание, уделяемое в нашем журнале реляционной парадигме, обусловлено тем, что в этой парадигме самым существенным образом используются ключевые метафизические принципы: дуализма, тринитарности, процессуальности и фундаментальной симметрии. Это самым непосредственным образом отображается в математическом аппарате бинарных систем комплексных отношений, на базе которого развивается эта парадигма. Основы этого аппарата в виде теории физических структур были заложены в работах группы Ю.И. Кулакова и в свое время были одобрены Нобелевским лауреатом академиком И.Е. Таммом. В ряде работ в рамках этой парадигмы даже было предложено называть эту парадигму реляционно-метафизической.

В первой статье раздела «Метафизическое триединство физики, математики и философии» отражено содержание сделанного Ю.С. Владимировым выступления на только что прошедших на философском факультете МГУ имени М.В. Ломоносова вторых Мироновских чтениях. Эти чтения в этом году были приурочены к 70-летию со дня рождения Владимира Васильевича Миронова (1953–2020 гг.). Как известно, в течение многих лет он был деканом философского факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, а также членом редколлегии нашего журнала «Метафизика». Миронов внес огромный неоценимый вклад в дело возрождения в нашей стране должного положительного отношения к метафизике. Так, в своей статье первого номера (с момента издания) нашего журнала он писал: «Метафизика в современном понимании – это особая часть философии, присутствующая в ней в виде некоего ядра (сердца, сердцевины). Ее обозначают также термином «теоретическая философия», «систематическая философия» или «метафилософия». В составе метафизики выделяют три уровня, тесно связанные друг с другом:

онтологии (учения о бытии), гносеологии (учения о познании) и аксиологии (всеобщей теории ценностей)».

В упомянутой первой статье данного номера подчеркивается мысль, что плодотворное развитие метафизики – вскрытие ключевых основ мироздания, что провозглашалось издавна, еще со времен Античности, – возможно лишь в рамках триединства трех разделов науки: фундаментальной физики, философии (метафизики) и математики. Это было отображено в выступлении на основном секционном заседании Мироновских чтений «Онтология и метафизика – история и современность».

В двух других статьях первого раздела представлены метафизические аспекты реляционного подхода. Так, в статье В.В. Аристова «Реляционное пространство и время: метафизические основания и перспективы экспериментальной проверки» рассмотрена проблема экспериментального подтверждения справедливости именно реляционного подхода к физической реальности. А.Б. Молчановым обсуждены реляционные трактовки ряда аспектов космологии.

Второй раздел «Проблемы теоретико-полевого подхода» содержит четыре статьи, посвященные принципиально важным проблемам современной фундаментальной физики в рамках теоретико-полевой парадигмы, в настоящее время являющейся доминирующей. К таковым относятся проблемы интерпретации квантовой механики (статья Ю.П. Рыбакова), времени в квантовой космологии (статья М.Л. Фильченкова и Ю.П. Лаптева) и ряд других вопросов, в том числе гипотеза о возможности распада протонов (статья М.Г. Годарева-Лозовского).

В статьях *третьего раздела* журнала «Метафизические аспекты методики научной деятельности» обсуждены значимые проблемы, возникающие в процессе работы над основаниями фундаментальной физики и математики.

Завершается номер некрологом по случаю печальной кончины одного из наших авторов Михаила Ханановича Шульмана (1946–2022 гг.), статьи которого публиковались в номерах нашего журнала в течение ряда лет.

Ю.С. Владимиров

МЕТАФИЗИКА РЕЛЯЦИОННОЙ ПАРАДИГМЫ

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2-8-22
EDN: KRKBAC

МЕТАФИЗИЧЕСКОЕ ТРИЕДИНСТВО ФИЗИКИ, МАТЕМАТИКИ И ФИЛОСОФИИ

Ю.С. Владимиров

Физический факультет

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

Институт гравитации и космологии

Российского университета дружбы народов

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

Аннотация. В статье, во-первых, обращается внимание на необходимость разработки новых оснований фундаментальной физики, во-вторых, отмечается, что это необходимо делать в рамках реляционной парадигмы, в-третьих, это должно осуществляться на базе метафизических принципов, лежащих в основе трех неразрывно связанных друг с другом разделов науки (физики, математики и философии), и, в-четвертых, необходимым математическим аппаратом, пригодным для этой цели, является теория бинарных систем комплексных отношений. Показано, что этот аппарат реализует ключевые метафизические принципы.

Ключевые слова: основания физики, метафизика, метафизические принципы, математика, философия, теория бинарных систем комплексных отношений

Nature is simple in its essence.

Hideki Yukawa

Природа проста в своей сущности.

Х. Юкава

We will first understand
How simple the universe is
Where we recognize
How strange it is.

J. Wheeler

Jena, 7-VII, 1980

Тогда поймем
Как прост наш мир,
Когда найдем
Как странен он.

Дж. Уилер

Иена, 7-VII, 1980.

Первый из приведенных эпитафов взят из надписи на стене кафедры теоретической физики физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, сделанной Х. Юкавой во время посещения МГУ в 1950-х годах. Второй

эпиграф соответствует автографу, написанному Дж. Уилером в моем экземпляре сборника «Альберт Эйнштейн и теория гравитации», составленного нами к 100-летию со дня рождения А. Эйнштейна [1].

Эти эпиграфы приведены в связи с тем, что предпринятые в последнее время поиски новых оснований фундаментальной физики свидетельствуют о приближении нас к той стадии, когда мы поймем простоту и странность структуры мира.

Введение

Проводимые нами актуальные исследования нацелены на поиски новых оснований фундаментальной физики. В опубликованных уже статьях приводятся доводы, свидетельствующие об актуальности этого направления исследований, показываются три дуалистические парадигмы, в рамках которых предпринимались попытки решения данной проблемы. Проведенный анализ показывает, что наиболее подходящим является путь формирования новых оснований на основе идей реляционной парадигмы, причем решение данной проблемы должно осуществляться на основе единства идей физики, математики и философии.

Складывается ситуация, похожая на ту, что нами ранее обсуждалась в физике, где показывалось, что классическая физика опирается на три ключевые категории: 1) пространство-время, 2) частицы (тела), помещенные в пространство-время, и 3) поля переносчиков физических взаимодействий. В XX веке развитие фундаментальной физики происходило в направлении объединения этих категорий в нечто единое. Удалось выйти на промежуточные варианты решения данной проблемы, объединяя тремя способами пары категорий в одну обобщенную при сохранении самостоятельной третьей. Так получились три физические парадигмы [2]:

1) объединение категорий пространства-времени и полей переносчиков взаимодействий привело к построению геометрической парадигмы в виде общей теории относительности и ее геометрических обобщений;

2) объединение категорий частиц и полей переносчиков взаимодействий привело к созданию теоретико-полевой парадигмы в виде квантовой теории поля в различных модификациях;

3) третьим вариантом явилось возрождение реляционной парадигмы на базе двух видов отношений в категории частиц.

Многочисленные неудачные попытки объединения принципов геометрической и теоретико-полевой парадигм (попыток построения квантовой теории гравитации) заставляют обратить внимание на суть и возможности возрожденной ныне реляционной парадигмы.

1. Три вида научных дуализмов

Поскольку создание новых оснований физики немыслимо без должной математики, а постановка данной проблемы вообще соответствует тематике,

издавна относимой к метафизике, то есть к философии, то решение поставленной проблемы должно соответствовать аналогичному объединению не только категорий физики, но и самих названных трех разделов науки. Здесь также имеет смысл говорить о построении трех промежуточных дуалистических вариантов объединения уже трех разделов науки. Объединение физики и философии естественно именовать метафизикой, объединение математики и философии уже давно именуется метаматематикой, а объединение физики и математики, видимо, естественно именовать фундаментальной физикой, так как построение физики без математики немыслимо.

При этом в каждом из этих трех названных дуалистических разделах науки вместо обсуждения их внутреннего объединения ныне, как правило, идет дискуссия, какой вид науки является первичным.

Учет трех разделов науки, а тем более осознание их единства, означает наличие двух противоположных подходов к реальности: холистического, когда эти три раздела составляют единое целое (триединство), и редукционистского, состоящего в построении целого через сложения трех составляющих (троичность).

Данная статья посвящена демонстрации разнообразия суждений о соотношении названных трех ключевых разделов науки, что может помочь в деле объединения этих разделов, то есть переходу к холистическому взгляду на реальное мироздание.

1.1. Физика и математика (фундаментальная физика)

Со времен Античности бытует мнение, что научность той или иной области знания определяется степенью использования в ней математики. Современная физика без математики немыслима, причем к концу XX века в теоретической физике использовались буквально все разделы современной математики. Иногда бывает трудно различить, где кончается математика и начинается физика. Порой увлеченность физиков-теоретиков математикой принимала крайние формы. Так было в 1960–1970-е годы, когда физики увлеклись построениями аксиоматики квантовой теории поля. Аналогичное наблюдалось в конце XX века, когда особенно популярными стали исследования теории суперсимметрий и суперструн.

Неоднократно высказывалась точка зрения, что за всякой красивой математической конструкцией (теорией) обязательно кроются какие-то физические проявления. Эти соображения, а также необходимость на математическом языке формулировать физические закономерности породили не затихающую уже в течение многих лет дискуссию о том, что более первично: математика или физика. Высказывалось несколько точек зрения.

1. Первая точка зрения состояла в том, что математика и физика представляют собой принципиально разные разделы науки. Такую точку зрения высказывал, например, математик С.К. Клини в своей книге «Введение в метаматематику» [3]. Аналогичную позицию можно усмотреть в трудах

французской математической школы Бурбаки, где математика представляется самостоятельной дисциплиной, но тем не менее математику и физику предлагается считать сестрами.

2. Ряд наших коллег придерживается иной точки зрения, считает математику более первичной, нежели физика. Такие взгляды высказывал Ю.И. Кулаков, считавший, что вскрытый им математический аппарат теории физических структур способен объяснить все уже открытые физические закономерности и даже те, которые еще предстоит открыть. Нужно лишь достаточно далеко развить эту теорию, а далее только суметь физически проинтерпретировать понятия, описываемые этой математикой.

А.П. Ефремов высказывается в пользу доминирования математики на данном этапе исследований. Он пишет: «Вообще говоря, «хорошую», состоятельную теорию можно рассматривать как своеобразный, но достаточно цельный математический раздел. Иными словами, поиск подходящего описания физических вещей и явлений сегодня осуществляется в математической среде. И хотя этот поиск пока остается чисто эвристическим процессом – и на стадии выбора подходящей математической области, и в технологии «подгонки» формул под нужный результат, – тем не менее, можно с определенностью сказать, что средой формирования современных представлений о физических законах является особая «естественная наука» – математика» [4. С. 111–112].

3. Третья точка зрения – о первичности именно физики – была высказана академиком В.И. Арнольдом в его статье «Математика и физика: родитель и дитя или сестры?» [5], написанной в порядке дискуссии с представителями французской школы Бурбаки. В его статье имеются такие высказывания: «Математика – это часть теоретической физики, где эксперименты дешевы. <...> Первоначально математика создавалась ради реальных практических задач. <...> Вопрос о соотношении двух наук много обсуждался. Гильберт, например, явно заявил, что геометрия – это часть физики, поскольку нет никакой разницы между тем, как получает свои достижения геометр и как физик. <...> Перечислять все замечательные высказывания (Паскаля, Декарта, Ньютона, Гюйгенса, Лейбница) по этому поводу было бы слишком долго...». Из этой статьи следует, что он считал физику матерью, а математику – дитем.

Еще более определенной позиции в этом плане придерживался физик Я.И. Френкель: «Математика может дать нам в переработанном виде, лишь то, что мы сами в нее вложили. Для того чтобы получить новые физические результаты, необходимо – сознательно или бессознательно – вложить в „математическую мясорубку“ новые физические идеи, хотя бы в необработанном виде <...> Физические проблемы могут быть решены только физическими средствами. Среди младшего, а подчас и старшего поколения физиков-теоретиков, занимающихся вопросами квантовой теории, возникла целая армия «аппаратчиков» – людей, утративших способность или склонность думать о сущности физических явлений. Нездоровое увлечение формально-математическим аппаратом, формалистический подход к вопросам физической теории приносит ей больше вреда, чем пользы, приучает физиков

довольствоваться дешевыми математическими трофеями и забывать о подлинной сущности рассматриваемых проблем» [6. С. 19].

Аналогично высказывался В. Гейзенберг: «Математика – это форма, в которой мы выражаем наше понимание природы, но не содержание. Когда в современной науке переоценивают формальный элемент, совершают ошибку, и притом очень важную...» Близких позиций придерживался и Нильс Бор. Гейзенберг о нем писал: «Однако я заметил, что математическая ясность сама по себе не представляла для Бора какой-то особой ценности. Он опасался, что формальная математическая структура скроет физическую сущность проблемы, и был убежден, что законченное физическое объяснение должно, безусловно, предшествовать математической формулировке» [7. С. 24].

Приведем также высказывание С. Вайнберга: «Математика сама по себе никогда ничего не объясняет – это лишь средство, с помощью которого мы используем совокупность одних фактов для объяснения других, и язык, на котором мы выражаем наши объяснения» [8. С. 48].

Можно привести ряд других высказываний в пользу первичности именно физики.

4. С приведенными высказываниями в пользу первичности физики следует согласиться, однако с существенной оговоркой: они относятся к состоянию развития физики и математики на промежуточные стадии их развития. Это означает, что в одни моменты времени более плодотворными оказываются физические идеи, а в другие – математические, однако в перспективе эти две науки должны слиться.

Эта позиция была ярко выражена в статье П.А.М. Дирака «Отношение между физикой и математикой». В ней Дирак после обсуждения применения математики на разных этапах развития физики – ньютоновой механики, создания сначала специальной, затем общей теории относительности, в квантовой физике – пришел к выводу: «Чистая математика и физика становятся все теснее, хотя их методы и остаются различными. Можно сказать, что математик играет в игру, в которой он сам изобретает правила, в то время как физик играет в игру, правила которой предлагает Природа, однако с течением времени становится все более очевидным, что правила, которые математик находит интересными, совпадают с теми, которые избрала Природа. Трудно предсказать, каков будет результат всего этого. Возможно, оба предмета в конце концов сольются, и каждая область чистой математики будет иметь физические приложения, причем их важность в физике станет пропорциональна их интересности в математике» [9. С. 159–160].

К аналогичной мысли склоняется и А.П. Ефремов: «Однако нет никакого сомнения в том, что успех дальнейших процессов познания будет всецело зависеть от того, достанет ли у человечества воли, настойчивости и таланта, чтобы проникнуть в те скрытые пока математические глубины, где имманентно существуют записи всех законов видимого и невидимого, но безусловно реального физического мира» [4; 14].

Современное развитие науки свидетельствует о том, что мы приближаемся именно к той стадии развития фундаментальной физики, когда идеи физики и математики будут представлять единое неделимое целое.

1.2. Физика и философия (метафизика)

В вопросе соотношения физики и философии также имеется существенный разнбой.

1. В настоящее время, когда в нашей стране вместо устранения недостатков и усовершенствования материалистического мировоззрения, произошло простое устранение былой идеологии, многие физики перестали руководствоваться философскими идеями, стали сторониться философии, а многие философы стали заниматься в основном историей философии.

В прошедшем столетии, когда в нашей стране господствовала идеология диалектического материализма, неразрывная связь физики с философией представлялась естественной. Физики в своих исследованиях должны были руководствоваться принципами диалектического материализма. Отклонения от этой идеологии преследовались.

2. До наших дней дошло утверждение И. Ньютона: «Физика, бойся метафизики!» И тем не менее великого ученого считают не только физиком, но и метафизиком. Многие произведения Г. Лейбница, И. Канта и других известных естествоиспытателей и философов называют метафизическими, хотя понимание метафизики у ряда мыслителей различалось.

Издавна, со времен Античности, сложилось понимание метафизики как раздела знания, в котором рассматриваются вопросы, которые в прямом смысле лежат «за физикой», «над физикой» или «после физики». Так, Д'Аламбер писал: «...строго говоря, нет науки, которая не имела бы своей метафизики, если под этим понимать всеобщие принципы, на которых строится определенное учение и которые являются зародышами всех истин, содержащихся в этом учении и излагаемых в нем» (цит. по [10. С. 368]).

Уже в XX веке один из создателей квантовой механики Макс Борн в статье «Физика и метафизика» писал: «Позвольте процитировать вам определения метафизики, взятые у двух современных философов. Согласно Вильяму Джемсу, метафизика – это необычайно упорное стремление мыслить ясным образом. Бертран Рассел пишет: „Метафизика, или попытка охватить мир как целое посредством мышления“. Эти формулировки подчеркивают две главные стороны метафизики: одна – метод (обязательно ясность мышления), другая – предмет изучения (мир как целое)» [11. С. 190].

Есть достаточно оснований считать, что к концу XX века фундаментальная физика достигла высот, вплотную приблизивших ее к тому, что естественно назвать термином «метафизика». В современной фундаментальной теоретической физике ключевой характер приобрели те же концептуальные вопросы и проблемы, которые на протяжении двух с половиной тысячелетий были в поле зрения философии (и богословия). По этой причине к метафизи-

кам (философам) следует отнести ряд выдающихся физиков XX века: А. Эйнштейна, А. Эддингтона, Н. Бора, Э. Шредингера, В. Гейзенберга, Дж. Уилера, Р. Фейнмана и др.

Известны слова, сказанные с иронией одним из современников Эйнштейна, что у них в университете есть лишь один настоящий философ, но и тот работает на другом факультете.

Уместно также напомнить высказывание В. Гейзенберга из его воспоминаний о встречах с Н. Бором: «Бор был прежде всего философом, не физиком, но он знал, что в наше время натурфилософия только тогда обладает силой, когда она во всех мелочах выдерживает неумолимый критерий экспериментальной истинности» [7].

Сам Гейзенберг уделял большое внимание философии и философскому осмыслению состояния теоретической физики XX века. Он был прекрасным знатоком античной философии, в своих работах проводил параллели между взглядами Демокрита, Платона, Аристотеля и идеями квантовой теории и физики элементарных частиц. Это достаточно отображено в его книге «Физика и философия. Часть и целое» [12].

Хидеки Юкава в своих «Лекциях по физике» говорил об Эрвине Шредингере: «У Шредингера склонность к философии была выражена особенно сильно. <...> Он – талантливый физик, имевший очень хорошие работы по термодинамике и статистической физике, – в действительности хотел заниматься философией» [13. С. 24–25].

1.3. Математика и философия (метаматематика)

В вопросе соотношения философии и математики можно усмотреть аналогичную дискуссию.

В пользу неразрывной связи математики и философии (как метафизики) высказывался Даламбер [10] и ряд других мыслителей. В этом смысле можно говорить и о метафизике математики, которую многие авторы называют метаматематикой.

Противоположную точку зрения можно усмотреть в работах школы Бурбаки, которые предпочли не связывать выделенные ими три математические структуры с метафизикой, написав: «Мы бы зашли слишком далеко, если бы от нас потребовали проследить те превратности судьбы, которым подвергалась унитарная концепция математики от пифагорейцев до наших дней. Кроме того, это – работа, к которой больше подготовлен философ, чем математик, так как общей чертой всех попыток объединить в единое целое математические дисциплины – все равно идет ли речь о Платоне, о Декарте или Лейбнице, об арифметизации или логистике XIX века – является то, что они делались в связи с какой-либо более или менее претенциозной философской системой, причем исходным пунктом для них всегда служили априорные воззрения на отношения между математикой и двойной действительностью внешнего мира и мира мысли» [14. С. 246].

2. Ключевые метафизические принципы

В наших работах неоднократно отмечалось, что в настоящее время мало признания важности метафизики, – необходимо сформулировать ключевые метафизические принципы и использовать их в исследованиях оснований физики. Физика изучает системы, которые поддаются строгому математическому описанию, позволяющему отделить менее значимые факторы от ключевых. Исследовав широкую область природы, охватывающую закономерности различных масштабов – от свойств Вселенной в целом до самых элементарных кирпичиков мироздания в микромире, – как нам представляется, физика уже позволяет назвать ряд ключевых метафизических принципов.

1. **Метафизический принцип дуализма** – проявление в различных явлениях мира двух противоположностей. В частности, этот принцип проявляется в двух противоположных подходах к природе: редукционистском – построении целого через части, и холистическом – рассмотрение частей на основе свойств целого.

2. **Метафизический принцип тринитарности**, в рамках редукционизма проявляющийся как троичность основных понятий или свойств, а в рамках холистического подхода – как триединство.

3. **Метафизический принцип процессуальности**, соответствующий пониманию мира в процессе эволюции.

4. **Принцип фундаментальной симметрии**, проявляющийся в физике в различных формах.

Именно эти метафизические принципы играют ключевую роль в структуре мироздания, правда, в наших работах назывались и некоторые другие принципы, например принцип фрактальности.

Эти метафизические принципы отображены в изложенном выше: в троичности категорий классической физики, в трех видах дуалистических парадигм, в трех разделах науки, необходимых для формирования оснований физики: физике, математике, философии.

3. Трактовка метафизических принципов с трех сторон

Названные метафизические принципы своеобразно проявляются во всех трех разделах науки.

3.1. Метафизические принципы в философии и религии

Важно отметить, что значительная часть метафизических принципов фактически была заложена в трудах Аристотеля. В связи с этим напомним, что в методологической части учения Аристотеля первой и важнейшей являлась отсутствовавшая у Платона *«категория сущности»*, которая фактически представляла собой третью сторону бытия (первоосновы мира), превращавшая его философию из дуалистической, каковой была философия Платона, в *триединую*.

Аристотель утверждал, что действительное бытие не может быть выражено одновременной реализацией двух противоположностей, то есть платоновские противоположности нужно опосредовать чем-то третьим. Противоположные стороны присущи предмету только как потенциальные возможности, тогда как действительность, их связывающая, стоит выше возможностей. Это в какой-то степени напоминает введение третьего, промежуточного звена между «инь» и «ян» в китайской «Книге перемен».

Триединая философия Аристотеля была нацелена на определение движения тел в физическом мире. В соответствии со своей методологической парадигмой Аристотель определял движение как «средний термин», как переход между двумя противоположностями в возможности – началом и концом – и всегда идет «от» – «к», представляя собой нечто третье – действительность, связывающую две противоположности. Так, Аристотель преодолел неразрешимую для Платона проблему определения движения.

Названные принципы фактически содержались в основных религиозно-философских учениях. В частности, в древнекитайском даосизме утверждается, что целое (Дао) порождает двоицу, двоица рождает троицу, а троица порождает все остальное. Принципы дуализма и тринитарности отображены также в китайской системе триграмм (восьмерки троек из сплошных или пунктирных отрезков).

Названные принципы лежат также в основе христианского учения в виде догмата Святой Троицы из трех ипостасей: Бога Отца, Бога Сына и Святого Духа, следующего (в православии) от Бога Отца к Богу Сыну. При этом принцип фундаментальной симметрии фактически содержится в понимании симметрии (равноправности) всех, кому адресованы эти учения.

Часть названных метафизических принципов (в своеобразной трактовке) можно рассмотреть и в марксистско-ленинском диалектическом материализме.

О тройственности в философии писали В.С. Соловьев, С.Н. Булгаков и другие русские философы.

3.2. Метафизические принципы в физике

Кратко укажем ключевые проявления метафизических принципов в физике.

1. Примерами проявлений метафизического **принципа дуализма** являются следующие:

- 1) редукционистский и холистический подходы к описанию физики;
- 2) два раздела физики: микро- и макрофизика;
- 3) два вида состояний физических систем – начальное и конечное;
- 4) два противоположных электрических заряда – положительный и отрицательный – в электромагнитных взаимодействиях;

Имеется множество иных противоположностей.

2. Проявления метафизического **принципа тринитарности** уже отмечались в виде трех категорий классической физики, трех дуалистических парадигм в современной физике. К этому следует добавить другие проявления троичностей в *физике микромира*: три вида физических взаимодействий в микромире (сильные, слабые и электромагнитные), трехкварковая структура барионов, три поколения частиц в теории электрослабых взаимодействий и т. д.

Аналогичная троичность проявляется и в *мегафизике*: имеются три вида космологических моделей с пространственными сечениями, описываемыми геометриями Евклида, Лобачевского и Римана. При изложении монадного метода описания систем отсчета в общей теории относительности возникают три вида монадных физико-геометрических тензоров: вектор ускорения, тензор скоростей-деформаций, тензор угловой скорости вращения. Алгебраическая классификация Петрова пространств Эйнштейна свидетельствует о трех типах пространств. Можно назвать проявления и других троичностей.

Отметим также, что аристотелевские две стороны бытия в возможности и третье – действительность, их связывающая, – оказались воплощенными в теоретической физике XX века при формулировке квантовой механики. На это обращал внимание один из ее создателей – В. Гейзенберг. Он писал: «Понятие возможности, которое играет решающую роль в философии Аристотеля, в современной физике снова заняло центральное положение. Математические законы квантовой теории можно рассматривать как количественную формулировку аристотелевских понятий „дьюнамис“ или „потенция“» [12. С. 393].

3. Наиболее рельефно метафизические принципы дуализма, тринитарности и процессуальности оказались воплощенными в S-матричной формулировке квантовой механики, где постулировались состояния микросистем на «минус бесконечности» и на «плюс бесконечности», между которыми определялись комплексные отношения (элементы S-матрицы). В развитии идей S-матричного подхода большой вклад внес Гейзенберг. В связи с этим уместно напомнить высказывание А. Эйнштейна: «Утверждают, что успех метода Гейзенберга может быть приведен к чисто алгебраическому методу описания природы, то есть исключению из физики непрерывных функций. Но тогда нужно будет в принципе отказаться от пространственно-временного континуума. Можно думать, что человеческая изобретательность в конце концов найдет методы, которые позволят следовать этому пути» [10].

4. В пик развития S-матричного подхода к квантовой теории не хватило должного учета четвертого метафизического принципа – фундаментальной симметрии, который играет также ключевую роль в построении оснований физики. Вернер Гейзенберг это чувствовал, когда писал: «Существующие экспериментальные доказательства довольно основательно свидетельствуют в пользу идеи, что можно говорить о фундаментальных симметриях. Закон природы, лежащий в основе спектра частиц, их взаимодействий, строения и истории космоса определяется, вероятно, некоторыми фундаментальными симметриями, например, инвариантностью при преобразованиях Лоренца,

вращениях в изопространстве, изменениях масштаба и т. д. Поэтому можно сказать, что современное развитие физики повернулось от философии Демокрита к философии Платона. В самом деле, именно в соответствии с убеждениями Платона, если мы будем разделять материю все дальше и дальше, мы в конечном счете придем не к мельчайшим частицам, а к математическим объектам, определяемым с помощью их симметрии, платоновским телам и лежащим в их основе треугольникам. Частицы же в современной физике представляют собой математические абстракции фундаментальных симметрий» [12].

3.3. Трактовка метафизических принципов в метаматематике

Прежде всего, следует напомнить, какое большое значение Пифагор и его школа придавали числам. Они рассматривали числа и числовые отношения как ключ к пониманию мироздания и его закономерностей. В качестве божественного и естественно-научного Первоначала понималась единица, рассматривавшаяся как начало чисел и как представитель мирового единого и непостижимого.

Пифагорейцы считали все то, в чем не обнаруживается «природа» чисел, не может быть предметом познания. В философии Пифагора двойка наряду с единицей не считалась числом, – она воспринималась как образ двух противоположностей, проявляющихся во многих чертах реального мира. Первым числом считалась тройка.

Аналогичные взгляды бытовали и в древнем китайском философско-религиозном учении даосизме. Так, древнекитайские мудрецы считали числа одной из важнейших характеристик бытия, элементами некоего космического кода, с помощью которого структурируется и описывается наш мир. Они полагали, что числа делают вещи познаваемыми, однако вне вещей они не существуют.

Все это дает основание утверждать, что ключевая роль чисел 2 и 3 обусловлена тем, что они представляют собой реализацию в виде математики, метафизических принципов дуализма и тринитарности.

Реализацией метафизических принципов дуализма, тринитарности и процессуальности можно считать наличие математической операции сложения-вычитания. Эти операции обязательно содержат три элемента, из которых первый можно считать начальным, третий – конечным, а второй – аристотелевской действительностью, переводящей начальное состояние в конечное.

Метафизический принцип фундаментальной симметрии можно усмотреть в свойствах множества целых чисел.

В монографии С.К. Клини «Введение в метаматематику» [3] математика представлена опирающейся на систему из трех категорий. Первую категорию образуют *формальные символы* (принадлежности, равенства, сложения и т. д.), вторую категорию составляют *формальные выражения* (конечные

последовательности формальных символов), а третью – конечные *последовательности формальных выражений*.

Существенно иначе представлена математика в трудах французской математической школы Бурбаки, где в основаниях математики выделены три типа математических структур (три вида отношений), названных порождающими структурами (*les structures-meres*).

1. «То отношение, которое фигурирует в групповых структурах, называют „законом композиции“; это такое отношение между тремя элементами, которое определяет однозначно третий элемент как функцию двух первых. Когда отношения в определении структуры являются «законами композиции», соответствующая структура называется *алгебраической структурой*» [14. С. 252].

2. «Другой важный тип представляют собой структуры, определяющие *отношения порядка*; на этот раз это – отношение между двумя элементами x , y , которое чаще всего мы выражаем словами – x меньше или равно y . <...> Здесь больше не предполагается, что отношение однозначно определяет один из элементов x , y как функцию другого» [14. С. 252].

3. К третьему типу структур отнесены *топологические структуры* (или топология): «в них находят абстрактную математическую формулировку интуитивные понятия окрестности, предела и непрерывности, к которым нас приводит наше представление о пространстве» [14. С. 253].

4. Теория бинарных систем комплексных отношений как реализация метафизических принципов

В наших работах развивается реляционно-метафизическая парадигма, основанная на математическом аппарате теории бинарных систем комплексных отношений (БСКО). Основы этой теории содержались в теории физических структур, развитой в работах Ю.И. Кулакова и Г.Г. Михайличенко [16; 17], однако они ограничились теорией вещественных отношений, что не позволило ее применить для построения физики микромира. В наших работах было произведено обобщение теории на случай комплексных отношений, и она была применена для описания оснований физики микромира и был произведен переход от этих оснований к привычным представлениям геометрии и классической физики. О сути математического аппарата БСКО уже многократно писалось в наших работах, поэтому здесь ограничимся лишь показом реализации в нем всех четырех метафизических принципов.

1. *Метафизический принцип дуализма* проявляется, во-первых, в использовании двух множеств элементов, с точки зрения физики трактуемых как множества предыдущих и последующих состояний микросистем, во-вторых, в ключевой роли именно парных отношениях между элементами двух множеств и, в-третьих, в разделении объектов на рассматриваемые системы и базис, относительно которого производится их описание.

2. *Метафизический принцип тринитарности* проявляется в трех аристотелевских сущностях теории: в двух видах состояний (аристотелевских возможностей) и третьем – парном отношении между ними (аристотелевской действительности).

Особо следует отметить комплексный характер отношений – того, что волнует многих физиков: почему физика микромира описывается комплексными числами? С позиций метафизики важная роль комплексных чисел обусловлена проявлением в них трех дуализмов: положительных и отрицательных значений в вещественной части, аналогичных двух противоположностей в мнимой части и само сопоставление вещественной и мнимой частей.

3. *Метафизический принцип процессуальности* содержится в физической интерпретации двух множеств как двух состояний микросистем и отношений между элементами двух множеств как элементов S -матрицы в квантовой теории. Об этом неоднократно писал в своих работах В. Гейзенберг.

4. Метафизический принцип фундаментальной симметрии отображается в понятии ранга БСКО, определяемого двумя целыми числами (r, s) . Математический аппарат БСКО определяется законом, представляющим собой равенство нулю детерминанта из всех парных отношений между произвольными r элементами одного множества и s произвольными элементами второго множества. Таким образом, ранги определяют своеобразные симметрии элементов в двух множествах.

В развиваемой реляционно-метафизической парадигме все названные метафизические принципы проявляются также в использовании БСКО трех минимальных рангов $(2,2)$, $(3,3)$ и $(4,4)$. Показано, что БСКО ранга $(2,2)$ является подсистемой всех симметричных БСКО более высоких рангов, БСКО ранга $(3,3)$ выделяется из базовых отношений БСКО ранга $(4,4)$.

На основе математического аппарата БСКО трех минимальных рангов в наших работах получен ряд принципиально важных результатов, изложенных в наших работах [18–20].

В завершении данной статьи приведем слова Гейзенберга об искомой простоте оснований физики: «Следовательно, современная физика идет вперед по тому же пути, по которому шли Платон и пифагорейцы. Это развитие физики выглядит так, словно в конце его будет установлена очень простая формулировка закона природы, такая простая, какой ее надеялся видеть еще Платон. Трудно указать какое-нибудь прочное основание для этой надежды на простоту, помимо того факта, что до сих пор основные уравнения физики записывались простыми математическими формулами. Подобный факт согласуется с религией пифагорейцев, и многие физики в этом отношении разделяют их веру, однако до сих пор еще никто не дал действительного доказательства, что это должно быть именно так» [12. С. 37]. Как нам представляется, математический аппарат теории физических структур Ю.И. Кулакова, развитый в теорию бинарных систем комплексных отношений, может претендовать на шаг в направлении простейшего описания Природы.

Литература

1. Альберт Эйнштейн и теория гравитации. М.: Мир, 1979.
2. Владимир Ю. С. Метафизика (Второе издание). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
3. Клини С. К. Введение в метаматематику. М.: Изд-во иностранной лит-ры, 1957.
4. Ефремов А. П. Платон, Кант, Хайдеггер о дуальности Вселенной с позиций знаний XXI века // Метафизика. 2012. № 1 (3). С. 3–14.
5. Арнольд В. И. Математика и физика: родитель и дитя или сестры // Успехи физ. наук. Т. 169, № 12. 1999. С. 1311–1323.
6. Френкель Я. И. На заре новой физики // Ленинград: Наука, 1970.
7. Гейзенберг В. Развитие понятий в физике XX столетия // Вопросы философии. 1975. № 1. С. 79–88.
8. Вайнберг С. Мечты об окончательной теории. Физика в поисках самых фундаментальных законов природы. М.: Едитория УРСС, 2004.
9. Дирак П. А. М. Лекции по квантовой теории поля. М.: Мир, 1971.
10. Вяльцев А. Н. Дискретное пространство-время. М.: Наука, 1965.
11. Борн М. Физика в жизни моего поколения. М.: Изд-во иностранной лит-ры, 1969.
12. Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. М.: Наука, 1989.
13. Юкава Х. Лекции по физике. М.: Энергоиздат, 1981.
14. Бурбаки Н. Очерки по истории математики. М.: Изд-во иностранной лит-ры, 1962.
15. Эйнштейн А. Физика и реальность // Собрание сочинений. Т. 4. 1967. С. 200–227.
16. Кулаков Ю. И. Элементы теории физических структур (Дополнение Г.Г. Михайличенко). Новосибирск: Изд-во Новосибирского гос. университета, 1968.
17. Кулаков Ю. И. Теория физических структур. М.: Доминико, 2004.
18. Владимир Ю. С. Реляционная картина мира. Книга 1. Реляционная концепция геометрии и классической физики. М.: ЛЕНАНД, 2021.
19. Владимир Ю. С. Реляционная картина мира. Книга 2. От бинарной предгеометрии микромира к геометрии и физике макромира. М.: ЛЕНАНД, 2021.
20. Владимир Ю. С. Реляционная картина мира. Книга 3. От состояний элементарных частиц к структурам таблицы Менделеева. М.: ЛЕНАНД, 2023.

METAPHYSICAL TRINITY OF PHYSICS, MATHEMATICS AND PHILOSOPHY

Yu.S. Vladimirov

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

Abstract. The article, firstly, draws attention to the need to develop new foundations of fundamental physics, secondly, it is noted that this must be done within the framework of the relational paradigm, and thirdly, this should be done on the basis of the metaphysical principles

underlying the three inextricably linked with each other sections of science (physics, mathematics and philosophy) and, fourthly, the necessary mathematical apparatus suitable for this purpose is the theory of binary systems of complex relations. It is shown that this apparatus implements key metaphysical principles.

Keywords: foundations of physics, metaphysics, metaphysical principles, mathematics, philosophy, theory of binary systems of complex relations

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2-23-37

EDN: KWNTVC

РЕЛЯЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ: МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ

В.В. Аристов

*Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН
Российская Федерация, 119333, Москва, Вавилова, д. 44, кор. 2*

Аннотация. Вопросы общего философского, метафизического характера о свойствах пространства и времени неизбежно пересекаются с их физической интерпретацией в том числе и в гипотетических опытах. В настоящей работе изучаются реляционные представления о предельных философских категориях, что позволяет конкретизировать способы задания пространства и времени. Проводится сопоставление такого подхода с концепцией Лейбница. Развитие реляционных теоретических положений подводит к предсказаниям новых эффектов и обсуждению их возможных экспериментальных проверок. Сделан вывод о том, что основания и будущие пределы теории в определенном смысле могут быть согласованы.

Ключевые слова: реляционное пространство и время, концепция Лейбница, метафизические основания

Введение

Реляционная статистическая концепция пространства и времени выступает как более общая по сравнению с существующими физическими теориями. Для построения цельной концепции необходимо в едином философском ключе связать все представления. Можно определить и ряд отдельных важных задач:

- 1) по принципу соответствия получить, вывести известные физические уравнения;
- 2) изучить возможности соединения отдельных теоретических частей существующей физики;
- 3) попытаться предсказать новые физические эффекты, не описываемые в рамках нынешней теории.

Все эти проблемы по-разному рассматривались и ранее, но в настоящей работе предпринимается попытка вернуться на новом уровне к философским основам реляционной концепции. В начале работы внимание сосредоточено на развитой реляционной концепции Лейбница, в которой неявно формулируются вопросы о возможной будущей физико-математической разработке. Обсуждаемые затем гипотетические эксперименты позволяют взглянуть на

это по-иному. Рассматриваются основания нашей реляционной статистической модели, делается краткий обзор структуры теории и говорится о возможности новых эффектов. Причем выделяются опыты, которые в принципе можно реализовать в ближайшем будущем, а также намечаются гипотетические эксперименты, некоторые следствия которых в случае реализации способны поставить вопрос о соединении своих философских смыслов с основами разрабатываемой реляционной теории.

Реляционный подход в соотнесении с представлениями Лейбница

Достаточно подробный исторический очерк реляционных взглядов на пространство и время приведен в нашей работе [1]. Однако стоит сосредоточиться на весьма разработанной системе таких представлений, по сути, реляционных, которую предложил Готфрид Лейбниц. Все же надо подчеркнуть, что при всей математической изощренности – а Лейбниц один из создателей той дисциплины, которую называют высшей математикой, – он не оставил даже наброска математизированной теории пространства и времени. Поэтому, следуя его общим воззрениям, необходимо стремиться развивать и ее физико-математическую интерпретацию.

Лейбниц, возможно, впервые подошел к тому, чтобы ясно сопоставлять представления о началах пространственно-временного описания с такими простейшими понятиями, как тождественность и различие, что способно конструктивным путем связаться и с разрабатываемыми нами реляционными моделями.

По Лейбницу, пространство – порядок сосуществующих элементов. Время – последовательность таких порядков. Ли Смолин писал в [2]: «В картине мира Лейбница все сущее находится не в пространстве, а погружено в сеть взаимодействий. Эти связи определяют пространство (а не наоборот)». В своей книге [3] Ю.С. Владимиров подчеркивает отчетливо реляционный характер концепции Лейбница – не может быть пространства и времени, если из мира удалить все элементы. Вот высказывание самого Лейбница в письме Кларку [4]: «Я неоднократно подчеркивал, что считаю пространство, так же, как и время, чем-то чисто относительным: пространство – порядком сосуществования, а время порядком последовательностей. Ибо пространство с точки зрения возможности обозначает порядок одновременных вещей, поскольку они существуют совместно, не касаясь их специфического способа бытия. Когда видят несколько вещей вместе, то осознают порядок, в котором вещи находятся по отношению друг к другу».

Стоит все же уточнить соответствие между лейбницеvским понятием монады и его представлением о телах, отношения между которыми задает пространство. Лейбниц говорил в «Монадологии» о том, что монада есть не что иное, как простая субстанция, то есть не имеющая частей, монады и суть истинные атомы природы, одним словом, элементы вещей. С помощью таких элементов – в определенной иерархии монад от метафизических элементов до вещей (тел) – и трактуется пространство и время.

Заметим сразу, что такая формулировка прямо пересекается с нашим определением пространства (в некотором смысле соотносимым с операционализмом Бриджмена), в котором пространство трактуется как конфигурация элементов, то есть масс, что представляет собой реляционную статистическую модель среды масштабных линеек. Время в нашем подходе задается сменой пространственных картин элементов, каждая из таких картин задается идеальной «фотографией», представляющей «порядок одновременных вещей».

Приведем цитату из книги французского философа Жиля Делёза «Лекции о Лейбнице» [5]: «То, что я называю пространством и временем, есть порядок сосуществований и последовательностей между монадами, так что получается, что они могли бы менять пространство, места в пространстве или моменты во времени, а сами не менялись бы... Время актуально, если вы воспринимаете его как порядок последовательности монад и монады эти актуальны.»

В [6] В.Н. Катасонов говорит о «Монадологии» Лейбница: «В ней все монады – суть не материальные, а индивидуальные духовные существа, отличные одна от другой степенью своей „пробужденности“. Монады являются у Лейбница „метафизическими атомами“ творения, а материальные тела, как и пространство и время, лишь феноменальными формами восприятия монад. ...Принцип индивидуальности всего сущего проведен Лейбницем через всю систему его метафизики... встает вопрос: если мы, отправляясь от макроуровня, движемся в направлении уменьшения размеров, то где, как и почему качественное разнообразие мира вдруг сменяется однообразием микромира? По Лейбницу, это было бы нарушением закона непрерывности и закона изоморфизма... Поэтому для Лейбница подобные соображения являются доводом „против атомов“».

Отметим и высказывания В.Д. Эрекаева, который обращает внимание на некоторые проблемные моменты в лейбницевской концепции [7]: «...Формулировку Лейбница, в которой он говорил о вещах (телах), восприняли как дискретный реляционизм. ...Правда, у самого Лейбница основу мироздания составляют не физические атомы – монады, что затрудняет естественнонаучный анализ. ...Лейбниц не мог отрицать существование частиц, корпускул, как составных частей тел, которые в его концепции, как и все неорганическое, представляли собой „спящие монады“. Монады не существуют в пространстве... это является серьезным противоречием: непрерывная реальность каждого тела и вся совокупность отдельных дискретных тел, чья упорядоченность формирует реляционное пространство – идеи плохо совместимые. ...Пространство задают именно тела, а точнее – порядок их сосуществования. Но что представляет собой этот порядок? Каким образом упорядоченность задает пространство?.. В своей формулировке Лейбниц, фактически, сформулировал связь пространства, времени и материи: пространство с точки зрения возможности обозначает порядок одновременных вещей. ...В истинно дискретном пространстве нет рядоположенности. В нем нет *наблюдаемого* сосуществования. Есть только автономное существование отдельных тел (релят)».

Мах был продолжателем идей Лейбница и фактически создателем современной концепции реляционных представлений (пусть в основном в качественном смысле), он отрицал возможность введения пространства и времени в отсутствие тел в мире. Но можно заметить, что, по сути, аналогично Лейбницу он отрицал – конечно, со своих позиций – существование атомов, Мах писал в [8]: «Естествознанию... не следовало бы... смотреть на созданные им самим изменчивые средства экономии – на атомы и молекулы – как на какие-то кроющиеся за явлениями реальности. ...Пусть атом останется средством, помогающим изображению явлений, и служит тем, чем служат математические функции».

При этом и Лейбниц, и Мах создали свои системы представлений – Монадологию и принцип Маха (в обобщенном смысле), где микрокосм смыкается с макрокосмом.

Генезис понятий пространства и времени в реляционной концепции

Вопрос о пространстве и времени может быть отнесен к самым фундаментальным проблемам описания мира. Причем с реляционной точки зрения важна не предзаданность этих понятий, но их построение. Можно попытаться реконструировать процесс происхождения этих категорий из более простых концепций. (Здесь допустимо поставить даже более общую проблему, о которой Лейбниц прямо не говорит, но которая, кажется, брезжит в его трудах: почему вообще мир надо описывать только такими двумя категориями? То есть пространством и временем? Возможно ли описание, опирающееся и на другие, столь же фундаментальные понятия?)

Можно сказать, что в нашем подходе реализуется модель лейбницевого «дискретного реляционизма». Но существенно, что вводится «наблюдатель», – важное понятие при построении реляционного пространства и времени. Наблюдатель и организует разрозненные элементы мира («реляты» в терминах Эрекаева). В наших построениях многие проблемы, возникающие при обсуждении концепции Лейбница, разрешаются именно введением наблюдателя, соотносимого затем с инструментами для физических измерений. Прежде всего с приборами для определения характеристик пространства и времени – «спациометром» и «темпорометром» соответственно. Такие инструменты реализуют теоретические схемы конструирования пространства и времени. Они воспроизводят метрические свойства пространства-времени, но только к таким возможностям их функции не сводятся. Идеальный фотоаппарат на фотоснимке запечатлевает всю сумму элементов мира. Это мгновенный слепок реляционного пространства, который построен из соположенных вещей (в понимании Лейбница).

Важно понять, что в первоначально заданном мире нет пространства и времени ни по отдельности, ни даже слитого в единстве некоего пространства-времени. Еще только предстоит создать эти понятия, руководствуясь самыми общими идеями. Среди таких возможных исходных представлений главные – разделение и отождествление. Что из них предшествует другому?

Без возможности что-то зафиксировать, мир первичного хаоса предстает как некое мерцание, где возникают и исчезают в восприятии элементы. Может ли наблюдатель служить неким образцом для понимания самотождественного «я»? Что допустимо по некоторой аналогии перенести и на восприятие элементов мира?

Наблюдатель формирует представления из самых общих и простых ощущений. Он выделяет элементы мира из первоначального хаоса и вводит первичный порядок, а затем организует и строит пространство и время. При установлении начального созерцания со способностью что-то различать и при этом объединять вырисовывается некий комплекс элементов. Наблюдатель может опознавать один и тот же элемент: в хаосе появляются протопространство и время – различение и тождественность в различном. Тогда может проявляться и реляционность в духе Лейбница: пространство – это соположение в данном случае различаемых элементов (иначе нельзя было бы говорить о соотношении), время – это последовательность – в данном случае последовательность состояний одних и тех же (опознаваемых за тождественные наблюдателем) элементов.

Важна способность наблюдателя отделять себя от мира, что позволяет ввести первичное отношение субъект-мир, задающее уже некую одномерность. Здесь не возникает вопрос о происхождении изменчивости: это настолько же свойство объекта, насколько и свойство наблюдателя: если он фиксирует нетождественность состояния (по изменению взаимоотношения различающихся элементов) для тождественного элемента, то можно говорить о появлении изменчивости – существенном свойстве времени.

Так появляются первоэлементы пространства и времени, это те «примитивы», из которых можно строить более сложные структуры. Возникает слабо структурированная, но дискретная уже среда. С помощью фигуры наблюдателя можно затем на ее основе вводить и усложнять инструменты для дальнейшего «распознавания мира». Проводить измерения следует с помощью макроскопических приборов, что означает постепенное (реально в течение многих столетий) совершенствование, уточнение, сопоставление с органами чувств и практическими потребностями, теоретическим знанием, – постепенным созданием знакомых нам приборов, а именно часов и линеек.

Выделение помимо наблюдателя и всей дискретной среды, что, как указывалось, определяет одномерность времени, некоторого элемента (или элементов) в этой среде, что связано со свойством различения для построения пространства, приводит к трехмерности: наблюдатель – элемент – вся остальная среда, об этом по-своему говорится и в [9].

Упомянем также, что вопросы, связанные с пониманием пространства и времени, затрагивает Джон Локк (известна его переписка с Лейбницем по гносеологическим темам). Он говорил о «времени» и «продолжительности» («длительности»), а также «месте» и «распространенности» («протяженности»). Он писал: «Время так относится к продолжительности», как место к распространенности... время и место постольку принимаются за части продолжительности и протяжения, поскольку они выделены существованием и

движением тел» [10]. С позиции нашего реляционного подхода это можно трактовать как указание на переживание мгновения и изменчивости («точку» и «дифференциал»), на время-мгновение и время-длительность.

Развитие теоретической концепции и возможные эксперименты

Можно кратко описать некоторые полученные результаты в процессе развития реляционной статистической концепции пространства-времени. В данном варианте построения реляционного пространства и времени не постулируются некоторые абстрактные уравнения, но все соотношения связываются с заданием приборов. Предполагается, что физические понятия зависят от наблюдения, и без такой процедуры физические величины не имеют ясного смысла. На этом пути, основываясь на принципе соответствия, удастся вывести известные соотношения и уравнения существующей физической теории. Надо отметить, что развиваемая реляционно-статистическая модель в чем-то сходна с реляционной моделью Ю. Барбура (J. Barbur) [11], но в отличие от нее в наших построениях не заложены известные уравнения движения. Они выводятся из постулируемых соотношений, выражающих связь конфигураций масс – с пространством и изменение пространственных картин – со временем. Полезно пояснить: теоремы Эмми Нётер опираются на заданные уравнения Лагранжа. В наших построениях из постулируемого уравнения связи времени и пространства следует аналог закона сохранения кинетической энергии. Затем выявляется симметрия относительно преобразования Галилея, и в силу такой симметрии получается (аналогично смыслу нётеровских теорем) закон сохранения импульса, что приводит к уравнениям движения.

В рамках единого теоретического аппарата описываются эффекты ОТО и квантовой механики [12; 13], что связано с разработкой новой дискретной геометрической схемы. На микромасштабах неоднозначность понятия расстояния в дискретном пространстве ведет к индетерминизму и квантовым эффектам – здесь строится своеобразная неевклидова геометрия. Наличие тела, вносящего массовую пространственную неоднородность, которая опознается в сравнении с однородным распределением масс в эталонной среде, на макро-масштабах задает риманову геометрию и определяет гравитационные эффекты. В результате выписываются более общие по сравнению с обычными уравнения с учетом обоих эффектов.

Однако при построении новой теории всегда возникает вопрос о принципиальной верифицируемости (фальсифицируемости), связанной с опытной проверкой, что допускает постановку и «решающего эксперимента». Стоит различать опыты ближней и дальней перспективы. Первые можно провести в обозримом будущем, вторые – в отдаленном.

Возможность экспериментальной проверки (ближняя перспектива)

В наших работах мы уже упоминали о возможности обнаружения отличий в предсказаниях реляционной статистической модели и ОТО [14],

например, отклонений луча света или радиосигнала вблизи Солнца. Такие опыты могли бы быть в принципе поставлены в ближайшее время, см. [15]. Обзор опытных данных в этой области, в частности результаты тестов по проверке эффектов ОТО, приведен в [16]. Здесь указано, например, как росла точность экспериментов по проверке указанных эффектов ОТО за годы наблюдений. Авторы (годы исследований) и соответственно относительная точность опытов приведены в такой последовательности: Robertson et al. (1991) – 0.002; Lebach et al. (1995) – 0.0008; Shapiro et al. (2004) – 0.0002. Но для проверки предсказываемых отличий от традиционного описания требуется все же повысить эту точность на несколько порядков. Согласно нашей модели, отличие от метрики Шварцшильда сказывается во втором порядке отношения гравитационного радиуса Солнца и расстояния до места наблюдения. Эта величина составляет $(r_g/r)^2 \sim 10^{-11}$. Наиболее точные из известных экспериментов дают погрешность в отклонении радиосигнала 10^{-9} , значит, чтобы почувствовать влияние членов второго порядка, то есть 10^{-11} , надо повысить точность эксперимента по крайней мере на два порядка. Хотя прогресса в повышении точности подобных опытов (включая и эффект запаздывания сигнала) не отмечено в последние годы, в таких экспериментах заложены возможности для проверки отличий от предсказаний ОТО, если повысить точность на несколько порядков (желательно на 3–4 порядка).

Возможность экспериментальной проверки (дальняя перспектива)

Другого рода предсказания предназначены для будущего и связаны, как будет сказано, по сути, и с некоторыми метафизическим представлениями. Возможность соотнесения показания часов с соответствующей суммой основана на близости математического ожидания и среднего по испытаниям (см. [17–18]) и выражается в законе больших чисел, причем важно, чтобы выполнялась центральная предельная теорема. Сравнение показания реальных часов (относимого к математическому ожиданию) с выражением соответствующей суммы в интервале реляционного времени дает

$$d\tau_c = d\tau(1 + O(\frac{1}{\sqrt{N}})).$$

Здесь индексом «с» отмечена величина времени, измеренная по часам (“clock”). При выполнении требуемых условий интервал времени по физическим часам отличается от модельных статистических часов на малую величину $1/\sqrt{N}$, связанную с числом N частиц в системе. Для числа Эддингтона 10^{80} данное относительное отличие 10^{-40} .

Заметим, что масштаб $N \sim 10^{80}$ проявляется в соотношениях космологических совпадений. В них связываются по сути фундаментальные величины микромасштабов и масштабов космологических (обобщенный принцип Маха). Статистическая природа концепции и заключена в оценках, пришедших из закономерностей теории вероятностей. Дробные степени числа N , и прежде всего $1/2$, демонстрируют эти связи. Статистическая относительная

ошибка, обратно пропорциональная $N^{1/2}$, фигурирует в различных соотношениях, представленных во многих источниках.

В основе выводимых физических уравнений лежат, согласно рассматриваемой теории, математические аксиомы и их следствия, см. [19]. Поэтому все уравнения, включая уравнения движения и уравнения для силы, получаются с точностью до такой малой статистической ошибки после подстановки в математические соотношения величин, измеряемых по фундаментальным приборам. Поскольку будут вноситься статистические ошибки указанного порядка, хотя погрешность очень мала, что может служить источником ряда эффектов.

В частности, на такую относительную величину эффективно отличаются массы элементарных частиц одного типа, что предположительно проявляется в анизотропии масс. Это могло бы стать подтверждением справедливости принципа Маха. Такое отличие масс (например электронов) обсуждалось в теоретической работе [20]. Анизотропия масс пока не обнаружена в опытах с точностью 10^{-23} , см. [21–22]. Эксперименты последнего времени, см. [16], позволили несколько повысить точность, но с тем же выводом.

Возможно также нарушение эквивалентности инертной и гравитационной масс поскольку гравитационный ньютоновский потенциал получается в данной концепции путем сравнения двух сумм случайных чисел. Отклонение от точного соотношения также равно указанной статистической погрешности. Обсуждение опытов таких проверок приведено в [16]. Современные эксперименты, конечно, пока далеки от ожидаемых величин погрешности 10^{-40} . Например, известные опыты Брагинского и Панова подтверждали принцип эквивалентности с точностью 10^{-12} . Современная достигнутая точность $\sim 10^{-13}$, см. [23]. Согласно [24] предполагается поставить проверочные опыты с точностью 10^{-18} .

Мы рассмотрим также возможность иных статистических закономерностей, связанных с нарушением закона больших чисел и предельных теорем при наличии отдельных членов, существенно превышающих значение других членов в рассматриваемой статистической сумме, что ведет и к изменению уравнений кинематики и динамики. Для справедливости предельной теоремы требуется выполнение условий, основанных на примерно равном вкладе всех членов суммы. Более точно: требуется равномерная малость отличия случайной величины от ее математического ожидания. Выяснение сходимости к нормальному закону последовательности независимых, но не обязательно одинаково распределенных случайных величин сводится к выяснению выполнения необходимого и достаточного условия асимптотической нормальности Линдберга–Феллера, см. [25].

Данное условие может нарушаться, если выполнено такое соотношение, что дисперсия одной частицы оказывается сравнимой с суммой дисперсий других частиц. Достаточно даже, чтобы эта дисперсия одной частицы была не в n раз, а в $n^{1/2}$ раз больше среднеквадратичной дисперсии всех частиц, в таких условиях можно положить, что и между самими величинами имеет

место такое же соотношение. Математические подробности будут приведены в будущей отдельной статье.

Частица со столь большой скоростью оказывается «выделенной» среди других частиц мира, которые своими параметрами входят в глобальные суммы, формирующие величины, отвечающие за пространство и время реляционной статистической теории. В результате выражения, например, соотношений сохранения импульса и энергии меняются. При взаимодействии таких быстрых частиц должна сохраняться уже не сумма кинетических энергий, но других величин, отличающихся от известного значения кинетической энергии при небольших скоростях на малую величину. Полагаем, что есть частица, движущаяся с очень большой скоростью. Это означает, что на фотографии пространственные смещения этой частицы существенно превышают смещения других, так что нарушается центральная предельная теорема. Выделяем этот самый большой член суммы пространственных интервалов, которая определяет интервал времени. Теперь статистическое соответствие суммы случайных величин и измерений по часам будет справедливым, если не включать в сумму указанный выделенный член. Разность среднего от значений случайных величин и среднего от их математических ожиданий делится на корень из суммарной дисперсии, нормированный на количество членов в сумме N . Отсюда следует, что (по порядку величины это можно заключить и из соотношения закона больших чисел) данная нормированная разность составляет величину порядка $1/\sqrt{N}$. Поэтому когда один из членов суммы станет величиной такого же порядка, то будет заметно отличие в указанных математических вероятностных закономерностях, что приведет к отличию от традиционного описания движения при очень больших скоростях.

Покажем схематично, как можно получить такие оценки. В соответствии с вышесказанным если смещение одной частицы сравнимо со смещениями всей суммы S других частиц, вернее, с величиной в \sqrt{N} раз меньше ее, то приведенное условие нарушается. Такое соотношение можно легко записать, полагая для простоты, что все квадратичные члены в сумме одного порядка. Тогда получаем

$$dr_1^2 \sim \frac{S}{\sqrt{N}} \sim \frac{\sum_{i=2}^N dr_i^2}{\sqrt{N}} \sim dr^2 \sqrt{N}. \quad (1)$$

Для простоты мы предполагаем, что среднее от приращений всех радиусов-векторов равно нулю, то есть мы рассматриваем систему отсчета, где начало соотнесено с центром мира. Тогда с учетом этого соотношения получаем выражение для скорости 1-й частицы

$$u_1^2 = \frac{dr_1^2}{d\tau^2} = \frac{dr_1^2}{\frac{a^2}{N} (dr_1^2 + \sum_{i=2}^N dr_i^2)}.$$

Если справедлива оценка (1), то мы не включаем квадрат пространственного смещения этой частицы в сумму, которой будет соответствовать математическое ожидание, отвечающее за показания часов, то есть суммирование для получения показания по часам надо вести, начиная со 2-й частицы:

$$d\tau_c^2 = \frac{a^2}{N} \sum_{i=2}^N (dr_i - \frac{1}{N} \sum_{j=2}^N dr_j)^2.$$

Тогда

$$\frac{dr_1^2}{\frac{a^2}{N} dr_1^2 + d\tau_c^2} = \frac{u_{1c}^2}{\frac{a^2}{N} u_{1c}^2 + 1} = \frac{u_{1c}^2}{1 + \frac{u_{1c}^2}{c^2 N}}.$$

Значит, теперь при взаимодействии, например, двух частиц с такими большими скоростями следует не сохранение обычной кинетической энергии, а сохранение суммарной величины, где в знаменателях к 1 добавляются члены согласно последней формуле, то есть меняется характер динамики.

Найдем теперь величину квадрата интервала времени в «лабораторной системе отсчета», в которой обычно определяются скорости частиц. Согласно [1] имеем

$$dt_c^2 = d\tau_c^2 + a^2 dr_1^2 = \frac{a^2}{N} \sum_{i=2}^N dr_i^2 + a^2 dr_1^2$$

Получаем величину скорости движения 1-й частицы

$$V_1^2 = \frac{dr_1^2}{\frac{a^2}{N} \sqrt{N} dr_1^2 + a^2 dr_1^2} = \frac{c^2}{1 + \frac{1}{\sqrt{N}}} \approx c^2 (1 - \frac{1}{\sqrt{N}}).$$

Значит, предельная скорость ограничена величиной, меньшей скорости света, хотя и мало отличающейся от нее. Следовательно, и величины импульса, и энергии оказываются ограниченными. Для энергии получаем

$$E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{V_1^2}{c^2}}} \approx \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{c^2}{c^2} (1 - \frac{1}{\sqrt{N}})}} \approx \sqrt[4]{N} mc^2.$$

Тем самым разрешается парадокс, на который редко обращают внимание. В СТО возможен неограниченный рост энергии частицы при стремлении ее скорости к скорости света. Согласно реляционным представлениям, релятивистская энергия имеет предел. Можно видеть, что оценка этого предельного значения $E = mc^2 N^{1/4}$.

Отсюда с учетом соотношения неопределенностей можно получить предельно достижимое малое расстояние. Оно оказывается равным $r \sim r_e N^{-1/4}$, эта величина имеет порядок планковской длины 10^{-33} см (здесь r_e – радиус

электрона). Покажем это. В данной реляционной статистической модели удастся связать в единой схеме два принципиально различных масштаба: комптоновский масштаб и гравитационный радиус электрона. В выражении для планковской длины можно выделить эти масштабы. Имеем

$$r_{Pl} = \sqrt{\frac{Gh}{c^3}} = \sqrt{\frac{Gm_e h}{c^2 m_e c}} = \sqrt{\frac{r_g h}{m_e c}} = \sqrt{\frac{r_e h}{\sqrt{N} m_e c}} = \sqrt{\frac{r_e r_e}{\sqrt{N}}} = \frac{r_e}{\sqrt[4]{N}} \sim 10^{-33} \text{ см}.$$

Полагая величину точности определения указанной предельной энергии по порядку величину равной самой энергии, получаем

$$\Delta E \sim m_e c^2 \sqrt[4]{N}.$$

С учетом связи энергии и импульса имеем аналог соотношения неопределенности

$$\Delta p \Delta r \sim m_e c r \sqrt[4]{N}.$$

Принимая оценку постоянной Планка

$$h \sim m_e r_e c,$$

получим оценку по порядку величины возможного достижимого расстояния

$$r \sim \frac{r_e}{\sqrt[4]{N}} \sim 10^{-33} \text{ см}.$$

Здесь фигурирует степень 1/4 числа Эддингтона. Таким образом, макро- и микромасштабы в определенном смысле смыкаются. Достижение сверхвысоких скоростей и энергий, для которых происходит некоторое соединение микро- и макромасштабов, ставит по-новому вопрос о тождественности элементов. В квантовой механике тождественность частицы теряется. Но можно предположить, что при больших масштабах энергий она восстанавливается. Рассмотрение приводимых ожидаемых эффектов приводит по сути к новым философским и метафизическим проблемам. Отмеченные отличия в кинематике и динамике для частиц одного типа на чрезвычайно малую величину порядка $N^{1/2}$ означают фактически их отличия в массах. Обнаружить такие отличия, возможно, удастся в экспериментах с созданием указанных ультраультравысоких энергий. Благодаря таким оценкам может быть поставлена проблема обнаружения тонкого света с различением «тождественных» частиц. Такой предполагаемый свет, который представлен в очень узком диапазоне частот, требует для опытов создания новых приборов.

Новые возможные физические и метафизические закономерности

Реализация идеи о связи микро- и макромасштабов – при продвижении к сверхвысоким энергиям заставляет вспомнить, например, концепцию фридмонов. В [26] говорится: «...значение $M \sim 10^{-5} - 10^{-6}$ г является наибольшей

массой стабильных микроскопических объектов, предсказываемых общей теорией относительности. ...Все эти гипотетические объекты можно назвать фридмонами, подчеркивая таким названием то обстоятельство, что „изнутри“ каждый из них представляет динамический фридмановский мир» [27]. Далее автор работы [26] говорит о том, что современная теория даже приблизительно не может сказать, соответствуют ли фридмоны каким-то уже известным нам сейчас элементарным частицам (например, нуклонам или кваркам), или же это совершенно новый тип микрочастиц, которые еще только предстоит обнаружить в экспериментах. Фридмон – это всего только самая глубокая часть элементарной частицы: размер фридмона $\sim 10^{-33}$ см, а размер наблюдаемых частиц $\sim 10^{-13}$ см. Это как бы ее затравочное ядро, но именно в этом крошечном, исчезающе малом ядре может быть скрыта новая Вселенная.

Можно привести слова известного физика-теоретика Л.Б. Окуня, который писал, например, в [28]: «...экспериментально недостижимая масса Планка с каждым годом занимает все большее место в физике. Это заставляет искать для физической картины мира в каком-то смысле метафизическую раму».

Предельно большая энергия оказывается соотносима с предельно-малым (планковским) масштабом в рамках данной реляционной модели. На таком уровне возникают понятия новой самоидентичности элемента. Так, метафизическая умозрительность основных понятий приобретает физический смысл. Различение элементов на таких энергиях – элементов, которые на обычных масштабах тождественны, означает новые физические представления.

Таким образом, метафизика первичных понятий, что идет от лейбнице-вых монад, где понятие тождественности играет важную роль, смыкается с метафизикой самоидентичности частиц, которые могут быть осознаны на уровне уже сверхэнергетических проявлений, то есть здесь тоже реляционность играет роль.

В [6] говорится о понятии тождества у Лейбница и тождественности элементарных частиц в квантовой механике: «Философ обратил внимание на то, что все вещи в мире нетождественны, уникальны... Две капли воды или молока, рассматриваемые через микроскоп, оказываются различными. Это является доводом против атомов, которые так же, как и пустота, оспариваются принципами истинной метафизики... В макром мире нет тождественных по свойствам вещей. Но современная физика утверждает, что в микромире ситуация иная: все элементарные частицы тождественны ...Левкипп из Элеи и Демокрит из Абдеры считали атомы бесконечно различающимися по форме и величине. Современная же физика считает все эти элементарные частицы тождественными. ...Уже во времена Античности поняли, что индивидуальность сущего не может так просто быть отменена в микромире. Однако ново-европейская наука, поверхностно усвоив идеи античного мира, до сих пор держится представлений о тождественности элементарных частиц... Эти и подобные аргументы привели Лейбница к метафизике его *Монадологии*».

Лейбниц отрицал существование атомов, при этом он предполагал существование монад – элементов метафизической субстанции. Причем монады не имеют окон, но каждая по-своему вмещает макрокосм, и монады связаны общей гармонией. Тела могут взаимодействовать друг с другом. Можно упомянуть о важной перспективной проблеме – создание «монад с открытыми окнами», которые допустимо обозначить как «монадатом», см. [29] (такой поиск на границах понятий «монады» и «атома» обсуждался в рамках проекта «Атомизм и мировая культура» Института философии РАН).

Можно заметить, что концепцию неэлементарности адронов продвигал в свое время Дж. Чу (см., например, [30]). Так называемая гипотеза «бутстрапа» для сильно взаимодействующих частиц говорит об отсутствии более элементарных частиц. Все это перекликается с упомянутым выше. Представления о соединении микро- и макромасштабов и в философском, и в физическом поиске могут являться некоторым руководящим принципом.

Можно заключить, что предполагаемые изменения физических соотношений на планковских масштабах соотносятся с метафизическими представлениями Лейбница и Маха, которые, отрицая атомы, в концепции монад и в принципе Маха, где микро- и макрокосм соединяются, предвидели возможное объединение разных масштабов.

Заключение

В данной работе хотелось привлечь внимание к проблемам философского характера, которые неразрывно связаны и с физическими задачами, не только теоретическими, но и экспериментальными. Обсуждение будущих возможных опытов может показаться чем-то призрачным, но ситуация способна измениться. Например, недавние подробные наблюдения телескопа Джеймс Уэбб (JWST) вызвали большой интерес, см. [31] (в ходе дискуссий даже затрагивался вопрос о правомерности модели Большого взрыва). Можно сделать вывод, что реляционная парадигма способна обозначить новые перспективы физических исследований. Обсуждение общих вопросов приводит к физическим следствиям. Гипотетические эффекты способны порождать обобщения.

Литература

1. Аристов В. В. Построение реляционной статистической теории пространства-времени и физическое взаимодействие // На пути к пониманию феномена времени: конструкции времени в естествознании: сб. науч. трудов Ч. 3 / ред. А.П. Левич. М.: Прогресс-Традиция, 2009. С. 176–206.
2. Смолин Ли. Возвращение времени. М.: АСТ, 2014.
3. Владимиров Ю. С. Реляционная концепция Лейбница-Маха. М.: URSS, 2017.
4. Лейбниц Г.-В. Письма к Кларку // Лейбниц. Сочинения: в 4 т. Т. 1. М.: Мысль, 1982. С. 430–528.
5. Делез Ж. Лекции о Лейбнице. 1980. 1986/1987. М.: Ад Маргинем, 2016. С. 362.
6. Катасонов В. Н. Физика рождает метафизику // Метафизика. 2018. № 4 (30). С. 29–42.

7. Эрекаев В. Д. О реляционизме Г. Лейбница // Основания фундаментальной физики и математики: материалы VI Российской конференции (ОФФМ-2022). М.: РУДН, 2022. С. 125-128.
8. Мах Э. Научно-популярные очерки. Вып. 1. М., 1901. С. 43.
9. Аристов В. В. Философские проблемы пространства и времени, связанные со статистической реляционной концепцией // Метафизика. 2012. № 3 (5). С. 48–63.
10. Локк Дж. Опыт о человеческом разумении. О времени и пространстве, рассматриваемых вместе // Локк. Сочинения: в 3 т. Т. 1. М.: Мысль, 1985. С. 250.
11. Barbur J. The End of Time. Oxford: Oxford University Press, 2000.
12. Аристов В. В. Реляционное статистическое пространство-время и построение единой физической теории // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2018. № 4 (25). С. 4–20.
13. Aristov V. V. Constructing relational statistical spacetime in the theory of gravitation and in quantum mechanics // Proceedings of the Fourteenth Marcel Grossmann meeting on Recent Developments in Theoretical and Experimental General Relativity, Astrophysics and Relativistic Field Theory / Eds. M. Bianchi., R.T. Jantzen and R. Ruffini. World Scientific. Singapore. 2018. P. 2671–2676.
14. Aristov V. V. The gravitational interaction and Riemannian geometry based on the relational statistical space-time concept // Gravitation and Cosmology. 2011. Vol. 17, № 2. P. 166–169.
15. Турышев В. Г. Экспериментальные проверки общей теории относительности: недавние успехи и будущие направления исследований // Успехи физических наук. 2009. Т. 179, № 1. С. 3–34.
16. Clifford M. Will. The Confrontation between General Relativity and Experiment // Living Rev. Relativity. 2014. Vol. 17. P. 4.
17. Аристов В. В. Статистическая модель часов в физической теории // Докл. РАН. 1994. Т. 334. С. 161–164.
18. Aristov V. V. Relative statistical model of clocks and physical properties of time // On the way to understanding the time phenomenon: the constructions of time in nature science. A.P. Levich ed. Ch. 1. Singapore: World Scientific, 1995. P. 26–45.
19. Аристов В. В. Взаимоотношение физики и математики согласно реляционно-статистическому подходу // Метафизика. 2018. № 4 (30). С. 49–60.
20. Lawrence J. K., Szamosi G. Statistical physics, particle masses and the cosmological coincidences // Nature. 1974. Vol. 252. P. 538–539.
21. Hughes V. W., Robinson H. G., Beltran-Lopez, V. Upper limit for the anisotropy of inertial mass from nuclear resonance experiments // Phys. Rev. Lett. 1960. Vol. 4. P. 342–344.
22. Drever R. W. P. A search for anisotropy of inertial mass using a free precession technique // Philos. Mag. 1961. Vol. 6. P. 683–687.
23. Schlamminger S., Choi K.-Y., Wagner T. A., Gundlach J. H., Adelberger E. G. Test of the Equivalence Principle Using a Rotating Torsion Balance // Phys. Rev. Lett. 2008. Vol. 100. P. 041101.
24. Ohanian H. C., Ruffini R. Gravitation and Spacetime. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
25. Лозв М. Теория вероятностей. М.: Изд. иностр. лит., 1962.
26. Барашенков В. С. Общая теория относительности и микромир // Эйнштейн и философские проблемы физики XX века. М.: Наука, 1979. С. 385–386.
27. Марков М. А. О природе материи. М.: Наука, 1976.
28. Окунь Л. Б. Фундаментальные константы физики // Успехи физических наук. 1991. Т. 161, № 9. С. 177–191.
29. Аристов В. В. Дискретное и континуальное: переключки поэзии и науки в культурном контексте // Вопросы философии. 2016. № 10. С. 109–120.

30. *Chew G. F.* “Bootstrap”: a scientific idea? // *Science*. 1968. Vol. 161, no. 3843. P. 762–763.
31. *Ferreira L. et al.* Panic! At the Disks: First Rest-frame Optical Observations of Galaxy Structure at $z > 3$ with JWST in the SMACS 0723 Field // *adXiv:2207.09428v3* [astro-ph. GA] 31 Aug 2022.

RELATIONAL SPACE AND TIME: METAPHYSICAL FOUNDATIONS AND POSSIBILITIES OF EXPERIMENTS

V.V. Aristov

*Federal Research Center “Computer Science and Control”
of the Russian Academy of Sciences
2 build., 44 Vavilova St, Moscow, 119333, Russian Federation*

Abstract. Questions of a general philosophical, metaphysical nature about the properties of space and time inevitably intersect with their physical interpretation, including in hypothetical experiments. In this paper, relational ideas about the limiting philosophical categories are studied, which make it possible to concretize the ways of specifying space and time. This approach is compared with Leibniz’s concept. The development of relational theoretical propositions leads to predictions of new effects and a discussion of their possible experimental verifications. It is concluded that the foundations and future limits of the theory can, in a certain sense, be reconciled.

Keywords: relational space and time, Leibniz’s concept, metaphysical foundations

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2-38-48

EDN: IWUOML

КОСМОЛОГИЧЕСКИЙ МАСШТАБНЫЙ ФАКТОР В РЕЛЯЦИОННОМ ПОДХОДЕ

А.Б. Молчанов*

Физический факультет

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

Аннотация. За последние годы в рамках реляционного подхода к описанию пространства-времени и физических взаимодействий был проведён ряд исследований по обоснованию наблюдаемых космологических эффектов. В частности, было показано, что космологическое красное смещение, описываемое линейной частью закона Хаббла, и космический микроволновый фон могут быть результатом вкладов испущенного, но не поглощённого электромагнитного излучения. Для описания нелинейной части закона Хаббла использовалось логарифмическое преобразование координат, связанное с существованием предельного наблюдаемого расстояния, выраженного гравитационным радиусом наблюдаемой Вселенной. Использование такого преобразования необходимо обосновать, показав, как оно может быть получено при выводе пространственно-временных понятий для системы большого числа излучателей и поглотителей. В статье приводится это обоснование: показывается, что при выводе классических расстояний в реляционном подходе существует две возможности определения шкалы расстояний, они соответствуют шкалам сопутствующих и собственных расстояний в космологии, при этом масштабный фактор выражается через статистическую сумму конфигураций излучателей и поглотителей.

Ключевые слова: реляционный подход, закон Хаббла, космология

Введение

В настоящее время исследования в теоретической физике ведутся в рамках трёх подходов: теоретико-полевого, геометрического и реляционного. В основе первого лежит идея об описании динамики квантованных полей материи и физических взаимодействий на фоне априорно-заданного классического пространства-времени. В геометрическом подходе взаимодействия встраиваются в классическое пространство-время, которое приобретает новые свойства, становясь искривлённым, но продолжая быть самостоятельной независимой конструкцией; ядром этой парадигмы является общая теория относительности (ОТО). В реляционном подходе теории строятся на основе трёх аспектов: 1) вторичность пространственно-временных понятий по отношению

* E-mail: alexeybm2009@gmail.com

к закономерностям микромира; 2) применение концепции дальнего действия при описании взаимодействий, 3) принцип Маха, выражающий непосредственную связь локальных свойств объектов и глобальных свойств окружающего мира [1]. В ряде случаев идеи из одного подхода могут находить применение в другом, однако, как показывает история развития фундаментальной физики, такие пути приводят к эклектичным результатам.

При решении накопившихся за последние десятилетия проблем фундаментальной физики всё больше физиков-теоретиков обращаются к её основаниям, выдвигая на первый план задачу вывода классических пространственно-временных представлений из более глубоких закономерностей микромира. Исходя из приведённых характеристик названных выше подходов, можно убедиться, что наиболее приемлемым для решения данной задачи является реляционный. Поэтому развитие реляционной концепции по всем направлениям, позволяющим взглянуть на фундаментальную физику с трёх сторон, соответствующих трём названным парадигмам, имеет высокий приоритет.

Первый и третий аспекты реляционной парадигмы наиболее ярко проявляются при исследовании основных наблюдаемых космологических эффектов: красного смещения далёких астрономических объектов и космического микроволнового фона. За последние годы был проведён ряд исследований, позволивших дать реляционную интерпретацию названных эффектов [2–5]. Эти исследования, в свою очередь, привели к постановке и разработке методов решения более фундаментальных задач, неразрывно связанных с основаниями физики. В данной работе решается задача реляционного обоснования наличия двух шкал космологических расстояний, которая напрямую сопряжена с задачей вывода классических пространственно-временных понятий из более глубоких закономерностей микромира.

На настоящий момент общепринятой для описания космологии является полученная в рамках геометрического подхода модель Λ CDM (Lambda Cold Dark Matter), которая основывается на одном из частных решений уравнений Эйнштейна, найденном А. Фридманом в 1922–1924 годы. В модель входит ненулевая космологическая постоянная Λ , которая связывается с гипотетической расталкивающей субстанцией – тёмной энергией, а также дополнительная ненаблюдаемая (тёмная) материя. Характерной особенностью данного решения является определённый вид зависимости масштабного фактора от космологического времени $a(\tau)$, показывающей, что Вселенная должна расширяться с переменным темпом, когда замедление расширения сменяется ускорением. Темп характеризуется величиной, выраженной отношением производной масштабного фактора по времениподобной координате к нему самому,

$$H = \frac{\dot{a}}{a},$$

которая называется параметром Хаббла. Его значение в современную эпоху обозначается H_0 и является постоянным в любой точке Вселенной.

Масштабный фактор связывает между собой две основные системы отсчёта, с которыми ведётся работа при описании космологии в общей теории относительности (ОТО): *сопутствующую* (когда узлы её координатной сети связаны с материальными объектами) и *собственную* (где координаты определяются только наблюдателем). В частности, это означает, что в собственных координатах удалённые астрономические объекты движутся относительно наблюдателя со скоростями, определяемыми изменением масштабного фактора, а в сопутствующих – такого движения нет. Любопытно, что в англоязычной литературе собственная система отсчёта называется *proper frame*, то есть буквально «правильная». Это можно трактовать как свидетельство априорности пространства-времени в геометрическом подходе, поскольку здесь «правильность» определяется только наблюдателем, а не всей рассматриваемой системой в целом. В этой связи стоит указать на то, что, в соответствии с формализмом методов задания систем отсчёта, наиболее естественной в космологической задаче является сопутствующая система отсчёта, это демонстрируется с использованием метода кинематических инвариантов [6. С. 159]. Данный формализм является реализацией реляционных идей в геометрической парадигме.

Однако в XX веке и в рамках самого реляционного подхода предпринимались попытки ввести две названные системы координат для описания космологических эффектов. Так, в 1948 году британским физиком и математиком Э. Милном была предложена космологическая модель в рамках его «кинематической теории относительности» [7]. Эта модель позиционировалась не просто как альтернатива известным космологическим моделям, но как попытка вывести динамические понятия и законы из одной лишь кинематики Вселенной.

Милн рассматривал систему разлетающихся галактик, причём пренебрегал их массами, так что их разлёт фактически должен происходить в пространстве-времени Минковского (что, по сути, соответствует случаю для $\rho = 0$ в моделях Фридмана). Однако Милн сразу указывал на то, что структура пространства и шкала времени могут быть введены только наблюдателями, связанными с ядрами галактик. Из соображений простоты наблюдатель должен выбрать евклидово пространство, а шкала времени должна быть установлена так, чтобы воспринимать других эквивалентных наблюдателей движущимися равномерно (кинематическое время). Таким образом, при применении космологического принципа сразу выполняется закон Хаббла. Далее становится возможным вывести закон динамики для свободной частицы и закон притяжения для двух пробных тел.

Интересно, что выведенные таким образом законы переходят в классические в «модифицированном» времени, которое связано с кинематической шкалой логарифмическим преобразованием. Таким образом Милн указал на различие лабораторного и космологического времени. На самом деле идея о различии двух шкал времени высказывалась им в 1935 году [8], тогда за ней последовала мысль о возможном изменении гравитационной постоянной с

космологическим временем. Именно эта идея произвела на Дирака большое впечатление, побудив его к развитию гипотезы больших чисел.

Второй попыткой было предложенное в 1990-х годах нашим соотечественником физиком и математиком В.Л. Рвачёвым «неархимедово» исчисление. В нём постулировалось максимальное число R_0 , и переопределялись отношения между значениями на числовой прямой, так что новое множество $\overline{\mathbb{R}}$ оказывалось связанным с прямой действительных чисел \mathbb{R} логарифмическим преобразованием

$$r = \tau(r_*) = \ln^{-1} \left| \frac{1 + \alpha}{1 - \alpha} \right| \ln \left(\frac{1 + \alpha r_*}{1 - \alpha r_*} \right),$$

где $\alpha = \frac{1}{R_0}$, $r \in \mathbb{R}$, $r_* \in \overline{\mathbb{R}}$.

Нетривиальным достижением было применение этого формализма к пересчёту больших расстояний в космологии в статье 1994 года [9]: это привело к возникновению эффекта космологического красного смещения во Вселенной с предельным расстоянием. Рвачёв неоднократно подчёркивал соответствие этого результата идеям Милна. Позже на основе этого результата в работе [3] был вычислен параметр замедления, который совпал с наблюдаемым значением при $R_0 = R_g$ (R_g – гравитационный радиус наблюдаемой Вселенной).

Тем не менее до настоящего момента не было показано, как в реляционном подходе может быть получено подобное преобразование, поскольку прежде всего необходимо решить более фундаментальную задачу вывода понятия длины.

Задача вывода понятия длины

Вопрос о происхождении понятия длины рассматривался на протяжении многих столетий и носил по большей части философский характер. В XIX веке Б. Риманом в своём известном докладе «О гипотезах, лежащих в основании геометрии» было высказано соображение, созвучное основной идее вывода понятия длины в современном реляционном подходе. Риман писал [10]: «...или то реальное, что создаёт идею пространства, образует дискретное многообразие, или же нужно пытаться объяснить возникновение метрических отношений чем-то внешним – силами связи, действующими на это реальное». В рамках реляционного подхода следует считать пространственно-временные понятия абстракцией от всей совокупности отношений между источниками и поглотителями электромагнитного излучения – заряженными частицами. В этой связи уместно вспомнить высказывание П.К. Рашевского, приведённое в конце его монографии «Риманова геометрия и тензорный анализ» [11]: «Возможно, что и сам четырёхмерный пространственно-временной континуум с его геометрическими свойствами окажется в конечном счёте образованием, имеющим статистический характер и возникающим на основе большого числа простейших физических взаимодействий элемен-

тарных частиц». Это высказывание максимально близко соответствует методике решения данной задачи в реляционном подходе. Но ни Рашевский, ни другие исследователи, высказывавшие сходные идеи, не конкретизировали механизмы получения классических пространственно-временных понятий и понятия длины в частности.

Чтобы понять, какой механизм используется в рамках реляционного подхода для вывода классического понятия длины, рассмотрим систему, состоящую из частиц, способных испускать и поглощать электромагнитное излучение в заданных спектрах. Говоря об испущенном, но не поглощённом излучении, мы имеем в виду излучение всех возможных энергий, которое может быть испущено и принято частицами системы.

Выделим одну из частиц и зададимся целью вычислить амплитуду поглощаемого ею (всевозможного) излучения от остальных частиц системы. Чтобы это сделать, для каждой пары излучатель-поглотитель необходимо просуммировать вклады излучений всех энергий спектра, на которых возможно поглощение. Если спектр непрерывный, то такое суммирование перейдёт в интегрирование.

В классической физике, когда мы знаем парные расстояния между поглотителем и другими частицами, мы вычисляем по ним разности фаз и пользуемся принципом Гюйгенса для того, чтобы определить каждое слагаемое в сумме или вид подынтегрального выражения. В случае непрерывного спектра и одинаковой амплитуды излучения амплитуда поглощения частицей a от излучателя b будет пропорциональна интегралу

$$f_{ab} \sim \int e^{ik(r_a - r_b)} dk \equiv 2\pi\delta(r_a - r_b),$$

то есть будет максимальной пока и поскольку для каждой энергии парное расстояние $r_{ab} = r_a - r_b$ остаётся неизменным.

В реляционном подходе фактически решается обратная задача: парное расстояние неизвестно, его необходимо найти, зная, что искомое число должно быть одним и тем же для всех энергий и амплитуда поглощения при этом должна иметь максимум. Принцип Гюйгенса возникает в теории систем отношений при описании электромагнитного излучения, и в его выражение входит фазовый множитель (фазовое отношение) в виде $e^{i\Delta\phi_{ab}}$, являющийся априорно заданным в реляционном подходе (в отличие от априорно заданного расстояния в классической физике).

Таким образом, искомое расстояние необходимо «извлечь» из фазового множителя. Однако для одной пары частиц результат не будет однозначным, поскольку фаза определена с точностью до целого числа n периодов 2π . На этом этапе необходимо вспомнить, что аналогичная ситуация имеет место для любой пары частиц в системе. А поскольку для каждой частицы заданы фазовые отношения ко всем остальным частицам, то сами фазы (и, в частности числа n) должны быть согласованы между собой так, чтобы их парные разности соответствовали заданным. Здесь тоже может остаться неоднозначность: может существовать несколько вариантов согласования фаз (несколько наборов чисел n и значений от 0 до 2π). Это приведёт к нескольким вариантам

определения расстояний из фазовых множителей. Поэтому необходимо будет брать статистику по таким конфигурациям и смотреть, какая из них после подстановки разностей фаз в принцип Гюйгенса даст максимальную амплитуду поглощения для соответствующей пары частиц. В результате удастся определить классические парные расстояния.

Описанная процедура называется «декомпактификацией» расстояний. Она была рассмотрена на простой модели системы из нескольких атомов водорода в работе [12].

Космологические шкалы расстояний

При декомпактификации на получаемые классические расстояния будут оказывать влияние свойства спектра излучающих и поглощающих частиц. В спектре атома имеются два фактора, которые будут оказывать такое влияние. Во-первых, это ограниченность спектра порогом ионизации. Во-вторых – сгущение уровней к порогу ионизации. Эти факторы означают, что, с одной стороны, в системе таких частиц имеется минимальная длина волны испускаемого и поглощаемого электромагнитного излучения, с другой – в испущенном, но не поглощённом излучении преобладают большие длины волн. Эти обстоятельства приведут к тому, что конфигурации частиц с большими парными расстояниями будут реализовываться чаще (по крайней мере при одинаковых фазах для разных энергий). Если связать масштаб шкалы расстояний (величину масштабного отрезка) с количеством реализуемых конфигураций, то данная ситуация будет означать неравномерность шкалы.

Это можно проиллюстрировать, построив для пары частиц распределение числа конфигураций по интервалам расстояний (рис. 1).

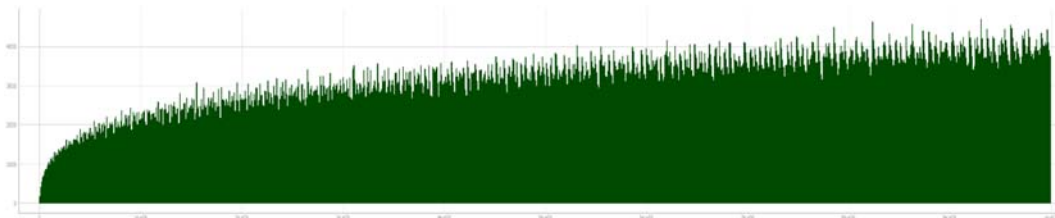


Рис. 1. Распределение числа конфигураций для пары частиц при постоянных фазах для каждого акта излучения и поглощения. Расстояния от 0 до 1 см

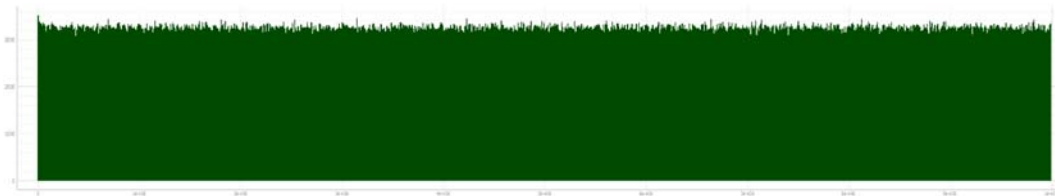


Рис. 2. Распределение числа конфигураций для пары частиц при случайных фазах с равномерным распределением в интервале от 0 до 2π для каждого акта излучения и поглощения. Расстояния от 0 до 1 см

Распределение действительно получается неравномерным. Причём данный вид распределения сохраняется при разных предельных значениях горизонтальной оси. Этот результат получен в предположении одинаковых фаз для разных энергий. Если же задать случайные фазы, равномерно распределённые по интервалу от 0 до 2π , то и распределение конфигураций становится равномерным (рис. 2).

Аналогичные построения были проведены для различных предельных значений горизонтальной оси, и результат оставался прежним. Это даёт основание полагать, что и на космологических масштабах ситуация не изменится, поскольку форма распределения зависит только от свойств спектра и распределения фаз, а эти параметры по условию задачи не меняются.

Данный результат представляется наиболее естественным, если интерпретировать его как шкалу сопутствующих расстояний. В самом деле, приведённое здесь расстояние для каждой конфигурации вычисляется между одной и той же парой частиц, то есть концы воображаемой линейки, отмеряющей это расстояние, всегда остаются закреплёнными на этих частицах.

На основе приведённого примера можно рассмотреть другую ситуацию, строя распределение уже для трёх частиц: пары частиц с фиксированным (сопутствующим) расстоянием Δr и ещё одной частицы-наблюдателя, находящейся на сопутствующем расстоянии r от одной из частиц пары (примем $r \gg \Delta r$). Фиксированное расстояние Δr примем за новый масштабный отрезок. Из-за названных свойств спектра, а также с учётом закона БСКО ранга (2,2), который необходимо учитывать для рассматриваемой тройки частиц, число конфигураций с сопутствующими парными расстояниями $(r, \Delta r, r + \Delta r)$, вообще говоря, будет отличаться для разных r . Тогда можно ввести новую шкалу, в которой масштабный отрезок будет зависеть от сопутствующего расстояния r и будет определяться следующим образом:

$$\Delta r_* = \frac{1}{N_0} \Delta r N(r),$$

где $N(r)$ – функция распределения числа конфигураций в зависимости от r , а N_0 – константа нормировки. При этом расстояние по новой шкале будет определяться как

$$r_* = \frac{1}{N_0} \sum_i \Delta r N_i \rightarrow \frac{1}{N_0} \int_0^r N(r) dr,$$

где N_i – число конфигураций в интервале от r_i до r_{i+1} , а сумма ведётся по конечному числу интервалов.

Расстояние r_* естественно интерпретировать как собственное, поскольку оно имеет смысл для конкретной частицы-наблюдателя и определяется суммой отрезков сопутствующих расстояний $\Delta r \ll r$, а статистическая сумма $\frac{1}{N_0} \sum_i N_i$ по сути является масштабным фактором. Это соответствует определению собственного расстояния, принятого в классической космологии [13].

Построим распределение конфигураций $N_i(r_i)$ в соответствии с названными выше условиями для трёх атомов водорода. Будем сразу использовать равномерное распределение фаз в интервале от 0 до 2π для каждого акта излучения (рис. 3).

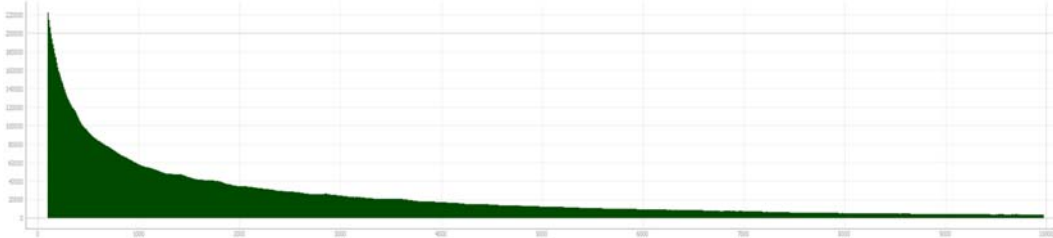


Рис. 3. Распределение числа конфигураций для тройки частиц при случайных фазах с равномерным распределением в интервале от 0 до 2π для каждого акта излучения и поглощения. $\Delta r = 100$ нм, r_i от 100 нм до 10 мкм

Так же как и в случае со шкалой сопутствующих расстояний, полученный вид распределения не зависит от масштаба (рис. 4).

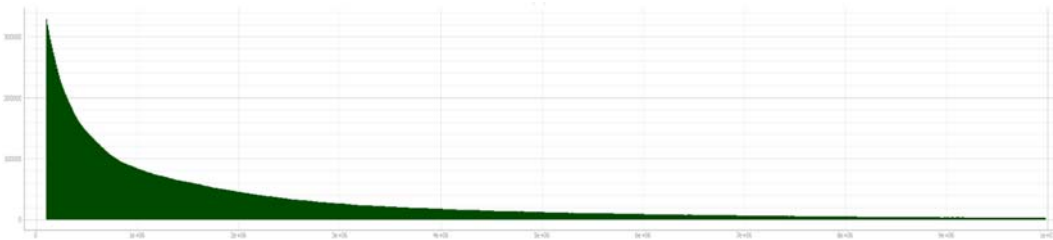


Рис. 4. Распределение числа конфигураций для тройки частиц при случайных фазах с равномерным распределением в интервале от 0 до 2π для каждого акта излучения и поглощения. $\Delta r = 100$ мкм, r_i от 100 мкм до 1 см

Это позволяет переносить полученные результаты на космологию и проводить параллель с «неархимедовыми» координатами, введёнными В.Л. Рвачёвым. Полученная функция распределения является убывающей, что означает, что конфигурации частиц с большими собственными расстояниями до наблюдателя реализуются реже. Если функция убывает быстрее, чем $1/r$, то будет существовать предельное значение расстояния

$$R_0 = \frac{1}{N_0} \int_0^{\infty} N(r) dr.$$

Здесь необходимо сделать оговорку, что вблизи нуля ввиду наличия минимальной длины волны в спектре функция не будет стремиться к бесконечности, поэтому следует ожидать, что интеграл в этом случае будет сходящимся.

Укажем также на то, что, по всей видимости, суммирование в $\sum_i \Delta r N_i$ можно переопределить как «неархимедову» операцию, перенеся в её определение функцию $N(r)$, так что

$$r_* = \frac{1}{N_0} \sum_i \Delta r N_i \equiv \sum_i^* \Delta r_*$$

Детальное исследование этого вопроса выходит за рамки настоящей работы, однако уже сейчас можно утверждать, что реляционный подход позволяет предоставить обоснование результатов, полученных В.Л. Рвачёвым и использованных в настоящей работе для вычисления космологических параметров.

Обсуждение и выводы

Главной особенностью полученного в данной работе результата является демонстрация того, что классические расстояния действительно представляют собой статистический итог большого числа вкладов излучения, испускаемого и поглощаемого реальными атомами. Это в полной мере реализует идеи П.К. Рашевского о статистической природе геометрических понятий и о неединственности натурального ряда для пересчёта больших расстояний [14].

Кроме того, следуя предложенному подходу, удаётся найти выражение для предельного расстояния, которое можно сопоставить радиусу космологического горизонта. Оно также определяется всей совокупностью элементарных вкладов испущенного излучения и фактически зависит от свойств спектров частиц. Данный результат в полной мере отражает выполнение принципа Маха в реляционном подходе. В этой связи, однако, остаётся открытым вопрос о связи R_0 с фундаментальными константами, фигурирующими в формуле Эддингтона

$$m_e = \frac{e^2 \sqrt{N}}{c^2 R},$$

где R – радиус наблюдаемой Вселенной, а $N \approx 10^{80}$ – число Эддингтона, сопоставляемое с числом барионов в наблюдаемой Вселенной.

Эта связь, вероятно, могла бы обнаружиться, если указать значение нормировочной константы N_0 . Физический смысл этой величины – число конфигураций частиц, реализующих расстояние $r = \Delta r$. Поскольку в спектре существует минимальная длина волны, должно существовать минимальное значение Δr и соответствующее ему максимальное значение N_0 . Поскольку число конфигураций связано с числом самих рассматриваемых частиц, то следует ожидать связь N_0 с числом Эддингтона.

Также необходимо напомнить, что все приведённые здесь рассуждения справедливы не только для пересчёта расстояний, но и для промежутков времени. Для этого достаточно произвести соответствующую замену в выражении для фазы перед декомпактификацией. Результаты будут полностью аналогичны полученным для расстояний, поэтому они здесь в явном виде не приводятся. В этой связи можно полагать, что реляционный подход может предоставить обоснование не только для космологической модели Рвачёва, но и

модели Милна, в которой, как было упомянуто во введении, приводились две шкалы времени, одна из которых была логарифмической.

Как известно, независимость формы распределения от масштаба является свойством логарифмической шкалы. Поэтому одним из приоритетных вопросов является аналитическое доказательство этого свойства для полученного распределения, поскольку сейчас результаты, показанные на рис. 3 и 4, получены при численном моделировании. При решении этой задачи интересно проследить связь с законом Бенфорда, устанавливающим логарифмическое распределение первых цифр в значениях разного рода величин, измеряемых в природе.

Эти и некоторые другие вопросы являются предметом дальнейших исследований.

Литература

1. *Владимиров Ю. С.* Реляционная картина мира. Кн. 1: Реляционная концепция геометрии и классической физики / Ю.С. Владимиров. М.: ЛЕНАНД, 2021. 224 с.
2. *Vladimirov Yu. S., Molchanov A. B.* Relational justification of the cosmological redshift // *Gravitation and Cosmology*. 2015. Vol. 21, no. 4. P. 279–282.
3. *Владимиров Ю. С., Молчанов А. Б.* Обобщенный закон Хаббла в реляционном подходе // *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*. 2017. № 2. С. 24–35.
4. *Molchanov A. B.* Temperature of interstellar space revisited in relational approach // *Gravitation and Cosmology*. 2020. Vol. 26, no. 1. P. 70–74.
5. *Molchanov A. B.* Relational Substantiation of the Hubble Law // *Метафизика*. 2022. № 2 (44). С. 30–39.
6. *Владимиров Ю. С.* Классическая теория гравитации: учебное пособие / Ю.С. Владимиров. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 264 с.
7. *Мартюшев Л., Бирзина А.* Эдвард Милн: его судьба, космология и неравномерное время // *Наука и Жизнь*. 2017. № 2. С. 10–18.
8. *Milne E. A.* *Relativity, Gravitation and World Structure*. Oxford University Press, 1935.
9. *Рвачев В. Л.* Неподвижные объекты дальнего космоса имеют красное смещение своих спектров // *Препринт АН Украины. Ин-т проблем машиностроения*. 1994. № 377.
10. *Риман Б.* О гипотезах, лежащих в основании геометрии // *Альберт Эйнштейн и теория гравитации: сб.* М.: Мир, 1979. С. 18–33.
11. *Рашевский П. К.* Риманова геометрия и тензорный анализ. М.: Наука, 1967. С. 658.
12. *Молчанов А. Б.* Принцип Маха и понятие длины в реляционном подходе // *Основания фундаментальной физики и математики: материалы IV Российской конференции (ОФФМ-2020)* / под ред. Ю.С. Владимиров, В.А. Панчелюги. М.: РУДН, 2020. С. 38–42.
13. *Вайнберг С.* *Гравитация и космология. Принципы и приложения общей теории относительности* / пер. с англ. В.М. Дубровика и Э.А. Тагирова; под ред. Я.А. Смородинского. М.: Мир, 1975. 696 с.
14. *Рашевский П. К.* О догмате натурального ряда // *Успехи математических наук*. 1973. Т. XXVIII, вып. 4 (172). С. 243–246.

COSMOLOGICAL SCALE FACTOR IN THE RELATIONAL APPROACH

A.B. Molchanov*

*Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University
2 build., 1 Leninskiye Gory, Moscow, 119991, Russian Federation*

Abstract. In recent years, within the framework of the relational approach to the description of space-time and physical interactions, a number of studies have been carried out to substantiate the observed cosmological effects. In particular, it has been shown that the cosmological redshift described by the linear part of the Hubble law and the cosmic microwave background can be the result of contributions from emitted but not absorbed electromagnetic radiation. To describe the nonlinear part of the Hubble law, a logarithmic coordinate transformation was used, associated with the existence of a limiting observed distance, expressed by the gravitational radius of the observable Universe. The use of such a transformation must be justified by showing how it can be obtained in the derivation of space-time concepts for a system of a large number of emitters and absorbers. The article provides this rationale: it is shown that when deriving classical distances in the relational approach, there are two possibilities for determining the distance scale, they correspond to the scales of comoving and proper distances in cosmology, while the scale factor is expressed through the partition function of the configurations of emitters and absorbers.

Keywords: relational approach, Hubble's law, cosmology

* E-mail: alexeybm2009@gmail.com

ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИКО-ПОЛЕВОГО ПОДХОДА

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2-49-75

EDN: JEERZT

*Посвящается светлой памяти
Михаила Ханановича Шульмана*

НЕЛОКАЛЬНЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ И ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

А.В. Белинский^{1*}, И.И. Джадан^{2}**

¹Физический факультет

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

²Физик

Российская Федерация, 291008, Луганск, Городок ЛГАУ, д. 7

Аннотация. Со времени опубликования Эйнштейном, Подольским и Розеном работы, в которой впервые был проблематизирован вопрос о нелокальности квантовых корреляций, было предложено множество физических объяснений этому явлению, но ни одно из них не получило полного признания физиков. Возможно, пора рассмотреть вопрос шире, с привлечением нефизических аргументов, которые имеют абстрактно-математическое, общенаучное, философское и историческое содержание. Данная работа является попыткой такого рассмотрения.

Ключевые слова: нелокальность, относительные величины, бинарность, антропный принцип, евклидова относительность, световой конус, квантовое байесианство, реляционная квантовая механика, декогеренция, информация, принцип дополненности

Введение

В этой работе мы попытаемся дать как можно более простое объяснение проблеме нелокальных корреляций между результатами квантовых измерений. Не все аргументы, которые мы собираемся для этого использовать,

* E-mail: belinsky@physics.msu.ru

** E-mail: idzhadan@yandex.ru

можно назвать сугубо физическими. Некоторые из них выходят за рамки того, что принято считать предметом физики, апеллируя к общим свойствам и потребностям человеческого разума и языка, и поэтому должны считаться общенаучными или философскими. Однако то, что они помогают понять принципы квантовой механики и более широко: *принципы любого физического знания*, для нас очевидно, и именно поэтому мы решились их привести. Другие аргументы носят математический характер, при этом оставаясь достаточно простыми для того, чтобы наши объяснения не оказались более сложными, чем объясняемый предмет, и не потребовали бы дополнительных объяснений вместо того, чтобы играть предназначенную им роль.

Заметим, что универсальным, но недостаточно конкретным в общем случае объяснением состояния физической теории следует считать антропный аргумент, вернее его вариант, основанный на потребностях человеческого мышления: состояние физической теории таково, поскольку другое состояние помимо иных обстоятельств, потребовало бы иных свойств человеческого мышления. В более радикальном виде, у Уиллера, антропный принцип звучит как «*Observers are necessary to bring the Universe into being*» [1], – «чтобы привести Вселенную к существованию, необходимо наличие наблюдателей»¹. Однако надо вначале разобраться, что следует понимать под «существованием» в физической науке, и во всех ли случаях понятие физического существования можно применять в безотносительном, безусловном смысле, универсальном для всех ситуаций, или оно в каких-то случаях может быть лишь условным и относительным.

В своей вступительной статье к переводу дискуссии Эйнштейна с Н. Бором В.А. Фок пишет: «*Эйнштейн понимает слово „состояние“ в том смысле, какой ему обычно приписывается в классической физике, то есть в смысле чего-то вполне объективного и совершенно независящего от каких-либо сведений о нём. Отсюда и проистекают все парадоксы*» [2. С. 437].

Однако, как пишет сам Эйнштейн, если понятие состояния сливается с понятием «*сведения о состоянии, получаемые в результате максимально точного опыта*», то можно придавать волновой функции тот или иной вид, не трогая системы. Эйнштейн здесь имеет в виду, что изменения происходят в одной из частей реальной системы, а при этом в формализме меняется описание всей системы в целом, что делает её несепарабельной. С точки зрения Эйнштейна и его соавторов (ЭПР), несепарабельность вместе с возможностью выбора измеряемой величины логически приводит к *неполноте* теории, так как она якобы какие-то элементы реальности «недоописывает», хотя они, по мысли ЭПР, обязаны существовать. Например, если система настроена на измерение импульса, то такой элемент, как координата, в теории не описан, и наоборот.

Критикуя Эйнштейна, Бор, и вслед за ним Фок предлагают с этим смириться и воспринять новую физику такой, какая она есть.

¹ Перевод авторов статьи.

Один тонкий момент остаётся невыясненным: если состоянию можно придать разный вид, на основании чего всё-таки природа нам диктует именно те результаты экспериментов, которые мы получаем и успешно воспроизводим в разных лабораториях? Если, по словам Фока, не волновая функция является «*вполне объективной*», не зависимой от наблюдателя реальностью, то что?

Фоку и Бору вторит Цейлингер, который в своём интервью говорит, что «*характеристики мира в известной степени зависят от нас*»² [3]. В обоих случаях сквозит неверие в то, что в квантовой физике возможно разделить то, что от нас зависит, от того, что от нас не зависит, то есть «*вполне объективное*» от «*не вполне объективного*». Далее мы покажем, что этот скептицизм не обоснован, но при этом «*вполне объективным*» при измерениях следует считать не отдельные величины, а пары величин. В случае КМ это – пары канонически сопряжённых или «дополнительных» величин.

И ещё один немаловажный вопрос: почему при анализе результатов классических экспериментов мы прекрасно справляемся обычным математическим инструментарием и обычной вероятностью, а при некоторых условиях эта логика ломается? Ссылаться на формализм самой квантовой теории – по нашему мнению, не продуктивно, так как именно этот формализм, его необходимость, остаётся необъяснённым «белым пятном». Однако некоторые более общие физические и не вполне физические принципы, по нашему мнению, могут помочь разрешить эту проблему.

Порядок

Очевидно, что при объяснении теории бессмысленно ссылаться на аргументы, взятые из самой теории, приходится копнуть глубже, выходя местами за принятые рамки собственно физики. Так, развивая антропный аргумент, в первую очередь отметим, что мышление, как таковое, требует упорядоченности. Мышление в известном смысле можно считать упорядоченным множеством суждений. Аналогичным образом упорядочены наши чувственные переживания, составляющие необходимую основу для верификации измерений и в дальнейшем – для естественнонаучного познания. При этом деятельное сознание можно определить как работу по выстраиванию чувственных переживаний и рациональных суждений в определённый порядок.

Универсальность

Научное знание отличается от индивидуального опыта своей всеобщностью: научные суждения должны обладать универсальным значением для всего научного сообщества, иначе они не поднимутся выше мнений и личных впечатлений.

² Перевод авторов статьи.

Достоверность

Для продуктивной научной дискуссии необходима однозначность языка, иначе ни о какой универсальности суждений речи идти не может. Поэтому научная коммуникация не может строиться на вероятном или условном смысле сообщений. Научные суждения должны быть достоверны и безусловны, что предполагает, в частности, использование двузначной логики.

Относительность

Всякая осмысленная коммуникация происходит через восприятие смысла символов, расположенных в определённом линейном порядке. Но основой символического линейного порядка является упорядоченная пара символов (a, b) . Её, согласно Н. Бурбаки, можно рассматривать, как неопределяемое («примитивное») понятие математики, а любое *отношение* между a и b можно рассматривать как свойство этой пары [4. С. 83]. *Отношение* не является *унарным* свойством каждого объекта, входящего в пару. Оно является свойством *бинарным*, то есть относящимся ко всей паре, как к целому.

Можно сказать и по-другому: бинарное свойство, если рассматривать его не как свойство пары, а как свойство одного объекта, a или b , является не абсолютным свойством объекта, а всего лишь *относительным*: приобретающим свой смысл лишь в отношении некоторого другого объекта. Тогда следует сделать вывод: всякий универсальный порядок означает наличие у объектов порядка *бинарного* свойства. По отношению к отдельному объекту это свойство будет *относительным*.

Нелокальность общезначимого порядка

Выше мы уже отметили важнейшую особенность порядка: *порядок – это бинарное, а не унарное свойство*, то есть зависящее от двух аргументов, а не от одного. Иначе говоря, порядок математически просто невозможно установить сепарабельными, чисто «локальными» условиями, привязанными к отдельному элементу. Для установления универсального порядка необходимо приписать некоторое свойство («бинарное отношение») как минимум паре элементов. Поскольку элементами общезначимого порядка могут быть и целые суждения, *универсальный общезначимый порядок суждений можно определить, только приписав каждой паре суждений определённое отношение*.

На принципиально нелокальный и «бинарный» характер физической геометрии неоднократно в своих работах указывает Ю.С. Владимиров, отмечая при этом и главный недостаток большинства попыток построить нелокальные физические теории: *«пространство-время рассматривалось как априорно заданное, фактически имеющее субстанциальный характер»* [5]. Нам также очевидно, что геометрические рассуждения должны иметь вспомогательный

характер и быть вторичными по отношению к неким более фундаментальным и всеобщим принципам организации физического знания.

Если отталкиваться от естественных требований к научной коммуникации, очевидно, что нелокальный принцип отношений вызван требованиями установления порядка в коммуникативном инструменте: языке описания реальности и физической дискуссии.

Линейность величин

Одним из основных занятий физиков являются вычисления. Но физические вычисления возможны лишь в том случае, если они проводятся над линейно упорядоченными множествами неких суждений: «оценок» или «величин». Напомним, что математически «линейно упорядоченное множество» (*цепь*) — это частично упорядоченное множество, в котором любая пара элементов сравнима, то есть для любых двух элементов a и b имеет место некоторое отношение \leq порядка, так что либо $a \leq b$, либо $b \leq a$. По-другому (в духе Бурбаки) это можно выразить так: любая пара a и b является упорядоченной, либо (a, b) , либо (b, a) . Таким образом, *чтобы быть универсальным, порядок величин обязан быть линейным.*

Относительность физических свойств

Будучи встроенными в линейный порядок, результаты измерения физической величины приобретают относительные свойства, полностью определяемые взаимным расположением пары результатов в линейном порядке. Таким образом, путём измерений могут быть установлены лишь относительные свойства физических объектов, а всякое измеримое физическое свойство сугубо относительно.

Содержательность физики и условность физических величин

Условность физических величин следует из содержательности физики как отдельной научной дисциплины. Физическая наука отличается от чистой математики тем, что занимается вещами, существование которых не является чисто умозрительным. Сошлёмся на Эйнштейна: «*Элементы физической реальности не могут быть определены при помощи априорных философских рассуждений, они должны быть найдены на основе результатов экспериментов и измерений*» [2. С. 440]. Эйнштейн, можно сказать, обозначил демаркационную линию, отделяющую физику от математики и чистой философии.

Свойства физических объектов должны быть измеримыми, чтобы эти объекты были бы признаны физически существующими. Но место измеренной физической величины в этом порядке всегда условно, что выражается в том, что физической величине в общем случае *можно* приписать разное числовое значение, но на деле приписывается то, что соответствует условию и результату измерения. Если бы мы стали полностью отождествлять

физическую величину и число, это свело бы физику к чистой математике и сделало бы измерения бессмысленными, так как результат был бы заранее предопределён.

В простейшем и наиболее фундаментальном случае измерение означает измерение существования: есть объект или он отсутствует. Если бы ответ всегда был «да», измерение было бы излишним. Чтобы измерение не было лишним, ответ на вопрос о существовании физического объекта не может всегда быть априори (то есть до измерения) положительным. Но если он не может быть всегда положительным, это равнозначно утверждению об априорной условности существования объектов физики.

Более того, измерение числа физических объектов даже в классике не должно давать во всех случаях один и тот же результат, независимо от условий. Следовательно, вероятность измерительных событий тоже, в общем случае, не может быть безусловной величиной.

Таким образом, фундаментальная условность физической величины – это не предмет выбора, а необходимость. Можно сказать и по-другому: физические истины могут быть лишь условными, поскольку они отличаются – и обязаны отличаться согласно принципу физической содержательности – от истин математических. Можно это выразить и по-другому, пользуясь терминологией самого Эйнштейна [2. С. 445]: «*элементами физической реальности*» служат не отдельные величины, а их бинарные отношения. В этом выводе мы расходимся с Эйнштейном, который считал, что чтобы элемент физической реальности можно было считать существующим, достаточно (а не необходимо!), что «*мы можем с достоверностью предсказать значение некоторой³ физической величины*» [2. С. 440]. Элементом физической реальности, по нашему мнению, можно считать лишь пару величин, к примеру – канонически сопряжённые величины в квантовой механике.

Мы подошли к интересному разрыву между двумя практическими установками, когда принцип физической содержательности требует использования условных величин, а научная точность и воспроизводимость результатов – безусловной достоверности. Примирить их помогает понятие вероятности, которое является вычислительным инструментом для ответа на вопрос: «Что произойдёт, если число элементов множества S возможных результатов измерения больше 1?»

Вероятность как степень истинности

Универсальный порядок в суждениях устанавливается путём применения логических категорий «истина» и «ложь», которые можно рассматривать как крайние, «полярные», значения доверия к тому или иному суждению. Будем на данном этапе придерживаться байесовской трактовки, согласно которой вероятность – это субъективная оценка / степень уверенности в истинности того или иного суждения, выраженная числом от 0 до 1. Таким образом,

³ Эйнштейн имел в виду отдельную величину, а не пару.

можно представить множество оценок истинности в виде точек отрезка $[0,1]$. Но можно поступить по-другому: представить множество оценок истинности в виде точек окружности: группа симметрии $U(1)$.

Два этих представления будут отличаться друг от друга тем, что в случае окружности все элементы полностью равноправны, а в случае отрезка – это не так: границы отрезка, точки 0 и 1, находятся в особом положении. Другими словами, уже в языке описания в первом случае заложено некоторое знание: о возможности безусловной достоверности, выделенной среди других оценок. В другом же случае в языково-математической форме заложено максимально полное незнание, если под незнанием понимать равноправие возможностей.

Можно сказать и по-другому: достоверность (вероятность равная 1) противоречит аксиоме Архимеда, которая, как выясняется, является критически важной для всей теории физических измерений. Смысл этой аксиомы в том, что если мы будем измерять больший отрезок меньшим, то всегда найдётся такое конечное число, на которое мы умножим длину меньшего отрезка и превысим длину большего. Например, какой бы короткой не была спичка, взяв достаточное количество спичек, мы можем измерить сколь угодно длинное бревно. Если вместо длин измерять вероятности, согласно аксиоме Архимеда, они тоже должны быть всегда сравнимы. Но вероятность, равная 1, не согласуется с аксиомой Архимеда, поскольку не сравнима со своей альтернативой. Например, сравним измеренные частоты выпадения двух альтернатив, допустим мы получили два натуральных числа n_1 и n_2 . Если оба они больше 0, они оба не достоверны. Если же одно равно 0, то вероятность его нулевая, а другое выпадает с достоверностью, однако отношение P_2/P_1 не выражается никаким конечным числом, то есть не соответствует аксиоме Архимеда для измеримых величин.

Следствием этих особенностей будет разница в формализме расчётов, построенных на разных языках описания: разном представлении множества оценок истинности, отрезком или окружностью. В первом случае мы получим классическую теорию вероятности, в которой существуют априорно выделенные «истина» (значение оценки 1) и «ложь» (значение оценки 0).

Во втором случае мы получим формализм квантовой теории, в которой априорные «истина» и «ложь» не существуют в принципе, а появляются в результате некоторого дополнительного выбора: выбора базиса. *Именно отсутствием безусловной «истины» и безусловной «лжи» можно объяснить отличие квантовой неопределённости от классической вероятности.*

Учитывая эту разницу, можно утверждать, что в случае выбора нами множества оценок, изоморфного окружности с операцией поворота вокруг центра (группа $U(1)$), «объективно», то есть на основании одной лишь необходимости и независимо от нашего дальнейшего выбора, могут быть установлены лишь бинарные свойства. Поскольку мы рассматриваем вероятность, то в данном случае это – вероятностные отношения на парах физических суждений. Назовём эти отношения отношениями «относительной вероятности». Рассмотрим их подробнее.

Относительная вероятность

Вероятность в традиционном смысле обязательно рассматривать как положительную функцию, нормированную на единицу. Но всегда ли это удобно? Иногда такое рассмотрение неудобно или даже затруднено. Однако, всегда можно рассмотреть *относительную вероятность*, то есть относительную степень доверия к утверждению (или отрицанию) a по сравнению с утверждением (или отрицанием) b . Будем записывать $P\left(\frac{a}{b}\right)$, говоря об относительной вероятности a по сравнению с b , и выражая это отношение рациональной дробью, если не отмечено иначе.

Очевидно, что для всякой пары взаимоисключающих, или «ортогональных», утверждений можно ввести относительную вероятность. В ином случае её ввести может быть проблематично, хотя и возможно: если два утверждения логически пересекаются, возникает неопределённость, куда отнести пересечение a и b . И в этом случае потребовалась бы дополнительная аксиома, устанавливающая правило такого отнесения.

Также следующая аксиома необходима: для всякой пары ортогональных утверждений их относительные вероятности выражаются обратными числами:

$$P\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{1}{P\left(\frac{b}{a}\right)}.$$

Эта аксиома необходима из соображений симметрии.

Вывод условной вероятности из относительной

Между предлагаемым понятием *относительной вероятности* и широко применяемой *условной вероятностью* существует связь. Допустим, что логические отношения между двумя произвольными утверждениями a и b заданы произвольным образом. Это соответствует общему случаю диаграммы Эйлера (рис. 1).

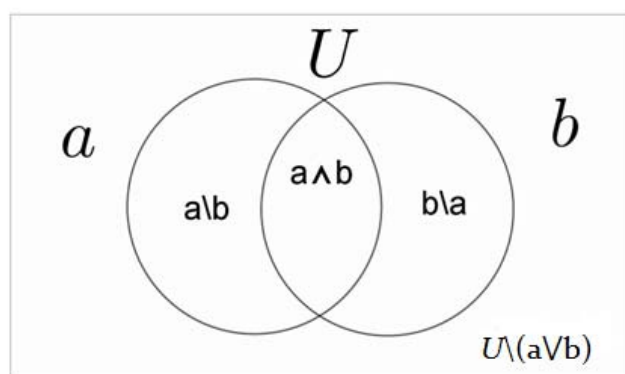


Рис. 1. Диаграмма Эйлера: U – универсум, то есть объединение всех рассматриваемых возможностей, предоставляемых логическим отношением двух множеств.

Если среди этих возможностей выделить ортогональные, получается четыре: I, II, III, IV. Пятая возможность V – их объединение, или универсум U

Будем подразумевать следующие тождества:

$$I) \quad a \wedge b \equiv a \text{ «и» } b,$$

$$II) \quad a \setminus b \equiv a \text{ «и» («не» } b),$$

$$III) \quad b \setminus a \equiv b \text{ «и» («не» } a),$$

$$IV) \quad U \setminus (a \vee b) \equiv \text{«не» } a \text{ и «не» } b,$$

V) U – универсум всех рассматриваемых возможностей.

Таким образом, в самом общем случае для двух произвольных суждений a и b мы имеем 4 логически ортогональные возможности их отношений и объединение всех этих возможностей в виде U . Свойство ортогональности суждений задано как контрарное отношение (отношение несовместимости): понятия или суждения, находящиеся в контрарном отношении, вместе одновременно не могут быть истинными, но могут быть оба одновременно ложными.

К примеру: не может быть такого, чтобы вы были здоровы и счастливы и, с другой стороны, здоровы и несчастны! Вы либо здоровый и счастливый, либо здоровый и несчастный. Но все ещё возможен третий вариант: вы не относитесь ни к $a \wedge b$ «здоровым и счастливым», ни к $a \setminus b$ «здоровым и несчастным». Таким образом, можно найти всего 4 ортогональных варианта бинарных логических отношений для пары суждений a и b , других нет априори.

Как показано выше, отношение *относительной вероятности* $P\left(\frac{a}{b}\right)$ может быть однозначно установлено между двумя логически взаимно-ортогональными суждениями. Комбинаторика подсказывает, что всего таких относительных вероятностей получится шесть, а учитывая обратные – двенадцать:

$$P\left(\frac{I}{II}\right) = 1/P\left(\frac{II}{I}\right),$$

$$P\left(\frac{I}{III}\right) = 1/P\left(\frac{III}{I}\right),$$

$$P\left(\frac{I}{IV}\right) = 1/P\left(\frac{IV}{I}\right),$$

$$P\left(\frac{II}{III}\right) = 1/P\left(\frac{III}{II}\right),$$

$$P\left(\frac{II}{IV}\right) = 1/P\left(\frac{IV}{II}\right),$$

$$P\left(\frac{III}{IV}\right) = 1/P\left(\frac{IV}{III}\right).$$

Покажем на примере множества логических отношений между a и b , что, если на этом множестве задана *относительная* вероятность, на нём определена и *условная* вероятность.

Под *условной* вероятностью $P(a|b)$ понимается степень доверия к утверждению, что если верно условие b , то верно и a . Другими словами, *условная* вероятность $P(a|b)$ – это вероятность логической импликации $b \Rightarrow a$. Пользуясь диаграммой Эйлера, можно видеть, что $P(a|b) = P(b \Rightarrow a) = P(I|(I \vee III))$. В то же время может быть задана *относительная* вероятность $P\left(\frac{III}{I}\right)$, поскольку I и III

ортогональны. Допустим, *относительная* вероятность $P\left(\frac{III}{I}\right)$ выражена рациональной положительной дробью $\frac{\alpha}{\beta}$, где $\alpha, \beta \in \{\mathbb{N}, 0\}$. Определим формально: $P\left(\frac{\alpha}{0}\right) = +\infty$. Тогда мы всегда можем перейти от дроби $\frac{\alpha}{\beta}$ к $\frac{\alpha}{\alpha+\beta}$. Обозначим этот переход, как $N: N\left[P\left(\frac{III}{I}\right)\right] \rightarrow P_M(III, I)$. Видно, что $P_M(III, I)$ – некоторая *положительная функция* с областью значений $[0, 1] \subset \mathbb{Q}$ в нетривиальном случае, то есть когда хотя бы одно из α и $\beta \neq 0$. Очевидно, что функция $P_M(III, I)$ отвечает требованиям к вероятности. Когда $P\left(\frac{III}{I}\right) = \frac{\alpha}{\beta}$, то:

$$P_M(III, I) = \frac{\alpha}{\alpha+\beta}.$$

Допустим теперь, что $a \wedge b$ верно в β однородных случаях, а b – в $\alpha+\beta$ числе случаев, среди которых случаи $a \wedge b$. Тогда, согласно определению *условной* вероятности, данному выше, *условная* вероятность будет

$$P(a|b) = \frac{\alpha}{\alpha+\beta},$$

но именно этому отношению равна наша функция $P_M(III, I)$! Таким образом, доказано, что $P_M(III, I) = \frac{\alpha}{\alpha+\beta} = P(a|b)$.

Пространство относительных вероятностей

Как было отмечено выше, свойства множества $[0, 1] \subset \mathbb{Q}$ значений классической вероятности не отвечают требованию априорного равноправия. Для выполнения такого требования необходимо как минимум множество элементов группы $U(1)$. Удобным представлением группы $U(1)$ является окружность, где бинарные отношения между элементами выражаются полярными углами. Но разный порядок элементов в упорядоченной паре соответствует бинарному отношению между элементами, выражаемому углами поворотов с противоположными знаками. Такое поведение существенно отличается от свойств положительной аддитивной меры обычной вероятности. Получается, что, как бы мы ни хотели, *мера бинарных отношений между элементами, необходимыми для построения относительных вероятностей на группе симметрии $U(1)$ не может быть выражена лишь положительными значениями*. Это можно рассматривать как ещё одно важное свойство языка описания относительных вероятностей: на фундаментальном уровне описания нам придётся иметь дело с как минимум двумерными (или комплекснозначными) векторами амплитуд и лишь затем, после введения дополнительных правил, переходить к интуитивно более привычным неотрицательным вероятностям.

Таким образом, нам дополнительно необходим способ перехода к классическим вероятностям, то есть таким, которые неотрицательны и априори допускают безусловную достоверность. Один из способов – это выбор системы отсчёта или базиса.

Для выбора базиса вновь воспользуемся диаграммой Эйлера (рис. 1). На ней суждения $a \wedge b$, $b \wedge a$ и $a \wedge b$ – взаимно ортогональны и независимы по своему

объёму. Будем считать, что им соответствуют орты $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3$ в 3-мерном евклидовом пространстве. Для возможности нормировки зададим универсум суждений $U \ni [(a \wedge b) \vee (a \wedge \bar{b}) \vee (b \wedge \bar{a})]$. С определением U определяется ещё одно, четвёртое, суждение $U \wedge (a \vee b)$, ортогональное с первыми тремя. Поставим ему в соответствие орту \vec{e}_0 .

Данная диаграмма (рис. 1) визуализирует все необходимые элементы для построения вероятностей всевозможных логических отношений между суждениями об измерении физических величин. Таким образом, нам необходим 4-мерный, точнее 3+1-мерный логический континуум для того, чтобы из чистой математики могла бы появиться физика в виде системы суждений, основанной на достоверных измерениях.

По отношению к U могут быть заданы «унарные» и «совместные» вероятности $P(a|U)$, $P(b|U)$ и $P(a \wedge b|U)$. Однако дальнейшее расширение числа измерений логического континуума проблематично: при числе измерений более четырёх алгебра теряет свойства ассоциативности умножения⁴. И если рассматривать поворот вектора $\vec{\psi}_\theta = \vec{\psi} \cdot \vec{e}_\theta$ на угол θ одновременно как операцию умножения на единичный вектор \vec{e}_θ и как бинарное отношение $(\vec{\psi}_\theta, \vec{\psi})$, то выходит, что значение цепочки операций $\vec{\psi} \cdot \vec{e}_\theta \cdot \vec{e}'_\theta = \vec{\psi}'_\theta$ в логическом континууме с числом измерений более четырёх будет зависеть от произвольного выбора расстановки скобок. А значит, бинарное отношение между векторами $\vec{\psi}$ и $\vec{\psi}'_\theta$ не будет однозначно определено.

Выбор инварианта

Зададим правило для представления вероятностных отношений между двумя произвольными суждениями a и b вектором $\vec{\psi}$ в 4-мерном векторном пространстве \mathcal{L}_4 над полем \mathbb{Q} рациональных чисел:

$$\vec{\psi} = x_0 \vec{e}_0 + x_{1-3} \vec{e}_{1-3}.$$

Относительные вероятности будут:

$$P\left(\frac{x_i}{x_j}\right) = \frac{x_i^2}{x_j^2}.$$

Это отношение может быть представлено в виде квадрата котангенса угла θ между проекцией вектора $\vec{\psi}$ на соответствующую плоскость $(X_i X_j)$ и ортой \vec{e}_i :

$$P\left(\frac{x_i}{x_j}\right) = \text{ctg}^2 \theta_{ij}.$$

Тогда в \mathcal{L}_4 будет выполняться пифагорово соотношение

$$|\vec{\psi}|^2 = x_0^2 + x_{1-3}^2$$

⁴ Теорема Фробениуса.

Будет ли это пространство евклидовым или псевдоевклидовым, зависит от того, что мы выберем инвариантом координатных преобразований. Если мы определим инвариантом $|\vec{\psi}|^2$, пространство \mathcal{L}_4 будет евклидовым, если x_i^2 – псевдоевклидовым. Этот выбор не повлияет на относительные вероятности, которые устанавливаются равенством Пифагора. Таким образом, *конечный вид геометрии пространства вероятностей зависит от дополнительного выбора, а относительные вероятности не зависят от выбора геометрии.*

Вероятности условные и двумерные

Рассмотрим классическую формулу Байеса для условных вероятностей:

$$F_1: P(b) = P(a) \cdot \frac{P(b|a)}{P(a|b)}$$

Она может быть выведена из следующего равенства:

$$P(a|b) \cdot P(b) = P(b|a) \cdot P(a) = P(a \wedge b),$$

где $P(a|b)$ – вероятность a при условии b , $P(b)$ вероятность b , $P(b|a)$ – вероятность b при условии a , $P(a)$ – унарная вероятность a , и $P(a \wedge b)$ – совместная вероятность « a и b ».

Последнее равенство является отражением числового равенства:

$$P(a|b) \cdot P(b) = \frac{N_{a \wedge b}}{N_b} \cdot \frac{N_b}{U} = \frac{N_{a \wedge b}}{U} = P(a \wedge b) = \frac{N_{a \wedge b}}{N_a} \cdot \frac{N_a}{U} = P(b|a) \cdot P(a),$$

в котором N_a , N_b , $N_{a \wedge b}$ – число возможных измерений с соответствующими результатами a и b , а U – некоторый универсум возможных измерений.

Например, речь может вестись о лото, когда мы точно знаем, что в мешке находятся N_a красных шаров, N_b синих, из них $N_{a \wedge b}$ красно-синих, а всего шаров в мешке U . Если нам нужно вычислить все возможные вероятности, мы можем использовать формулу Байеса в том или ином виде.

Существенно то, что унарные и совместные вероятности тоже в определённом смысле являются *условными*. Ведь они определяются с использованием некоторого универсума возможностей U , фактически являющегося условием. Как уже было отмечено, U может быть разным и является результатом дополнительного выбора, независимого от распределения бинарных *относительных* вероятностей. Сделаем выводы:

1) *Относительные* вероятности задаются меньшим числом предположений, и в этом смысле более фундаментальны, чем *условные*.

2) Все нормированные вероятности можно считать *условными*, поскольку они задаются либо в отношении некоторого специального условия, либо в отношении некоторого универсума U возможностей.

Учитывая сказанное, формула Байеса F_1 может быть переписана как

$$F_2: P(a|b) \cdot P(b|U) = P(b|a) \cdot P(a|U) = P(a \wedge b|U),$$

где U – универсум возможностей, $P(a \wedge b|U)$ – совместная вероятность того, что окажется верным как a , так и b .

Определим кет-вектора $|\psi\rangle$ и $|\phi\rangle$, нормированные на 1: $\langle\psi|\psi\rangle=1$, $\langle\phi|\phi\rangle=1$. Условную вероятность определим как квадрат модуля их скалярного произведения:

$$|\langle\phi|\psi\rangle|^2 = (|\psi\rangle \cdot \cos \alpha \cdot |\psi\rangle)^2 = P(a|b).$$

Переход от относительных вероятностей к квантовым амплитудам

Как было показано выше, переход от квантовых амплитуд к условным вероятностям не вызывает затруднений. Но возможен ли переход от вероятностей *относительных* и *условных* к квантовым амплитудам?

Областью значений *относительной* вероятности является множество $\{\mathbb{Q}^+, 0, +\infty\}$ положительных рациональных чисел, дополненное нулём и бесконечностью, и, если его дополнить до множества $\{\mathbb{R}^+, 0, +\infty\}$, при вычислении вероятностей можно перейти от квадратов тригонометрических функций к тригонометрическим функциям в первой степени:

$$P\left(\frac{a\wedge b}{b\setminus a}\right) = \operatorname{ctg}^2 \alpha = \frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha} = \frac{1+\cos 2\alpha}{2} \cdot \frac{2}{1-\cos 2\alpha} = \frac{1+\cos 2\alpha}{1-\cos 2\alpha}$$

– для ортогональных суждений $(a\wedge b)$ и $(b\setminus a)$.

Аналогично для *ортогональных* суждений $(a\wedge b)$ и $(a\setminus b)$ *относительная* вероятность будет

$$P\left(\frac{a\wedge b}{a\setminus b}\right) = \operatorname{ctg}^2 \beta = \frac{\cos^2 \beta}{\sin^2 \beta} = \frac{1+\cos 2\beta}{2} \cdot \frac{2}{1-\cos 2\beta} = \frac{1+\cos 2\beta}{1-\cos 2\beta}$$

При этом после нормировки знаменателей на 1 и применения тригонометрических формул получим уже *условные* вероятности:

$$P(a|b) = P\left(\frac{a\wedge b}{(a\wedge b)\vee(b\wedge\neg a)}\right) = \frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \cos^2 \alpha = \frac{1+\cos 2\alpha}{2},$$

$$P(b|a) = P\left(\frac{a\wedge b}{(a\wedge b)\vee(a\wedge\neg b)}\right) = \frac{\cos^2 \beta}{\sin^2 \beta + \cos^2 \beta} = \cos^2 \beta = \frac{1+\cos 2\beta}{2},$$

$$\cos 2\alpha = 2P(a|b) - 1,$$

$$\cos 2\beta = 2P(b|a) - 1.$$

В исходном 4-мерном пространстве \mathcal{L}_4 векторов $\vec{\psi}$ *относительных* состояний относительная вероятность равна $P\left(\frac{x_i}{x_j}\right) = \operatorname{ctg}^2 \theta_{ij}$, где θ_{ij} – угол между проекцией $\vec{\psi}_{ij}$ вектора $\vec{\psi}$ на плоскость $(X_i X_j)$ и ортой \vec{e}_i , $\vec{\psi} = x_0 \vec{e}_0 + x_{1-3} \vec{e}_{1-3}$, $|\vec{\psi}|^2 = x_0^2 + x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$ и $i, j \in \{0, 1, 2, 3\}$.

Зададим новое 4-мерное пространство \mathcal{L}' четырьмя ортами $\vec{u}_1 = a\wedge b$, $\vec{u}_2 = a\setminus b$, $\vec{u}_3 = b\setminus a$, $\vec{u}_0 = U(a\vee b)$. Установим в этом пространстве связь условных вероятностей с углами между вектором $\vec{u} = y_0 \vec{u}_0 + y_{1-3} \vec{u}_{1-3}$ и ортами согласно правилу:

$$\cos 2\alpha = 2P(a|b) - 1,$$

$$\cos 2\beta = 2P(b|a) - 1,$$

где 2α – угол между проекцией $\vec{u}_{13} = y_1\vec{u}_1 + y_3\vec{u}_3$ и ортой \vec{u}_1 , 2β – угол между проекцией $\vec{u}_{12} = y_1\vec{u}_1 + y_2\vec{u}_2$ и ортой \vec{u}_1 .

Поворот вектора $\vec{\psi}$ в пространстве \mathcal{L}_4 на некоторый угол θ отображается в пространстве \mathcal{L}'_4 в поворот вектора \vec{u} на угол 2θ . По совпадению или не случайно это соответствует соотношению фаз фермионного кубита с углами физического пространства.

Таким образом, произвольную *условную* вероятность можно представить в виде квадратичной функции *квантовой* амплитуды либо в виде линейной функции проекций векторов состояния на оси логического базиса, а *квантовые амплитуды* и классические *условные* вероятности можно считать разным математическим представлением вероятности как таковой.

Относительные величины в СТО

Покажем, что относительность метрических величин и вероятностей приводит к общему принципу математического устройства специальной теории относительности и «нерелятивистской» квантовой механики.

Возьмём для начала полученное выражение для вектора $\vec{\psi}$ относительной вероятности:

$$\vec{\psi} = x_0\vec{e}_0 + x_{1-3}\vec{e}_{1-3}.$$

Представим вектор в двух ортогональных системах координат: S и S'. Новые орты являются линейной комбинацией старых. Выберем новые орты так, чтобы S' была повернута относительно S на угол α , для которого

$$\sin\alpha = \sqrt{1 - \cos^2\alpha} = \sqrt{1 - P(x'_{1-3}|x_{1-3})}.$$

Тогда

$$\vec{\psi} = x_0\vec{e}_0 + x_{1-3}\vec{e}_{1-3} = x'_0\vec{e}'_0 + x'_{1-3}\vec{e}'_{1-3}.$$

Умножим скалярно на \vec{e}_0 :

$$x_0\vec{e}_0 \cdot \vec{e}_0 + x_{1-3}\vec{e}_{1-3} \cdot \vec{e}_0 = x'_0\vec{e}'_0 \cdot \vec{e}_0 + x'_{1-3}\vec{e}'_{1-3} \cdot \vec{e}_0,$$

получим:

$$x_0 \cdot 1 + x_{1-3} \cdot 0 = x'_0 \cdot \cos\alpha + x'_{1-3} \cdot \sin\alpha,$$

$$x'_0 = \frac{x_0 - x'_{1-3} \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha}. \quad (1)$$

Умножим скалярно на \vec{e}'_{1-3} :

$$x_0\vec{e}_0 \cdot \vec{e}'_{1-3} + x_{1-3}\vec{e}_{1-3} \cdot \vec{e}'_{1-3} = x'_0\vec{e}'_0 \cdot \vec{e}'_{1-3} + x'_{1-3}\vec{e}'_{1-3} \cdot \vec{e}'_{1-3},$$

получим

$$x_0 \cdot \sin\alpha + x_{1-3} \cdot \cos\alpha = x'_0 \cdot 0 + x'_{1-3} \cdot 1,$$

$$x_{1-3} = \frac{x'_{1-3} - x_0 \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha}. \quad (2)$$

Отметим, что о метрических величинах можно рассуждать в терминах относительных вероятностей. Так, лоренцево относительное сокращение длины может быть трактовано по-другому, как относительное увеличение плотности вероятности, например, если речь о плотности вероятности обнаружения классических частиц – молекул газа – в космическом пространстве вдоль линии лоренцева сокращения длины.

Будем трактовать (1) и (2) как соотношения для метрических величин в некотором пространстве, связанном с пространством относительных вероятностей. Для этого перепишем их, заменив амплитуды относительных вероятностей на пространственно-временные координаты:

$$\begin{aligned} ct' &= \frac{ct - x'_{1-3} \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha}, \\ x_{1-3} &= \frac{x'_{1-3} - ct \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha}. \end{aligned} \quad (3)$$

Подставив $\sin\alpha = \frac{v}{c}$, а $\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$, получим выражения, очень напоминающие преобразования Лоренца:

$$\begin{aligned} t' &= \frac{t - vx'_{1-3}/c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \\ x_{1-3} &= \frac{x'_{1-3} - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \end{aligned} \quad (4)$$

Для получения из них преобразований Лоренца достаточно заменить во втором выражении нештрихованный x_{1-3} на штрихованный x'_{1-3} , и наоборот:

$$\begin{aligned} t' &= \frac{t - vx_{1-3}/c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \\ x'_{1-3} &= \frac{x_{1-3} - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \end{aligned} \quad (5)$$

Обратные преобразования Лоренца получаем аналогично, скалярно умножая вектор относительной величины $\vec{\psi}$ на орты \vec{e}'_0 и \vec{e}'_{1-3} с последующей заменой штриха на x_{1-3} и x'_{1-3} :

$$\begin{aligned} t &= \frac{t' + vx'_{1-3}/c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \\ x_{1-3} &= \frac{x'_{1-3} + vt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}. \end{aligned} \quad (6)$$

Разделив в (6) второе уравнение на первое и подставив $\frac{x_{1-3}}{t} = v$, $\frac{x'_{1-3}}{t'} = v'$, получим уравнение релятивистского сложения скоростей:

$$v = \frac{v' + v}{1 + \frac{v' \cdot v}{c^2}}. \quad (7)$$

А это евклидово представление СТО – так называемая «евклидова относительность»⁵ [6].

Однако это ещё не всё. Из полученных преобразований Лоренца можно без дополнительных физических предположений перейти к преобразованиям Галилея, тем самым объединив всю механику, начиная от классической нерелятивистской и кончая квантовой. Покажем это.

Преобразования Галилея:

$$\begin{aligned}x_{1-3}' &= x_{1-3} - vt, \\ t' &= t.\end{aligned}\tag{8}$$

Дадим определение собственного времени («времени-подобный интервал») и собственной пространственной координаты («пространственно подобный интервал»):

$$\begin{aligned}l &\stackrel{\text{def}}{=} \frac{x_{1-3}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{x_{1-3}}{\cos\alpha}, \\ \tau &\stackrel{\text{def}}{=} \frac{t}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{t}{\cos\alpha}.\end{aligned}\tag{9}$$

Заменим в преобразованиях Лоренца (6) x_{1-3} и t на l и τ . Получим

$$\begin{aligned}x_{1-3}' &= l - \sin\alpha \cdot c\tau = l - v\tau \\ t' &= \tau - \sin\alpha \cdot \frac{l}{c}\end{aligned}\tag{10}$$

Полученные преобразования соответствуют повороту декартовых осей на плоскости на угол α с заменой оси T на T' и X на L . Замена x_{1-3} и t на l и τ соответствует изменению правил нормировки векторов: теперь собственное время и собственная пространственная координата перестают быть инвариантами, как в интерпретации Эйнштейна–Минковского, и ставятся в зависимость от угла α . Эти переменные, однако, никак не сказываются на относительной длине векторов, определяемой соотношением Пифагора. Таким образом, эти переменные являются сугубо инструментальными и не затрагивают собственно физическую реальность, а именно – относительные метрические величины.

Видно также, что выражения (10) физически полностью соответствуют преобразованиям Галилея, так как постоянная скорости света в вакууме c является размерной и может быть выбрана какой угодно. В случае, если она будет достаточно большой, выражения (10) совпадут с преобразованиями Галилея. Как видим, переход от релятивистских преобразований к классическим не требует никаких дополнительных физических предположений, а значит, за ними стоит одна и та же объективная реальность. Это означает, что различия между ньютоновской и релятивистской механикой связаны исключительно с выбором вычислительного инструментария.

⁵ Euclidean Relativity.

Но есть ли физическая необходимость в замене обозначений осей? Изначально есть практическая необходимость однозначно соотнести результаты измерения промежутков времени и пространства с той или иной системой отсчёта. С соотношением измеренного времениподобного интервала проблем не возникает: он измеряется неподвижными часами в выбранной системе отсчёта и постулируется инвариантом, то есть постоянной величиной, с которой будут соотноситься относительные величины, соответствующие измерению данного промежутка времени в других системах отсчёта. В этом случае инвариант времени окажется прямоугольной евклидовой проекцией векторов времени, измеренных в других СО, на ось времени данной СО. Поскольку именно эта проекция измерена, нам удобно считать её геометрическим инвариантом.

С соотношением измеренного пространственноподобного интервала дело несколько сложнее. Он может быть однозначно измерен только между двумя неподвижными по отношению друг к другу телами, мировые линии которых параллельны, так как расстояние может быть однозначно задано лишь перпендикуляром, опущенным между двумя параллельными прямыми. Это можно сделать в собственной координатной системе условно «движущегося» тела, а можно в координатной системе «покоящегося». Можно опускать перпендикуляр от «покоящегося» тела к мировой линии «движущегося», а можно – наоборот. Поэтому возникает необходимость сделать дополнительный выбор: как именно соотносить измеренную «собственную» длину с отрезками геометрии? Следует отметить, что этот выбор стоит отдельно и не повлияет на дальнейший выбор геометрического инварианта.

В принципе, поскольку объективны лишь относительные величины, и именно их соотношение в СТО установлено пифагоровым уравнением, природе всё равно, что мы в своих расчётах принимаем за инвариант, норму самого вектора или его ортогональную проекцию на ось. Но поскольку у нас на руках имеются лишь измерения времени и расстояния, сделанные в конкретных системах отсчёта, именно их удобнее всего использовать в качестве геометрических инвариантов при преобразованиях координат. Ведь если использовать в качестве инварианта нормы самих векторов, нам придётся делать перенормировку непосредственно измеренных величин, чтобы сохранить отношения между ними.

Получается, что псевдоевклидовость физического пространства-времени – всего лишь удобный вычислительный приём, избавляющий от необходимости делать перенормировку. Таким образом, метрический инвариант физической геометрии – некая условность, в то время когда истинным инвариантом является система бинарных отношений между величинами.

Используемая геометрическая модель отличается от псевдоевклидовой геометрии Минковского тем, что векторы, образующие в геометрии Минковского световой конус, в релятивистской евклидовой геометрии отображаются в векторы 3-мерной гиперплоскости «абсолютного настоящего» (рис. 2). Также все проекции векторов на ось X^{1-3} попадают в гиперплоскость «абсолютного настоящего», поскольку эта ось – общая для всех штрихованных СО.

убедиться в рамках евклидова представления СТО, сравнивая тангенсы соответствующих бустовых углов «сверхсветовых корреляций» со значением тангенса бустового угла мировых линий фотонов в идеальном вакууме, который стремится к бесконечности:

$$|\operatorname{tg}\alpha| \rightarrow \left|\operatorname{tg}\frac{\pi}{2}\right| = +\infty.$$

В евклидовой модели вектора движения с углами $\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{3\pi}{2}$ соответствуют сверхсветовым (пространственноподобным) интервалам. Специальное место для векторов обратного по отношению ко времени «движения» отсутствует в принципе. Особая роль времени в том, что оно играет роль параметра перемещения точки отсчёта «*субъективного настоящего*» в 4-мерном пространстве. Поэтому выбор направления времени является *дополнительным постулатом* и ничего не меняет в распределении относительных величин. Важнейшим выводом является то, что сверхсветовой «перенос» относительных вероятностей не связан с разворотом направления времени, а следовательно, ни в какой ситуации не нарушает принцип причинности. Для разворота времени следовало бы разогнать не тело, а самого наблюдателя до сверхсветовых скоростей, но это невозможно даже теоретически, что гарантирует соблюдение принципа причинности.

В целом получается, что проблема нелокальности носит не объективный характер, а зависит от выбора геометрической модели СТО и меры, с помощью которой мы будем измерять физическое движение в рамках этой модели. В модели Минковского проблема нелокальности «появляется», если использовать в роли параметра движения обычную скорость, и «исчезает», если использовать *параметр быстроты* $\frac{\theta}{c}$, представляющий собой гиперболический угол:

$$\theta = c \cdot \operatorname{Arth} \frac{v}{c} = \frac{c}{2} \cdot \ln \frac{1+\frac{v}{c}}{1-\frac{v}{c}}$$

В евклидовой модели СТО проблема нелокальности «встаёт», если использовать обычную скорость v , которая в этой модели пропорциональна синусу бустового угла: $v = c \cdot \sin\alpha$. Но проблема сразу «исчезает», если вместо v использовать функцию $\operatorname{tg}\alpha$, не имеющую конечного предела. Таким образом, проблему нелокальности можно в немалой степени считать псевдопроблемой, вызванной исторически сложившейся в физике традицией использования предпочтительного ряда функций и величин.

Предвидим вопрос: а как же неклассическое сложение скоростей, разве оно не является следствием гиперболической метрики? Оказывается нет, неклассическое сложение «скоростей» будет и в евклидовой геометрии, хотя и несколько отличное от псевдоевклидовой, и это нетрудно показать.

Неклассическое сложение скоростей и вероятностей

Допустим, что пространство-время описывается евклидовой геометрией с использованием обычных декартовых координат без всякой замены осей.

Тогда любой вектор \vec{s} может быть представлен в двух разных декартовых СО, как:

$$\vec{s} = ct\vec{e}_t + x_{1-3}\vec{e}_x = ct'\vec{e}'_t + x'_{1-3}\vec{e}'_x.$$

Действуем аналогично тому, как действовали выше. Получим:

$$\frac{v}{c} = \frac{\text{tg}\alpha + \text{tg}\beta}{1 - \text{tg}\alpha \cdot \text{tg}\beta} = \text{tg}(\alpha + \beta) = \frac{\frac{v}{c} + \frac{v'}{c}}{1 - \frac{v \cdot v'}{c^2}}, \quad (11)$$

$$v = \frac{v + v'}{1 - \frac{v \cdot v'}{c^2}}. \quad (12)$$

Уравнение (12) отличается от обычной формулы релятивистского сложения скоростей знаком второго члена в знаменателе, и тем, что сумма скоростей не ограничена никаким пределом. Казалось бы, за этими расчётами должна бы стоять совсем другая физика. Но на самом деле конечный предел меры движения и здесь нетрудно найти, если постараться. Достаточно помимо $\frac{v}{c} = \text{tg}(\alpha + \beta)$, $\frac{v'}{c} = \text{tg}\beta$, $\frac{V}{c} = \text{tg}\alpha$ ввести параметр «синусовой» скорости $\frac{v^*}{c} = \sin(\alpha + \beta)$, $\frac{v^{*'}}{c} = \sin\beta$, $\frac{V^*}{c} = \sin\alpha$. Тогда релятивистское сложение скоростей будет выглядеть, как нахождение по формуле тангенса суммы углов, взятие арктангенса и далее – синуса полученного угла. То есть:

$$\frac{v^*}{c} = \sin(\arctg \frac{V}{c}), \frac{v^{*'}}{c} = \sin(\arctg \frac{v'}{c}), \frac{v^*}{c} = \sin(\arctg \frac{\frac{v}{c} + \frac{v'}{c}}{1 - \frac{v \cdot v'}{c^2}}).$$

Функция синуса, в отличие от тангенса, ограничена значениями ± 1 . Другими словами, при определённом выборе вида функции для меры механического движения в евклидовой геометрии, как и в псевдоевклидовой, можно обнаружить конечный «релятивистский предел». Очевидно, что дело тут не в метрике, а в чём-то другом: *из-за фундаментальной бинарной условности относительных величин мы не можем их складывать, как числа, а вынуждены в каждом сложении переопределять систему отсчёта*. Неожиданным физическим следствием этого, по сути, математически-языкового, правила сложения относительных величин, является конечность скорости света.

Существенным является и другой вывод: во всех случаях переход к обычному классическому сложению скоростей возможен в области малых угловых отношений между векторами движения (механического состояния). Встаёт вопрос: не происходит ли переход к классическому сложению вероятностей аналогичным образом?

Пусть относительные вероятности для логических отношений между a и b описываются вектором:

$$\vec{\psi} = x_0\vec{e}_0 + x_{1-3}\vec{e}_{1-3}, \text{ для которого } |\vec{\psi}|^2 = x_0^2 + x_{1-3}^2, \text{ и } P\left(\frac{x_i}{x_j}\right) = \frac{x_i}{x_j} = \text{ctg}^2\theta_{ij}.$$

Определим в качестве инварианта координатные преобразования $|\vec{\psi}|$. Тогда

$$\vec{\psi} = x_0\vec{e}_0 + x_{1-3}\vec{e}_{1-3} = x'_0\vec{e}'_0 + x'_{1-3}\vec{e}'_{1-3}.$$

Умножим скалярно на \vec{e}_0 :

$$x_0 \vec{e}_0 \cdot \vec{e}_0 + x_{1-3} \vec{e}_{1-3} \cdot \vec{e}_0 = x'_0 \vec{e}'_0 \cdot \vec{e}_0 + x'_{1-3} \vec{e}'_{1-3} \cdot \vec{e}_0,$$

получим

$$x_0 \cdot 1 + x_{1-3} \cdot 0 = x'_0 \cdot \cos\alpha - x'_{1-3} \cdot \sin\alpha. \quad (13)$$

Умножим скалярно на \vec{e}_{1-3} :

$$x_0 \vec{e}_0 \cdot \vec{e}_{1-3} + x_{1-3} \vec{e}_{1-3} \cdot \vec{e}_{1-3} = x'_0 \vec{e}'_0 \cdot \vec{e}_{1-3} + x'_{1-3} \vec{e}'_{1-3} \cdot \vec{e}_{1-3},$$

получим

$$x_0 \cdot 0 + x_{1-3} \cdot 1 = x'_0 \cdot \sin\alpha + x'_{1-3} \cdot \cos\alpha. \quad (14)$$

Разделим (2) на (1). Получим

$$\frac{x_{1-3}}{x_0} = \frac{x'_0 \sin\alpha + x'_{1-3} \cos\alpha}{x'_0 \cos\alpha - x'_{1-3} \sin\alpha}. \quad (15)$$

Разделим числитель и знаменатель справа на $\cos\alpha$. Получим

$$\frac{x_{1-3}}{x_0} = \frac{x'_0 \cdot \operatorname{tg}\alpha + x'_{1-3}}{x'_0 - x'_{1-3} \cdot \operatorname{tg}\alpha}. \quad (16)$$

Разделим числитель и знаменатель справа на x'_0 . Получим

$$\frac{x_{1-3}}{x_0} = \frac{\operatorname{tg}\alpha + \frac{x'_{1-3}}{x'_0}}{1 - \frac{x'_{1-3}}{x'_0} \cdot \operatorname{tg}\alpha}. \quad (17)$$

Подставим $\frac{x'_{1-3}}{x'_0} = \operatorname{tg}\beta$. Получим

$$\frac{x_{1-3}}{x_0} = \frac{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta}{1 - \operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{tg}\beta} = \operatorname{tg}(\alpha + \beta). \quad (18)$$

Ранее мы определили наши относительные вероятности через квадрат котангенса угла между двумя векторами в пространстве относительных вероятностей. Для выбранного ортогонального базиса – это угол между проекцией вектора на плоскость и одной из орт:

$$\operatorname{ctg}^2(\alpha + \beta) = \left(\frac{x_0}{x_{1-3}} \right)^2 = P\left(\frac{U \setminus (a \vee b)}{(a \vee b)} \right),$$

$$\operatorname{ctg}^2\beta = \left(\frac{x'_0}{x'_{1-3}} \right)^2 = P\left(\frac{U \setminus (a \vee b)'}{(a \vee b)'} \right).$$

Тогда угол α – это угол поворота орт базиса, и

$$\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}((\alpha + \beta) - \beta) = \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \beta) - \operatorname{tg}\beta}{1 + \operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{tg}\beta}. \quad (19)$$

Напрашивается вывод: классическое сложение вероятностей становится возможным в области малых углов и малых тангенсов, когда котангенсы и равные их квадратам относительные вероятности $P\left(\frac{U \setminus (a \vee b)}{(a \vee b)} \right)$ достаточно боль-

шие. Как следует из формы $P\left(\frac{U \setminus (a \vee b)}{(a \vee b)}\right)$, такая ситуация складывается, например, тогда, когда универсум U очень большой и включает в себя макроскопическое число микросостояний. То есть речь идёт о некотором переходе, который по-другому можно описать, как *декогеренцию* волновой функции [10]. Этот переход объективно необходим, когда физические условия не позволяют отделить квантовую систему от окружения и таким образом «отсечь» макроскопический универсум степеней свободы.

В связи с этим проясняется и другой вопрос: почему постоянная Планка такая маленькая? Ведь постоянная Планка – это размерная постоянная, и теоретически её можно было выбрать любой, но почему-то выбрали очень маленькую. Ответ можно найти, используя антропный аргумент: для эффективной коммуникации между субъектами необходима классическая определённая достоверность, которая могла бы обеспечить универсальную для всех наблюдателей достоверность. Определённость достижима только при выборе макроскопической мощности универсума U , что по-другому может быть выражено как выбор малой размерной постоянной \hbar . Проще говоря, поскольку физики не могут быть размером с молекулу – а иначе им затруднительно было бы вести научные дискуссии – им чаще всего удобнее иметь дело с системами единиц, в которых постоянная Планка очень мала.

Релятивистские отношения величин и соотношение неопределённости Гейзенберга

Ещё один общий аспект СТО и квантовой механики помогает понять устройство объективной реальности: соотношение динамических и метрических величин. В квантовой механике оно устанавливается соотношением неопределённости $\Delta p_x \cdot \Delta x \geq \hbar^6$.

Определим $\Delta x = |x - x_0|$, $\Delta x' = |x' - x'_0|$, $\Delta p = |p - p_0|$, $\Delta p' = |p' - p'_0|$.

Допустим, космическая лаборатория изменила скорость относительно расположенного рядом облака космической пыли с $v = V$ до $v' = 0$. Инерциальная СО S лаборатории до изменения скорости, S' – после. С учётом прямого преобразования Лоренца $x' = \frac{x - Vt}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$ и $t = t_0$, получим

$$\Delta x = |x - x_0| = \left| x' \cdot \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}} + Vt - x'_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}} - Vt_0 \right| = \Delta x' \cdot \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}. \quad (20)$$

С учётом обратного преобразования Лоренца $p = \frac{p' + \frac{vE'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$, при условии неизменной массы частиц $E = E' = mc^2$, получим

⁶ Для энергии и времени $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar$, но это уже не соотношение Гейзенберга.

$$\Delta p = |p - p_0| = \left| \frac{p' + \frac{vE'}{c^2} - p_0' - \frac{vE_0'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right| = \left| \frac{p' - p_0'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \right|. \quad (21)$$

Соответственно можем записать для одного и того же наблюдателя $\Delta p \cdot \Delta x = \text{const}$ при релятивистских преобразованиях. Соотношение $\Delta E \cdot \Delta t = \text{const}$ доказывается аналогично, хотя, с другой стороны, следует и из свойств преобразования Фурье.

Но в таком же духе можно истолковать и квантово-механическое соотношение $\Delta p \cdot \Delta x \geq \hbar$ – как некоторый инвариант, сохраняющийся при изменении макроскопической настройки системы (преобразованиях квантового базиса). В отличие от чисто метрических и чисто динамических инвариантов «метродинамический» является объективным в том смысле, что не зависит от выбора способа нормировки векторов. Пользуясь терминологией Эйнштейна [2. С. 445], можно прийти к выводу, что «элементом реальности» служит не отдельно энергия и время, или импульс и координата, а их произведение с размерностью действия: относительное действие. *Относительное действие* S оказывается инвариантом, общим для КМ и СТО и выражающим отношение величин.

В этой связи *принцип наименьшего действия* оказывается естественным математическим следствием инвариантности действия, так как экстремумы функций сохраняют свои свойства при линейных преобразованиях координат, а значит, в случае функций физических величин, – являются объективной, независимой от выбора координат, реальностью.

Если так, то соотношения квантовой неопределённости и взаимного релятивистского преобразования метрических и динамических величин получают общее объяснение как *вычислительный эффект* при преобразовании относительных физических величин. При этом действие следует рассматривать как искомую объективную часть физической реальности, а отдельно метрические и динамические величины как её проекции, зависимые от дополнительного выбора условий измерения.

Следует отдать должное Бору, который писал, указывая на общность принципов КМ и СТО: «...характерная для теории относительности зависимость всех показаний масштабов и часов от принятой системы отсчёта может быть, далее, сравнена с тем не поддающимся контролю обменом количеством движения и энергией между измеряемыми объектами и всеми приборами, определяющими пространственно-временную систему отсчёта, который приводит нас в квантовой теории к положению вещей, характеризующему понятием *дополнительности*» [2. С. 457]. Таким образом, боровский *принцип дополнительнойности* оказывается тесно связанным с принципом относительности фундаментальных физических величин.

Нелокальность как вычислительный эффект

В свете вышеизложенного напрашивается следующее объяснение нелокальностей в КМ: сходство нелокальных эффектов в СТО и КМ следует из

общности свойств относительных величин в этих двух теориях. Нелокальную квантовую корреляцию можно описать в терминах, близких к языку СТО как изменение относительных величин, связанное с переходом от одной системы отсчёта (базиса) к другой. Но такой переход является чисто вычислительной процедурой, не связанной с физическим действием. И в этом легко убедиться, анализируя найденные параллели между измерениями в КМ и в СТО. Допустим, лаборатория наблюдателя изменила свою скорость. Тогда соотношение длин отрезков, один из которых измерен в лаборатории, а другой – где-нибудь в космосе, «мгновенно» изменилось. «Мгновенно» изменились во всём пространстве и относительные плотности вероятности вдоль вектора изменения скорости. При этом, например, облако межзвёздного газа, удалённое на десятки парсеков, «мгновенно» сгустилось в направлении релятивистского сокращения длины. Но это никого из физиков не удивляет, поскольку сигнал, подтверждающий это «мгновенное» сгущение, свет не обгонит, а достигнет Земли, как и положено, через много лет. Если так, то почему нас должно удивлять мгновенное изменение условных вероятностей в квантовых экспериментах, если они, как и расстояния, являются формой относительной величины? Вопрос, разумеется, риторический, ведь в квантовых экспериментах сводные сигналы, подтверждающие «мгновенность» квантовой корреляции, тоже приходят с необходимым согласно СТО опозданием.

Однако почему абсолютные, соответствующие достоверным сигналам, вероятности передаются только вдоль времениподобных и светоподобных интервалов, а относительные вероятности – вдоль любых? Ответ: относительные вероятности не передаются, они объективно существуют как нелокально заданные отношения. Чтобы передать достоверную безусловную информацию, этого недостаточно. Для гарантии безусловности нужен постоянно макроскопический универсум U степеней свободы вдоль всего интервала передачи сигнала, а такой универсум можно с гарантией создать только вдоль времениподобного или светоподобного интервала в виде макроскопического тела с досветовой скоростью или фотонов.

Заключение

Всё вышесказанное подводит нас к мысли, что проблему квантовой нелокальности пора начать рассматривать как следствие недооценки значения и недостаточной проработки общетеоретической базы двух теорий: специальной теории относительности и нерелятивистской квантовой механики. Неожиданно наталкиваемся на ещё один вариант антропного объяснения проблемы квантовой нелокальностей: физика такова, поскольку такова история её создания физиками.

Наши взгляды в чём-то перекликаются с подходом авторов *реляционной интерпретации* квантовой механики⁷ и *квантовым байесианством*⁸.

⁷ Relational Quantum Mechanics.

⁸ QBism.

Отличие от *реляционной интерпретации* [8], однако, в том, что относительность физических величин мы связываем не только с физической реальностью, как таковой, но и с естественными требованиями коммуникативного инструментария физической науки и универсальностью научного языка. В отличие от сторонников *квантового байесианства* [9] мы не считаем вероятности субъективными на фундаментальном уровне. Наоборот, мы утверждаем, что относительные вероятности нужно рассматривать как объективные и универсально однозначные, вне зависимости от дальнейшего выбора вычислительного инструмента, который может носить условный или исторический характер.

В этой связи появляется возможное решение поставленной в статье ЭПР проблемы полноты физической теории, формулируемой следующим критерием: «...каждый элемент физической реальности должен иметь отражение в физической теории» [2. С. 440]. Измеряя относительные физические величины и анализируя результаты измерений (объективная часть), мы вправе выбирать для нашей теории наиболее подходящие вычислительные инструменты и «вычислительные приёмы» (субъективная часть). К последним можно отнести выбор правила нормировок, установление инвариантов и выбор точки пересмотра вероятностей («коллапс волновой функции») [10]. Но при этом элементами физической реальности оказываются не отдельные величины, а пары канонически-сопряжённых величин. Описывающая их теория является полной.

Отдельно следует сказать об информационной интерпретации КМ, которая набирает популярность среди физиков. В своих работах её сторонники, такие как А. Цейлингер, делают акцент на объёме информации, которую можно извлечь из системы, рассматривая её как инвариант при преобразованиях квантового базиса и, при условии замкнутости системы, как сохраняющуюся во времени величину. Они делают следующий вывод, что «общая информация, содержащаяся в системе, составляет k битов для системы, содержащей k кубитов»⁹ [11]. На наш взгляд, такая интерпретация поспешна, так как не учитывает неустранимую *контекстуальность* квантовой механики, фиксируемую, например, теоремой Кохена – Спекера [12]. Очевидно, что контекстуальность квантово-механических истин является проявлением свойств множества истинностных значений, которое в фундаментальном случае, как мы показали в этой работе, с необходимостью представлено одной из групп симметрии ($U(1)$ в случае КМ). Но множество элементов группы $U(1)$ в пределе обладает континуальной мощностью, и ясно, что 1 бита информации явно недостаточно для учёта всех возможных контекстов измерения квантового бита. Таким образом, с учётом контекста, правильнее сказать, что один кубит содержит бесконечное число бит относительной информации, но для одного наблюдателя оказывается доступным из этого лишь 1 бит, а именно тот, который получен в условиях выбранного базиса измерения. Этим квантовый бит как раз и отличается от классического, за которым не стоит никакой «трансцендентальной реальности».

⁹ Перевод авторов статьи.

Ситуация в КМ в этом отношении мало отличается от ситуации в СТО, где также одному наблюдателю соответствует лишь один набор измеренных величин, но в физической системе, как таковой, содержится *континуум информации* обо всех возможностях измерений в разных СО. И эта информация не просто содержится, она каким-то образом независимо от нас работает «за кулисами» наших действий, гарантируя воспроизводимость наших опытов при соблюдении равенства условий. Считать ли этот упорядоченный *континуум информации* «нелокальными скрытыми параметрами» или нет, мы думаем, вопрос философский.

Стоит упомянуть и принцип причинности, который также подлежит некоторому уточнению в свете актуального разделения относительных физических величин, существующих с необходимостью, то есть объективно, и вычислительного инструментария, носящего опциональный характер. По нашему мнению, последовательность применения линейных операторов выбирает экспериментатор, и в случае их некоммутативности она становится важной. В этой связи гипотетическое нарушение причинности выглядит, как попытка экспериментатора, обогнав предельную скорость, вернуться в прошлое и изменить свой собственный выбор. Именно это и невозможно. Но при этом следует отдавать себе отчёт в том, что линейные операторы, действующие на систему, никак объективную физическую реальность относительных величин не изменяют, как их не переставляй. Таким образом, вопрос причинности невозможно отделить от физических свойств самого наблюдателя, и он должен рассматриваться в том числе и с *антропных позиций*: как невозможность привязки собственной СО сознательного существа к суперлюминальным феноменам, таким как квантовые корреляции, или к фотону в идеальном вакууме.

Возвращаясь к радикальной формулировке *антропного принципа* Уилером, который заявил, что Вселенную приводит к бытию наблюдатель, отметим, в чем, на наш взгляд, Уилер не прав: физическая реальность существует и без наблюдателя, то есть объективно, но её *существование носит условный и относительный характер* до того самого момента, как наблюдатель сформулирует принципы того, каким образом он сам определяет для себя физическое бытие. Наблюдатель должен вначале решить, что именно он понимает под существованием тех объектов, которые он собирается искать, а уже затем, пользуясь выражением Бора: «*задать вопрос экспериментально*». Чтобы быть безусловно найденными в реальности, физические объекты должны вначале появиться в языке физики в виде безусловных истин. Покончить с условностями и относительностями реального мира можно, только задав точные физические условия.

Литература

1. Wheeler J. A. Genesis and Observership. Foundational Problems in the Special Sciences. Dordrecht, 1977. P. 27.
2. Фок В. А., Эйнштейн А., Подольский Б., Розен Н., Бор Н. Можно ли считать, что квантовомеханическое описание физической реальности является полным? // УФН. 1936. Т. XVI, № 4. С. 436–457.

3. Zeilinger A. Nicht mal Gott weiss, wie es ausgeht. Die Weltwoche, 01.12.2005. № 48.
4. Бурбаки Н. Основные структуры анализа. Книга первая: Теория множеств. Мир, 1965.
5. Владимиров Ю. С. Реляционная концепция Лейбница-Маха // Метафизика. 2016. № 3 (21). С. 69–85.
6. Montanus H. Special relativity in an absolute Euclidean Space-Time // Physics Essays. 1991. Vol 4, no. 3. P. 354.
7. Белинский А. В., Шульман М. Х. О парадоксах, связанных с изменением системы отсчёта // Метафизика. 2022. № 2 (44). С. 40–54.
8. Rovelli C. Relational quantum mechanics // International Journal of Theoretical Physics. 1996. No. 35. P. 1637–1678.
9. Adlam E. Rovelli.C. Information is Physical: Cross-Perspective Links in Relational Quantum Mechanics. arXiv:2203.13342v2 // Quantum Physics. 2022. P. 1.
10. Mermin N. D. Why QBism Is Not the Copenhagen Interpretation and What John Bell Might Have Thought of It. // Quantum [Un]Speakables II / Bertlmann, Reinhold; Zeilinger, Anton (eds.). The Frontiers Collection, Springer International Publishing, 2017. P. 83.
11. Белинский А. В. Об объективности коллапса волновой функции // Мир измерений. 2022. № 1. С. 12–15.
12. Brukner Č., Zeilinger A. Operationally Invariant Information in Quantum Measurements // Physical Review Letters. 1999. Vol. 83, no. 17. P. 3354.
13. Kochen S., Specker E. P. The Problem of Hidden Variables in Quantum Mechanics // Journal of Mathematics and Mechanics. 1967. Vol. 17, no. 1. P. 59–87.

NONLOCAL CORRELATIONS AND RELATIVITY OF PHYSICAL QUANTITIES

A.V. Belinsky^{1*}, I.I. Djadan^{2**}

¹*Faculty of Physics, Moscow State University named after M.V. Lomonosov
build. 2, 1 Leninskiye Gory, Moscow, 119991, Russian Federation*

²*Physicist
build. 7, LGAU town, Lugansk, 291008, Russian Federation*

Abstract. Since the paper of Einstein, Podolsky and Rosen was published where the quantum nonlocality phenomenon was first problematized many physical explanations for this have been proposed. None of them won full recognition from physicists. Perhaps it is time to consider the issue more broadly with the involvement of non-physical arguments that have an abstract mathematical, general scientific, philosophical and historical projections. This work is an attempt at such a direction.

Keywords: nonlocality, relative quantities, binarity, anthropic principle, Euclidean Relativity, light cone, Quantum Bayesianism, Relational Quantum Mechanics, quantum decoherence, information, Bohr's complementarity

* E-mail: belinsky@physics.msu.ru

** E-mail: idzhadan@yandex.ru

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2-76-80

EDN: JNHFFQ

СЛУЧАЙНОЕ ГИЛЬБЕРТОВО ПРОСТРАНСТВО И ВИНЕРОВСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Ю.П. Рыбаков

*Российский университет дружбы народов
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6*

Аннотация. Обсуждается предложенное Винером специальное представление квантовой механики, в котором волновая функция выступает как гауссовская случайная величина, то есть как вектор случайного гильбертова пространства. Проясняется связь этого представления с известной программой Эйнштейна по созданию последовательной полевой формулировки физики частиц, в которой частицы рассматриваются как солитоны, сгустки некоторого материального поля, подчиняющегося нелинейным уравнениям.

Ключевые слова: случайное гильбертово пространство, солитонные конфигурации, топологические инварианты

Американский математик Норберт Винер хорошо известен своими работами по логике, вычислительной математике, кибернетике, гармоническому анализу и теории вероятности. Будучи профессором Массачусетского технологического института, он читал студентам-электрикам лекции, которые впоследствии были изданы [1], по применению теории случайных процессов к электрическим сетям. Любопытно, что в этих лекциях Винер нашел неожиданное приложение построенной им *теории броуновского движения* (знаменитой *меры Винера*) к квантовой механике. Ему удалось построить специальное представление волновой функции как элемента случайного гильбертова пространства \mathcal{H}_{rand} , в котором скалярное произведение определяется с помощью операции усреднения M :

$$(\psi_1, \psi_2) = M(\psi_1^* \psi_2). \quad (1)$$

Предварительно Винер рассмотрел вещественную броуновскую траекторию $x(s, \alpha)$ с номером $\alpha \in [0, 1]$, параметром эволюции $s \in [0, 1]$ и коррелятором вида

$$\int_0^1 d\alpha x(s, \alpha) x(s', \alpha) = \min(s, s'). \quad (2)$$

Этот броуновский случайный процесс обобщается на комплексное пространство:

$$z(s | \alpha, \beta) \equiv [x(s, \alpha) + i y(s, \beta)] / \sqrt{2}; \quad \alpha, \beta \in [0, 1], \quad (3)$$

а параметр эволюции связывается с координатой \vec{r} квантовой частицы путем стандартного отображения

$$\vec{r} \in R^3 \Rightarrow s \in [0, 1].$$

После этого волновая функция $\psi(s)$ подвергается интегральному преобразованию

$$\int_{s \in [0,1]} dz (s | \alpha, \beta) \psi(s) = \langle \alpha, \beta | \psi \rangle \in \mathcal{H}_{rand}. \quad (4)$$

При этом из (2) выводится условие унитарности данного преобразования:

$$\int_0^1 ds |\psi(s)|^2 = \iint_{[0,1]^2} d\alpha d\beta |\langle \alpha, \beta | \psi \rangle|^2. \quad (5)$$

Целью настоящей работы является установление связи между подходом Винера к квантовой механике и грандиозной программой геометризации физики, предложенной Эйнштейном [2; 3] и Ми [4] и основанной на изложенной выше концепции единого (первичного) материального поля (“unitary field”). Для обоснования этой связи прежде всего необходимо ответить на вопрос о природе первичного нелинейного поля, сгустками которого являются частицы. Для ответа на этот вопрос обратимся к знаменитой задаче Л. Эйлера об n квадратах [5]:

«Представить квадрат суммы n квадратов вещественных чисел в виде суммы n квадратов:

$$\left(\sum_{i=1}^n a_i^2 \right)^2 = \sum_{i=1}^n c_i^2,$$

где c_i – билинейные комбинации чисел a_k ».

Оказывается, что при $n = 2$ решение этой задачи было уже известно Пифагору, Диофанту, Фибоначчи, Брахмагупте и другим античным математикам. В этом случае $c_1 = a_1^2 - a_2^2$; $c_2 = 2a_1a_2$, и иллюстрацией применения этого решения может служить знаменитый «египетский треугольник» со сторонами 3, 4, 5. В 1748 году Эйлер получил решение для $n = 3$ и $n = 4$, используя ортогональные матрицы размерности соответственно 3×3 и 4×4 , элементы которых суть билинейные комбинации 4 и 8 произвольных чисел. Комментируя последнее полученное решение, он записал в своем дневнике (цит. по: [5]):

«Это решение заслуживает тем большего внимания, что я пришел к нему не при помощи какого-либо определенного метода, а как бы догадками; а так как оно к тому же содержит 8 произвольных чисел, которые после приведения к единице сводятся к семи, то едва ли можно сомневаться, что решение это универсальное и включает в себе все возможные решения. Если кто-нибудь найдет прямой путь к проведению этого решения, то будет считаться, что он оказал анализу выдающуюся помощь. Существуют ли подобные решения для более широких квадратов, которые состоят из 25, 36 и т. д. чисел, я едва ли решусь утверждать. Тут не только обыкновенная алгебра, но и диофантов метод, кажется, получит огромный вклад».

Впоследствии выяснилось, что решение, найденное Эйлером, может быть получено при помощи кватернионов [5]. Более того, в 1838 году немецкий алгебраист Адольф Гурвиц доказал фундаментальную теорему о существовании только *четырех нормированных алгебр*, а именно алгебр вещественных и комплексных чисел, кватернионов и бикватернионов (октав) [6; 7]. Согласно теореме Гурвица, задача Эйлера не имеет решения при $n = 5, 6, 7$, но имеет его при $n = 8$.

Изящное геометрическое решение задачи Эйлера при $n = 8$ нашел выдающийся итальянский геометр Франческо Бриоски (1824–1897) [8], который для описания 8-мерного пространства использовал *комплексные проективные координаты – спиноры*, имеющие 16 компонент. Бриоски обнаружил для 8-пространства замечательную симметрию – *принцип триальности* [9], согласно которому существует три равноправных геометрических объекта: 8-вектор и два 8-компонентных полуспинора, линейные преобразования которых порождают вращения в 8-пространстве. При этом решение задачи Эйлера опирается на замечательное *тождество Бриоски*, справедливое для любого 8-спинора ψ :

$$j_\mu j^\mu - \tilde{j}_\mu \tilde{j}^\mu = s^2 + p^2 + \vec{v}^2 + \vec{a}^2, \quad (6)$$

где используются стандартные билинейные по спинорному полю величины:

$$s = \bar{\psi} \psi, \quad p = i \bar{\psi} \gamma_5 \psi, \quad \vec{v} = \bar{\psi} \vec{\lambda} \psi, \quad \vec{a} = i \bar{\psi} \gamma_5 \vec{\lambda} \psi, \\ j_\mu = \bar{\psi} \gamma_\mu \psi, \quad \tilde{j}_\mu = \bar{\psi} \gamma_\mu \gamma_5 \psi, \quad \bar{\psi} = \psi^\dagger \gamma_0,$$

содержащие матрицы Дирака γ_μ , γ_5 и внутренние (изотопические) матрицы Паули $\vec{\lambda}$.

Структура тождества (6) идеально подходит для обеспечения устойчивости солитонов как конфигураций с минимальной энергией. В самом деле, если считать, что для искомого состояния правая часть (6) принимает некоторое фиксированное значение (*принцип спонтанного нарушения симметрии*):

$$s^2 + p^2 + \vec{v}^2 + \vec{a}^2 = const, \quad (7)$$

то уравнение (7) определяет структуру полевого многообразия, то есть соответствующее фазовое пространство, 7-сферу S^7 . Нетрудно видеть, что S^7 включает в качестве подмногообразий сферы S^3 и S^2 , для которых третья гомотопическая группа нетривиальна:

$$\pi_3(S^3) = \pi_3(S^2) = \mathbb{Z}.$$

Например, в случае $s^2 + \vec{a}^2 = const$ получаем сферу S^3 , порождающую состояния с нетривиальным топологическим зарядом типа *степени отображения*

$$Q = \deg(S^3 \Rightarrow S^3) = \mathbb{B},$$

который может быть интерпретирован как *барионное число*. К этому классу относится хорошо известная в ядерной физике *модель Скимма* [10].

Наконец, в случае подмногообразия S^2 : $\vec{v}^2 = const$, получаем состояния с нетривиальным индексом Хопфа $Q_H = L$, который, по предложению Л.Д. Фаддеева [11], может быть интерпретирован как *лептонное число*. Существование топологических солитонов в указанных моделях было строго установлено [12].

Для объединенного описания барионов и лептонов естественно использовать 16-компонентные спиноры Бриоски $\Psi = \psi_1 \oplus \psi_2$ как соединение двух 8-спиноров. Это позволяет получить 16-спинорную реализацию *киральной модели Скимма – Фаддеева* [13], допускающей существование стабильных солитонных конфигураций. Оказывается, что с помощью солитонов можно построить специальное стохастическое представление о волновой функции, эквивалентное винеровскому [13–15]. Для иллюстрации метода построения этого представления предположим, что нам известна лагранжева плотность модели L , зависящая от некоторого многокомпонентного вещественного поля ϕ и его производных. Допустим, что рассматривается n -частичная конфигурация, задаваемая n -солитонным решением. В таком случае поле ϕ и его канонический импульс $\pi = \partial L / \partial \dot{\phi}_i$ разбиваются на n солитоноподобных слагаемых:

$$\phi(t, \vec{r}) = \sum_{k=1}^n \phi^{(k)}(t, \vec{r}); \quad \pi(t, \vec{r}) = \sum_{k=1}^n \pi^{(k)}(t, \vec{r}). \quad (8)$$

Введем теперь на основании (8) вспомогательные комплексные функции

$$\varphi^{(k)}(t, \vec{r}) = [\nu_k \phi^{(k)} + i \pi^{(k)} / \nu_k] / \sqrt{2}; \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (9)$$

в которых постоянные ν_k находятся из условия нормировки

$$\hbar = \int d^3x |\varphi^{(k)}|^2,$$

где \hbar – постоянная Планка. Рассмотрим теперь случайную выборку из $N \gg 1$ солитонных конфигураций (9), считая их независимыми. Например, случайными могут быть как сами профили (9), так и их фазы и скорости. В результате можно построить следующий аналог волновой функции в конфигурационном пространстве R^{3n} :

$$\Psi_N(t, \vec{r}_1, \dots, \vec{r}_n) = (\hbar^n N)^{-1/2} \sum_{j=1}^N \prod_{k=1}^n \varphi_j^{(k)}(t, \vec{r}_k). \quad (10)$$

При этом одночастичная конфигурация в j -м испытании есть $\varphi_j^{(k)}(t, \vec{r}_k)$.

Как видно, конфигурация (10) представляет собой сумму большого числа независимых случайных солитонов, имеющих конечную дисперсию, и поэтому, согласно центральной предельной теореме [16], она является гауссовской случайной переменной, эквивалентной винеровскому представлению волновой функции. В работах [13–15] было показано, что структура (10) согласуется с нерелятивистской квантовой механикой, и в частности, с правилом Борна вычисления средних, если ошибка измерения координаты намного больше, чем размер частицы-солитона.

Литература

1. Винер Н. Нелинейные задачи в теории случайных процессов. М.: Изд-во иностранной литературы, 1961.д
2. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 2. М.: Наука, 1966.
3. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967.
4. Mie G. Grundlagen einer Theorie der Materie // Ann. der Physik. 1912. В. 37. S. 511–534; В. 39, S. 1–40; 1913. В. 40, S. 1–66.
5. Граве Д. А. Трактат по алгебраическому анализу. Т. 1: Начала науки. Киев: Изд-во АН УССР, 1938.
6. Hurwitz A. Über die Komposition der quadratischen Formen von beliebig vielen Variablen // Nachr. Ges. der Wiss. Gött. 1898. S. 309-316.
7. Конвей Дж. Х., Смит Д. А. О кватернионах и октавах, об их геометрии, арифметике и симметриях. М.: Изд-во МЦНМО, 2009.
8. Nœther M. Francesco Brioschi // Math. Ann. 1898. В. 50. S. 477–491.
9. Cartan E. The Theory of Spinors. Paris: Hermann, 1966.
10. Skyrme T. H. R. A unified field theory of mesons and baryons // Nucl. Phys. 1962. Vol. 31, no. 4. P. 556–569.
11. Faddeev L. D. Gauge invariant model of electromagnetic and weak interactions of leptons // Rep. Acad. Sci. USSR. 1973. Vol. 210, no. 4. P. 807–810.
12. Rybakov Yu. P. Axially symmetric topological configurations in the Skyrme and Faddeev chiral models // Eurasian Math. Journal. 2015. Vol. 6, no. 2. P. 82-89.
13. Rybakov Yu. P. On the causal interpretation of quantum mechanics // Found. of Phys. 1974. Vol. 4, no. 2. P. 149–161.
14. Rybakov Yu. P. La théorie statistique des champs et la mécanique quantique // Ann. Fond. L. de Broglie. 1977. Vol. 2, no. 3. P. 181–203.
15. Rybakov Yu. P. Topological solitons in the Skyrme – Faddeev spinor model and quantum mechanics // Gravitation and Cosmology. 2016. Vol. 22, no. 2. P. 179–186.
16. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. М.: ГИФМЛ, 1961.

RANDOM HILBERT SPACE AND WIENER'S INTERPRETATION OF QUANTUM MECHANICS

Yu.P. Rybakov

RUDN University

6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation

Abstract. The special representation of quantum mechanics suggested by Wiener is studied, the wave function being considered as Gaussian random variable, i. e. the vector of the random Hilbert space. The connection between this representation and the well-known Einstein's program aiming at creating the consistent field formulation of particle physics is revealed, with particles being represented as solitons, clots of some material field satisfying nonlinear equations.

Keywords: random Hilbert space, soliton configurations, topological invariants

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2-81-85

EDN: INTEEQ

О ПРОБЛЕМЕ ВРЕМЕНИ В КВАНТОВОЙ КОСМОЛОГИИ

М.Л. Фильченков, Ю.П. Лаптев

*Институт гравитации и космологии
Российского университета дружбы народов
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6*

Аннотация. Рассмотрена проблема времени в квантовой космологии в рамках квантовой геометродинамики. Рождение Вселенной интерпретируется как туннелирование планкееона через потенциальный барьер. Под барьером время мнимо. В классической области возникает действительное время, определяемое фазой квазиклассической волновой функции, зависимость которого от масштабного фактора описывает эволюцию Вселенной.

Ключевые слова: квантовая космология, волновая функция Вселенной и её эволюция, проблема времени

Введение

Четырёхмерное пространство-время расщепляется на время и трёхмерное пространство мгновенных конфигураций, которые образуют пространство 3-геометрий, рассматриваемое в квантовой космологии. Вместе с тем её классический предел описывает эволюцию Вселенной во времени. В этом и состоит проблема времени в квантовой космологии. Эта проблема рассматривалась философами [1; 2] в основном на уровне интерпретаций. В частности, в работе [1] указывается на возможность введения времени в квазиклассическом приближении квантовой геометродинамики, а в работе [2] процитирован отрывок из программы Гордона, посвящённой квантовой космологии, в котором утверждается, что из фазы волновой функции Вселенной можно найти зависимость масштабного фактора от времени. Ниже проанализируем проблему времени более конкретно, в рамках квантовой геометродинамики.

Уравнение Уилера – ДеВитта в минисуперпространстве

В квантовой космологии волновая функция Вселенной записывается в пространстве 3-геометрий, то есть в уравнении Шрёдингера полагают $\frac{\partial \psi(\ ^3G)}{\partial t} = 0$. Отсюда получаем уравнение Уилера – ДеВитта $\hat{H}\psi = 0$. Поскольку каждая 3-геометрия описывает пространственную конфигурацию в определённый момент времени, в суперпространстве 3-геометрий время присутствует, хотя и неявно. Суперпространство 3-геометрий можно себе

представить в виде набора фотографий, сделанных в различные моменты времени, комбинация которых описывает его неявную зависимость от времени, так же как это происходит при демонстрации фильма. 3-геометрии являются пространственно-подобными сечениями 4-мерного пространства-времени, вероятность реализации которых определяется квадратом модуля волновой функции $|\psi({}^3G)|^2$.

Для однородной изотропной Вселенной I уравнение Фридмана

$$\frac{1}{2} \left(\frac{da}{d\eta} \right)^2 - \frac{4\pi G \varepsilon a^2}{3c^2} = -\frac{kc^2}{2},$$

может быть записано в виде гамильтоновой связи

$$H = \frac{p_a^2}{2} + \frac{ka^2}{2} - \frac{4\pi G \varepsilon a^4}{3c^4} = 0,$$

где ε – плотность энергии, a – масштабный фактор, $k = 0, \pm 1$ – параметр модели, путём замены обобщённого импульса $p_a = \frac{da}{a d\eta}$, η – конформное время, определяемое соотношением $cdt = ad\eta$.

Отсюда следует, что лагранжиан

$$L = \frac{p_a^2}{2} - \frac{ka^2}{2} + \frac{4\pi G \varepsilon a^4}{3c^4},$$

а обобщённый импульс

$$p_a = \sqrt{\frac{8\pi G \varepsilon a^4}{3c^4} - ka^2}.$$

Заменяя в гамильтоновой связи p_a на оператор $\hat{p}_a = \frac{l_{pl}^2}{i} \frac{d}{da}$, получаем уравнение Уилера – ДеВитта в минисуперпространстве масштабных факторов [3]

$$\frac{d^2\psi}{da^2} - V(a)\psi = 0,$$

где

$$V(a) = \frac{1}{l_{pl}^4} \left(ka^2 - \frac{8\pi G \varepsilon a^4}{3c^4} \right).$$

Из соотношения $Ld\eta = p_a da$ находим зависимость синхронного времени от масштабного фактора

$$t = \frac{1}{cl_{pl}^2} \int \frac{ada}{\sqrt{-V}}.$$

Квазиклассическое приближение квантовой геометродинамики

Рассмотрим квазиклассическое приближение квантовой геометродинамики. Квазиклассическая волновая функция имеет вид $\psi \sim e^{\frac{iS}{\hbar}}$, где действие запишется в виде

$$S = \hbar \int \sqrt{-V} da.$$

Находим связь между $t(a)$ и $S(a)$ в виде

$$t = \frac{\hbar}{cl_{pl}^2} \int \frac{ada}{\frac{dS}{da}}.$$

Поскольку время определяется фазой квазиклассической волновой функции, классический мир оказывается запрограммированным на квантовом уровне [3].

Для многокомпонентной среды с

$$\varepsilon(a) = \varepsilon_0 \sum_n B_n \left(\frac{r_0}{a}\right)^n,$$

где $n = 3(1 + w)$, $\sum_n B_n = 1$, $\frac{1}{r_0^2} = \frac{8\pi G \varepsilon_0}{3c^4}$, r_0 – горизонт де Ситтера. В случае баротропного уравнения состояния $p = w\varepsilon$. Рассмотрим зависимости масштабного фактора от времени и фазы квазиклассической волновой функции от масштабного фактора для однокомпонентных сред при $k = 0$.

Масштабный фактор

$$a(t) = r_0 \left(\frac{nct}{2r_0}\right)^{\frac{2}{n}} \text{ при } n \neq 0,$$

$$a(t) = r_0 e^{\frac{ct}{r_0}} \text{ при } n = 0.$$

Фаза волновой функции

$$\frac{S}{\hbar} = \frac{r_0^{\frac{n}{2}-1} a^{3-\frac{n}{2}}}{\left(3-\frac{n}{2}\right) l_{pl}^2} \text{ при } n \neq 6,$$

$$\frac{S}{\hbar} = \left(\frac{r_0}{l_{pl}}\right)^2 \ln \frac{a}{r_0} \text{ при } n = 6.$$

Рассмотрим указанные зависимости для деситтеровского вакуума, то есть при $w = -1, n = 0$:

$$a(t) = r_0 \left(\frac{nct}{2r_0}\right)^{\frac{2}{n}}, \frac{S}{\hbar} = \frac{a^3}{3r_0 l_{pl}^2}.$$

Деситтеровский вакуум, отвечающий первой инфляции, неустойчив, так как скорость звука $v_s = \sqrt{\left(\frac{\partial p}{\partial \rho}\right)_s}$ в этом случае мнима.

На временах $t \sim 10^{-33}$ с от сингулярности происходит Большой взрыв, сопровождающийся рождением ультрарелятивистских частиц и излучения с уравнением состояния $w = \frac{1}{3}, n = 1$. В этом случае получаем

$$a(t) = r_0 \sqrt{\frac{2ct}{r_0}}, \frac{S}{\hbar} = \frac{r_0 a}{l_{pl}^2}.$$

Возникновение времени в квантовой космологии

Сведём уравнение Уилера – ДеВитта в минисуперпространстве 3-геометрий с учётом соотношения

$$V(a) = \frac{2m_{pl}}{\hbar^2} [U(a) - E]$$

к уравнению типа стационарного уравнения Шрёдингера

$$\frac{d^2\psi}{da^2} - \frac{2m_{pl}}{\hbar^2} [U(a) - E]\psi = 0,$$

где

$$E = \frac{m_{pl}c^2}{2} \left(\frac{r_0}{l_{pl}} \right)^2 B_4.$$

Это уравнение описывает Вселенную, которая ведёт себя как планкеон с энергией излучения в поле остальных видов материи с $w \neq \frac{1}{3}$, которым отвечает потенциальная энергия $U(a)$. Рождение Вселенной из деситтеровского вакуума в результате квантовой флуктуации интерпретируется как туннелирование планкеона из додеситтеровской стадии через потенциальный барьер [4; 5].

Вероятность туннелирования даётся формулой Гамова

$$D = \exp\left(-\left|\frac{2}{\hbar} \int_{a_1}^{a_2} \sqrt{E - U} da\right|\right),$$

где $U(a_1) = U(a_2) = E$.

Под барьером, то есть при $E < U$, время мнимо, в силу мнимости квазиклассического действия, от которого оно зависит. После прохождения через барьер, то есть в классической области, возникает действительное время, зависимость от которого масштабного фактора описывает эволюцию фридмановской Вселенной. Таким образом, хотя время не присутствует явно в квантовой космологии, оно появляется в классической космологии.

Заключение

В квантовой геометродинамике волновая функция Вселенной записывается в минисуперпространстве масштабных факторов, неявно зависящем от времени, а фаза квазиклассической волновой функции зависит от масштабного фактора, описывающего эволюцию Вселенной. Найдена связь между зависимостями масштабного фактора от времени и фазы волновой функции от масштабного фактора для однокомпонентных сред, которая предопределяет классический мир на квантовом уровне. Это оказывается возможным, поскольку каждая 3-геометрия суперпространства, в котором определена волновая функция, описывает пространственную конфигурацию в определённый момент времени. Это означает, что суперпространство масштабных факторов содержит время неявно. Рождение Вселенной делает зависимость масштабного фактора от времени явной.

Литература

1. Эрекаев В. Д. Проблема времени в квантовой гравитации и космологии // *Метавселенная, пространство, время*: сб. М.: ИФРАН, 2013. С. 122–140.
2. Севальников А. Ю. Время в современной квантовой космологии // *Метафизика*. 2013. № 1 (7). С. 136–149.
3. Фильченков М. Л., Лантев Ю. П. *Квантовая гравитация: От микромира к мегамиру*. М.: Ленанд, 2016. 304 с.
4. Фомин П. И. Гравитационная неустойчивость вакуума и космологическая проблема // *ДАН УССР*, сер. А. 1975. Т. 9. С. 831.
5. Tryon E. P. Is the Universe a Quantum Fluctuation? // *Nature*. 1973. Vol. 246. P. 396–397.

ON THE TIME PROBLEM IN QUANTUM COSMOLOGY

M.L. Fil'chenkov, Yu.P. Laptev

*Institute of Gravity and Cosmology RUDN University
6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation*

Abstract. The problem of time in quantum cosmology in the framework of quantum geometrodynamics is considered. The birth of the Universe is interpreted as the tunneling of a planchet through a potential barrier. Under the barrier, time is imaginary. In the classical region there is a real time determined by the phase of the quasiclassical wave function, the dependence of which on the scale factor describes the evolution of the Universe.

Keywords: quantum cosmology, wave function of the Universe and its evolution, time problem

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2-86-102

EDN: GJXAGX

ОБНАРУЖЕНИЕ САМОРАСПАДА ПРОТОНА КАК НАУЧНАЯ И ФИЛОСОФСКАЯ ПРОБЛЕМА

М.Г. Годарев-Лозовский

*Лаборатория-кафедра «Прогностических исследований»
Института исследований природы времени**

Аннотация. Неспособимо чаще раньше распадается ядро атома, а протон продолжает своё существование, но в исключительно редких случаях возможна обратная последовательность: самораспад протона предвещает момент распада ядра. Мы полагаем, что проверяемой массой для обнаружения самораспада протона должна служить масса первичного нуклида ^{128}Te с самым длительным и подтвержденным экспериментально периодом полураспада. Самораспад протона будет отличаться от обычной радиоактивности гораздо больше выделяемой при нём энергии.

Ключевые слова: соотношение неопределенностей, период полураспада, адрон, Стандартная модель, изотоп, мировая материальная среда

В то время, как старшее поколение теоретиков чувствовало своими костями, что протон стабилен, молодёжь чувствовала нутром, что он всё-таки распадается.

Морис Гольдхабер

1. Соотношение неопределенностей для энергии и времени

Поясним: каждый из нас, по Гольдхаберу, «своими костями чувствует» то, что время жизни протона превосходит 10^{18} лет: иначе люди просто умирали бы от облучения продуктами распада нуклонов в ядрах атомов собственного тела [7. С. 131]. Но обратимся к принципу неопределенности.

Обычно соотношение неопределенностей для энергии и времени иллюстрируют тем, что невозможно предсказать точный момент распада той или иной квантовой частицы из некоторой совокупности однотипных частиц.

Мы предлагаем следующее самое общее его объяснение: множество моментов времени жизни от момента индивидуального рождения всякого микрообъекта в прошлом, которые заполнены взаимодействиями со средой, определяет индивидуальный момент времени его распада в будущем. Именно поэтому одно ядро одного и того же вещества может распасться через несколько

* E-mail: <http://www.chronos.msu.ru/ru/rindex>

секунд, а соседнее – через несколько миллиардов лет. Иначе выражаясь: *закономерный индивидуальный момент распада конкретного ядра атома детерминирован закономерной длительностью индивидуальной жизни этого самого ядра в конкретных условиях его среды*. При распаде ядра в подавляющем большинстве случаев входившие в него протоны продолжают своё существование.

Сразу оговорим то обстоятельство, что принятый исключительно из удобства описания квантовой реальности инструменталистский принцип неразличимости частиц не вытекает из какого-либо фундаментального научного или философского положения. Более того, онтологически: *всякая реальная частица может быть тождественна только себе самой и никакой другой частице* (рис. 1). При этом индивидуальному протону, присутствующему в конкретном ядре, нет оснований без известной причины, в течение жизни, менять ядро его пребывания. Ведь длина волны де Бройля для протона, находящегося в ядре, и вариационные принципы подобное запрещают.



Рис. 1. Статический срез модели атома: каждая частица и сам атом занимают только каждому из них присущее положение в пространстве

Для стационарных состояний известно, что когда время t , как параметр, принимается за актуально бесконечное, тогда энергия E конечной системы теоретически может быть определена с любой наперед заданной точностью. Но если состояние имеет конечное время жизни, энергию системы нельзя определить точнее, чем это позволяет соотношение неопределенностей: $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar/2$.

2. Два базовых философских постулата

Постулат структурности внешней и внутренней среды системы: всякая конечная квантовая система имеет внутреннюю и внешнюю структурированную материальную среду, в описании которой должны отсутствовать расходимости и перенормировки.

Постулат закономерности времени жизни системы: за актуально бесконечное время всякая конечная атомная система, кроме Вселенной в целом, распадается в строго определенное время.

3. Время жизни квантовых систем и их среды

Известно, что период полураспада примерно на 30,7 % короче, чем среднее время жизни конкретного микрообъекта из некоторой совокупности однотипных частиц. Для определения периода полураспада $T_{1/2}$, например, долгоживущего вещества используется радиоактивный изотоп, образец которого взвешивается и определяется количество атомов радиоактивного вещества, которые в нём находятся. В этом эксперименте определяется число ядер n , распадающихся в единицу времени.

Можно утверждать, что время полураспада: а) нейтрона и ядра атома – конечно (распад нейтрона внутри ядра энергетически не выгоден); б) протона – практически бесконечно (то есть не менее 10^{31} лет); в) электрона, возможно, – потенциально бесконечно и стремится к бесконечности (то есть необходимая для распада электрона структура его в настоящее время неизвестна, однако допущение без структурности приводит к бессмысленным бесконечностям массы и энергии этой частицы); г) время жизни мировой материальной среды – актуально бесконечно (то есть её исчезновение когда-либо в прошлом или в будущем абсолютно исключается в соответствии с законом сохранения энергии).

Уточним термин «бесконечность» применительно к нашим рассуждениям. Множество моментов времени жизни электрона, с нашей точки зрения, находится во взаимно однозначном соответствии с потенциально бесконечным множеством знаков после запятой периодической дроби, имеющим мощность неопределенно большого конечного множества, а множество моментов жизни мировой материальной среды – с актуально бесконечным счетным множеством знаков после запятой дроби непериодической, имеющим мощность счетного множества (см. аксиому Лозовского). Только в актуально бесконечном множестве часть – эквивалентна целому. Практически бесконечное множество – это конечное множество, которое, исходя из условий некоторой задачи, мы полагаем неограниченно большим [1].

«Стабильными считаются атомные ядра, время жизни которых сравнимо с временем существования Земли. Число стабильных ядер ≈ 350 » [2. С. 4]. Теоретически все ядра имеют период полураспада, но могут быть ошибочно приняты за стабильные из-за недостаточной точности измерений. Например, ядро ^{138}La , ранее считавшееся стабильным, позднее оказалось радиоактивным

с периодом полураспада $1,02(1) \cdot 10^{11}$ лет. Ядра могут распадаться самопроизвольно, по внутренним причинам. Самым длительным подтвержденным периодом полураспада обладают ядра теллура ($Z = 128$): $2,2 \cdot 10^{24}$ лет.

Мы предлагаем исходить из следующей важнейшей для нас аксиомы: *ядра с большим подтвержденным периодом полураспада имеют большую длительность жизни, чем: а) ядра с меньшим подтвержденным периодом полураспада; б) ядра, не имеющие подтвержденного периода полураспада.*

Возраст Земли составляет примерно 4,54 миллиарда лет. Но, где, прежде чем попасть на Землю, гипотетически могли находиться ядра, обладающие большим, чем возраст Земли, временем их полураспада? Астрономами надежно установлено: ядра многих веществ с длительным периодом полураспада участвуют в звездообразовании, а также присутствуют в космической пыли, которая ежедневно попадает на Землю.

Имре Бартош из университета Флориды и Сабольч Марка из Колумбийского университета полагают, что в космосе тяжелые элементы образуются с участием сверхновых: либо при их коллапсе, либо при их слиянии [3; 4]. Легкие элементы образуются в обычных звездах. Элементы тяжелее железа не могут синтезироваться при термоядерном синтезе, идущем в активно работающей обычной звезде, поскольку такое становится энергетически невыгодным. При этом очень вероятно: менее массивные ядра тяжелых элементов имеют своё происхождение от ещё более массивных за счет процессов распада и деления последних. Напротив: ядра легких элементов постоянно сливаются в звездах за счет нуклеосинтеза, не оставаясь самостоительными (рис. 2).

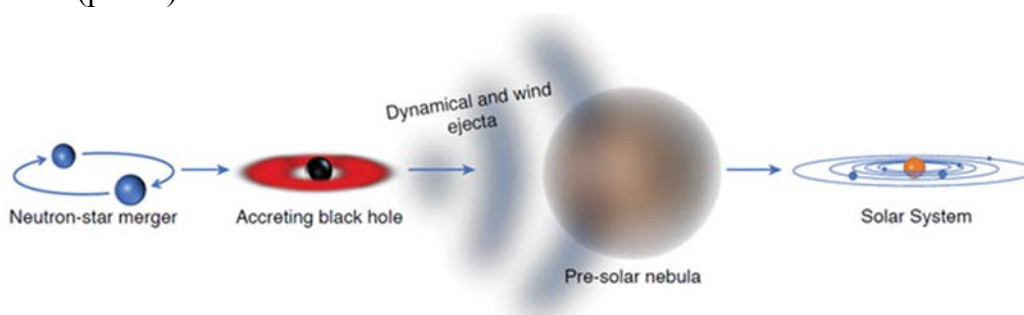


Рис. 2. Один из возможных путей появления основной массы долгоживущих элементов в газопылевом облаке, из которого впоследствии сформировалась Солнечная система [3; 4]

Распаду подвержены все элементы. Это означает, что легкие элементы, которые полагают стабильными, реально являются стабильными лишь условно и живут меньше долгоживущих и тяжелых элементов, но обозначить время жизни первых часто невозможно, ибо не определён их период полураспада. А отсюда напрашивается однозначный вывод, что, например, ядро тяжелого элемента теллура – 128 (^{128}Te) с самым длительным из подтвержденных периодом полураспада живет *несопоставимо дольше* стабильного и легкого изотопа водорода – протия (^1H), не имеющего определенного периода полураспада.

4. Самораспад микрообъектов

Протоны и нейтроны могут быть связаны друг с другом ядерной силой с образованием атомных ядер. Рано или поздно распадаются *все* существующие ядра. Свободный протон, не связанный с нуклонами, электронами и другими частицами, вероятно, наиболее стабилен. Но протон быстро связывается с электронами, поэтому свободные протоны наблюдаются очень редко, лишь при достаточно больших энергиях или температуре среды в состоянии плазмы. Полагают, что, например, распады нейтронов приводят к излучению протонов, электронов и антинейтрино некоторыми ядрами при их радиоактивном распаде. Но какую роль в самораспаде ядра может играть энергия составляющих его частиц?

Замечательный российский космолог А.Г. Шленов очень аргументированно постулирует следующее. «Помимо ряда хорошо известных процессов преобразования энергии происходят:

1. На каждом отрезке, равном длине волны де Бройля, микрообъект теряет энергию hN , равную энергии продольного фотона де Бройля (П-фотона), где h , N – постоянные Планка и Хаббла. Это положение применимо в первую очередь к несвязанным микрообъектам, фотону, нейтрино, протону, электрону, нейтрону... Оно позволяет объяснить эффект космологического красного смещения Хаббла и корпускулярно-волновой дуализм.

2. Образующийся в результате этого избыток П-фотонов поглощается веществом – пропорционально массе, с учетом энергии связи и дефекта массы, см. п. 3, что свидетельствует об электромагнитной природе гравитации и объясняет эквивалентность между инертной и гравитационной массой. В частности электрон на 1-й боровской орбите в атоме водорода за 1 период поглощает hN , на 2-й орбите за 1 период $8hN$, на 3-й орбите за 1 период $27hN$... За эти же промежутки времени протон поглощает, примерно, $1836hN$, $8 \cdot 1836hN$, $27 \cdot 1836hN$,

3. В нуклидах (атомных ядрах), атомах, ионах, молекулах энергия связи (равная Δmc^2 , где Δm – дефект массы, c – скорость света) может быть представлена в виде разности между модулем энергии электромагнитного взаимодействия и кинетической энергией электронов в состоянии бозонов (Э-бозонов) – в нуклидах и кинетической энергией орбитальных электронов в обычном состоянии (фермионов)» [5].

В общем, в соответствии с законом всемирного излучения, обоснованным А.Г. Шленовым: микросистемы, в том числе протоны, в стационарном состоянии поглощают энергию среды из расчета $\varepsilon' = 0.0751$ эрг на 1 грамм за 1 секунду. То есть, исходя из концепции А.Г. Шленова: протоны, находящиеся в ядре атома, потребляют энергию среды, а энергия свободно движущихся протонов, находящихся вне ядра атома, наоборот, – потребляется средой и, соответственно, жизнь протона в связанном стационарном состоянии менее продолжительна, а его самораспад более вероятен.

Гипотетически можно предположить, что энергия среды, аккумулируемая ядрами и их протонами, с течением времени, приводит и тех и других к

самораспаду. При подобном подходе обнаруживается следующая закономерность: *чем длительнее протон существовал в связанном стационарном состоянии в конкретном ядре, тем больше его энергия и тем вероятнее самораспад протона с последующим распадом ядра.*

5. Самораспад протона: теория и эксперимент

Под самораспадом протона подразумеваются не взаимные превращения квантовых частиц, но *распад самой внутренней структуры протона с последующим разрушением ядра атома и выделением всей энергии протона, включая энергию его внутренней связи.* Подобный распад, как и замечает С. Вайнберг, «приведет к полному разрушению атома водорода, либо в случае более тяжелого ядра вызовет изменение химической природы элемента, высвобождая гораздо большее количество энергии, по сравнению с той, которая выделяется при обычной радиоактивности» [6. С. 154]. При этом известно, что при слабых внутриядерных взаимодействиях вырабатывается относительно незначительное количество энергии, а ядро и химическая природа элемента остаются неизменными. Это обстоятельство и должно отличать самораспад протона от других процессов.

Например, самораспадом протона не является превращение протона в нейтрон с испусканием позитрона, то есть β^+ -распад или обратный ему β^- -распад (рис. 3).



Рис. 3. Превращение протона в нейтрон с испусканием позитрона и нейтрино

При β^+ -распаде в ядре осуществляется перестройка: ядро переходит из возбужденного состояния в состояние с меньшей энергией, а заряд и массовое число остаются неизменными. При β^- -распаде электрон и антинейтрино возникают в результате превращения нейтрона в протон. При обоих процессах бета-распада сохраняется и барионное число. Но энергия, выделяемая при слабых взаимодействиях, как и энергия, выделяемая при распаде ядра, должна быть совершенно не сопоставима с большей энергией, гипотетически выделяемой при возможном самораспаде протона, при котором барионное число, полагают, не сохраняется. Однако остается большой нерешенный

вопрос: можно ли допускать, что, например, β -распад собственно и порождает протон?

Авторы публикации [7. С. 120–164] задают интересный вопрос: «Существуют ли в природе распады, в которых не сохраняется барионный заряд?» И они отвечают на него тем, что барионный заряд был введен искусственно для объяснения стабильности протона и поэтому не может сам по себе объяснять эту стабильность.

Затем эти авторы констатируют, что распады элементарных частиц происходят посредством обмена виртуальными частицами и что каждому из трех фундаментальных взаимодействий соответствуют свои промежуточные бозоны, свои характерные каналы распада и свои законы сохранения.

Далее в этой работе анализируются соответствующие эксперименты по наблюдению распада протона или связанного в ядре нуклона, которые основаны на том, чтобы скомпенсировать ожидаемое колоссальное время жизни протона большой массой вещества детектора, в котором планируется регистрировать распады. Поскольку необходимо детектировать события в большом объеме детектора, обычно используют сравнительно недорогие вещества: вода в черенковских детекторах, железо в счетчиковых детекторах.

Не было зарегистрировано ни одного достоверного события, что и позволило установить нижние границы на времена жизни по различным каналам в интервале от $5,4 \cdot 10^{30}$ лет. Ожидаемая чувствительность к периоду полураспада протона оценивается на уровне $1,3 \cdot 10^{35}$ лет для канала распада на позитрон и нейтральный пи-мезон и на уровне $10^{34} - 10^{35}$ лет для нескольких других каналов [7].

С. Вайнберг констатирует: «Ничто в законах сохранения энергии или заряда не запрещает протону распадаться, например, на позитрон и любое количество фотонов и нейтрино...» [6. С. 154]. Но ведь под «любым количеством фотонов и нейтрино», образующихся при самораспаде протона. С. Вайнберг однозначно подразумевает *неопределенно большое* количество энергии, которое предположительно выработается при этом гипотетическом процессе! И не является ли эта огромная энергия результатом длительного существования протона в стационарном состоянии в ядре, как и полагает А.Г. Шленов?

Но каковы другие продукты самораспада протона, которые можно предположить на основе общепринятой в настоящее время Стандартной модели? «Еще одним кандидатом в продукты распада протона является антимюон. Мюон во многих отношениях подобен электрону, имеет тот же самый заряд, но в 210 раз тяжелее. (Мюон распадается на электрон и нейтрино.) Антимюон имеет такой же заряд, как и протон, но масса его составляет лишь около одной девятой массы протона. Протон, следовательно, мог бы распадаться на антимюон плюс легкие нейтральные частицы, как фотон и нейтрино.

Еще одним возможным продуктом распада протона является мезон; представитель группы нестабильных частиц, занимающих по массе промежуточное положение между электроном и протоном. Законы сохранения

энергии и заряда позволяют протону распадаться, скажем, на положительно заряженный мезон и нейтрино, или на нейтральный мезон и позитрон».

При этом, как справедливо полагал С. Вайнберг: «...существуют определенные указания на то, что сохранение барионного числа не является строгим правилом» [6. С. 158]. То есть утверждение, что самораспад протона нарушает сохранение барионного числа, не есть запрет на такой распад.

Итак, самораспад протона не противоречит фундаментальным основам физики и его можно обнаружить. Но какова вероятность обнаружения самораспада протона в анализируемых С. Вайнбергом экспериментах? Он сам, задавая этот вопрос, отвечает на него следующим образом.

«Какие вероятности протонного распада могут быть найдены в этих экспериментах? Возьмем в качестве примера планируемый эксперимент с самой большой проверяемой массой, который предлагается проводить в соляной шахте Мортон. Из полной проверяемой массы 10 000 т воды наружный слой, возможно, около 5000 тонн, будет использован для защиты от фоновых космических лучей. Остающаяся масса 5000 тонн воды содержит 3×10^{33} протонов и связанных нейтронов. Если среднее время жизни протона около 10^{31} лет, как указывает улучшенная версия анализа, сделанного Джорджи, Квинн и мной, должно происходить около 300 протонных распадов в год. Несколько лет наблюдения дадут несколько событий протонного распада, даже если время жизни составляет 10^{33} лет, но при такой малой вероятности распада уже становится опасным неизбежный фон ложных событий от космических нейтрино и дальнейшее улучшение эксперимента становится затруднительным» [6. С. 169].

То есть, по мнению С. Вайнберга: успех возможен и в целом он зависит от того, каков неопределенный в настоящее время период полураспада протона, количество проверяемой массы и каково искусство экспериментатора. Однако в этой его работе не ставится вопрос о том, *каковы должны быть свойства самой проверяемой массы?* Мы полагаем, что в этом, последнем и решающем обстоятельстве заключен ключ к успеху.

Тем не менее публикаций в специальной физической литературе по теории и эксперименту самораспада протона удручающе мало. Физики явно потеряли интерес к этой проблеме и пошли в этом вопросе по линии наименьшего сопротивления своему незнанию. На вопрос: «Почему до сих пор не обнаружен самораспад протона?» ответ физика будет предельно прост: «Потому, что такой распад теоретически крайне редок, а нас, физиков, не интересуют нерегулярные явления, которые, тем более, невозможно обнаружить в обозримом будущем».

Обратимся к логической последовательности самораспада протона. Чаще всего раньше распадается ядро, а протон продолжает своё существование, но в исключительно редких случаях возможна обратная последовательность: распад протона предваряет момент распада ядра. При этом мы предлагаем постулировать следующую закономерность. Очевидно, что среднестатистически время самопроизвольного распада протона значительно превышает время распада ядра, но логически: *в исключительно редких случаях момент*

самораспада отдельного протона может опережать момент распада отдельного ядра, частью которого он является. Предполагается, что обозначенное явление экспериментально можно обнаружить. Но какой элемент наиболее правильно использовать в качестве исследуемой массы для обнаружения самораспада протона?

Интересно, что недавно группа Иэна Редерера (Ian Roederer) из Обсерватории Карнеги впервые обнаружила следы теллура, в трех древних звездах, возраст которых составляет около 12 миллиардов лет [8].

6. Предлагаемый эксперимент по обнаружению самораспада протона

Стабильными, с точки зрения наблюдений, условно полагают ядра, самораспад которых не удалось экспериментально обнаружить до настоящего времени. Практически стабильными полагают атомные ядра, время жизни которых сравнимо с временем существования Земли. Можно ли на этом основании сделать вывод, что, например, стабильное ядро ^{126}Te живет дольше ядра ^{128}Te , обладающего самым длительным из подтвержденных периодом полураспада? Нет, нельзя, ведь, некоторая совокупность ядер ^{128}Te *определенно уже прожила* в реальном времени дольше некоторой совокупности ядер ^{126}Te с неопределенным периодом полураспада.

Мы полагаем, что проверяемой массой для обнаружения самораспада протона должна служить масса изотопа с определенным, относительно самым длительным из известных и *подтвержденным* экспериментально периодом полураспада.

Не вызывает сомнений: чаще раньше распадается ядро, а протон продолжает своё существование, но в исключительно редких случаях теоретически возможна обратная последовательность: самораспад протона предваряет момент распада ядра. Для экспериментального обнаружения самораспада протона, предваряющего распад ядра, как мы полагаем, необходимо, в самом общем виде, следующее.

1. Иметь достаточную массу изотопа ^{128}Te с самым длительным из известных подтвержденным периодом полураспада ядра: $2,25(9) \cdot 10^{24}$ лет. Предполагается, что массы ^{128}Te потребуется значительно меньше, например массы 10.000 тонн воды, необходимой для подобного эксперимента. Ведь необходимо учитывать, что логически вероятности обнаружения самораспада протона в воде и в долгоживущем изотопе количественно совершенно сопоставимы. Однако все описанные в статье С. Вайнберга эксперименты проводились *не на ядрах, с подтвержденным и длительным периодом полураспада*, то есть в качестве проверяемой массы использовались вода, железо, бетон, жидкий сцинтиллятор и др. [6. С. 170–171]. (Возьмем распадающееся в настоящий момент времени конкретное ядро ^{128}Te , в которое входил тот или иной конкретный протон, *уже проживший*, допустим, более 10^{31} лет. Но ведь обозначенное обстоятельство указывает на то, что он, то есть этот самый протон, *уже существовал* в прошлом в этом самом ядре первичного нуклида

^{128}Te значительно длиннее периода его полураспада, то есть значительно более $2,25 \cdot 10^{24}$ лет!)

2. Иметь чувствительную специальную аппаратуру и грамотное планирование эксперимента.

3. Исключить побочные эффекты космических излучений.

4. Уметь теоретически различать излучения, возникающие как при распаде ядра, так и при возможном самораспаде протона.

5. Уметь экспериментально различать самораспад протона, предваряющий распад ядра и иные взаимодействия (сильные и слабые).

6. Успех предполагаемого эксперимента связан с предварительным приблизительным определением вероятности опережения распада ядра, самораспадом протона.

7. Кроме предполагаемой величины энергии, выделяемой при самораспаде протона, необходимо иметь предполагаемые свойства допустимых его продуктов.

Думается, что все перечисленные условия не являются непреодолимым препятствием для высокообразованных, чрезвычайно грамотных и глубоко мыслящих российских теоретиков и экспериментаторов. Были бы желание и вера в успех. Или всегда западные ученые должны непременно опережать наших родных, российских?

7. Космология и время жизни микросистем

Но почему ранее идея существования стабильных частиц практически неограниченное время в прошлом и связанная с этим обстоятельством проблема обнаружения самораспада протона до сих пор отвергалась многими физиками? Для ответа на поставленный вопрос обратимся к современной релятивистской космологии.

Анализируя ранние космологические работы, А.Д. Сахарова, В.А. Рубаков и Б.Е. Штерн отмечают, что, по мнению А.Д. Сахарова: «...взаимодействие, переводящее кварки в мюоны, осуществляется неким промежуточным бозоном, при этом оно принципиально трехчастичное: в одной точке пространства-времени должны провзаимодействовать три бозона. Это требование подавляет распад протона в наши дни, но в первые мгновения Большого взрыва, когда плотность энергии и плотность частиц огромна, трехчастичная реакция осуществлялась легко, и барионное число нарушалось сильно».

Далее они пишут: «В своей философии рецепт (А.Д. Сахарова. – М.Г.-Л.) оказался абсолютно верным, в конкретном наполнении – нет. С развитием теории элементарных частиц были найдены другие механизмы, реализующие именно этот сценарий: сильное нарушение барионного числа в ранней Вселенной при большой плотности и температуре и практически точное его сохранение в наши дни. Ключевым фактором оказалась большая масса промежуточного бозона, а не трехчастичность реакции – эффект тот же самый, но такой вариант гораздо лучше вписывается в картину, которая прояснилась гораздо позже.

В современной картине число фермионов не сохраняется, поэтому распад протона, состоящего из трех кварков, на три мюона вовсе не обязателен, протон может распадаться, например, на позитрон и гамма-квант» [9].

Действительно, многие физики до последнего времени находились в русле релятивистской парадигмы представлений о рождении Вселенной в результате Большого взрыва около 13,8 миллиардов лет назад, что и связано с парадоксом образования ряда ядер задолго до рождения самой Вселенной.

Однако вызвавшие огромный резонанс известные наблюдения на орбите Земли телескопа «Джеймс Уэбб» (JWST) показали: окружающее нас сейчас вещество во Вселенной и в прошлом всегда было распределено в крупных масштабах достаточно равномерно для того, чтобы свидетельствовать в пользу отсутствия сингулярности, Большого взрыва и расширения Вселенной [10]. При этом в соответствии с пока доминирующей релятивистской космологической парадигмой, по мере удаления в пространстве-времени, количество космических объектов и сложность их организации должны снижаться. Но наблюдения показали, что плотность распространения галактик на окраинах нашей Метагалактики не отличается от плотности галактик в нашем ближайшем окружении. Подобное, в случае его окончательного подтверждения, напрочь опровергает инфляционный сценарий и всю релятивистскую космологию в целом.

Но ведь следующий шаг – это отказ от самой идеи космологической сингулярности и признание бесконечного прошлого Вселенной. На этом фоне допущение того, что некоторые частицы к настоящему времени уже неопределенно долго существовали в прошлом, вполне состоятельно.

8. Роль мировой материальной среды в самораспаде протона

Эфир, которым не сумели,
не мы дышать.

О. Мандельштам

Известно, что механический эфир был отвергнут наукой с началом XX века. Но, «свято место пусто не бывает». Место эфира занял квантовый вакуум как «низшее энергетическое состояние системы квантованных полей при отсутствии реальных частиц». Поле же, по определению Р. Фейнмана, – это «функции координат и времени». То есть место материального эфира занял, в сущности, не материальный пространственно-временной континуум. Однако непрерывное пространство и *не непрерывное* время в математическом смысле не могут быть равнозначными [11]. А ведь «в одну телегу впрячь не можно коня и трепетную лань...».

Мы рассматриваем сейчас философскую сторону проблемы мировой материальной среды и показываем, что с логической точки зрения это понятие в современной физике определено является противоречивым. Либо прав Демокрит, утверждавший, что всё есть атомы и пустота. Либо прав Аристотель, провозгласивший тезис, о том, что природа не терпит пустоты. Третьего

не дано. Сегодня фундаментальная физика в общем разделяет парадигму Демокрита.

Каков же выход? Может быть, нам поможет определиться с будущей парадигмой самый мощный адронный коллайдер? Действительно: что можно сегодня сказать об интересующих нас в контексте самораспада протона в среде протон-протонных столкновениях на адронном коллайдере? Оказалось, что физики столкнулись со следующими проблемами.

1. Обнаружить и идентифицировать все рожденные частицы и, тем более, установить, какая из них как родилась, удается редко.

2. Расчеты ведутся на уровне чисто теоретических частиц (партонов), а в эксперименте детектируются адроны.

3. Процесс превращения партонов моделируют, поэтому связь между теорией и экспериментом не непосредственна, как при электрон-позитронных столкновениях.

4. Мощность ускорителей недопустимо бесконечно наращивать в силу технических ограничений.

На основании всего перечисленного можно сделать вывод, что ускорители и в будущем вряд ли помогут экспериментаторам обнаружить самораспад протона. Тем более если учитывать фактор того, что термин самораспад подразумевает *внутреннюю*, но не внешнюю его причину.

Известно, что Стандартная модель, обремененная расходимостями и перенормировками фактически игнорирует актуально безначальную и бесконечную материальную среду, бесконечно богатую энергией. В.А. Рубаков, с которым автор настоящей статьи имел честь состоять в научной переписке, писал до открытия бозона Хиггса следующее.

«Минимальная версия теории микромира носит неуклюжее название Стандартной модели. Она включает все известные элементарные частицы... и все известные взаимодействия между ними. Гравитационное взаимодействие стоит особняком: оно не зависит от типов элементарных частиц, а описывается общей теорией относительности Эйнштейна. Бозон Хиггса оставался единственным не открытым до последнего времени элементом Стандартной модели... и он – частица элементарная, а не составная... В квантовой физике каждая элементарная частица служит квантом некоторого поля, и наоборот: каждому полю соответствует своя частица-квант; наиболее известный пример – электромагнитное поле и его квант, фотон. Поэтому вопрос... можно переформулировать так: зачем нужно новое поле и каковы его ожидаемые свойства? Краткий ответ состоит в том, что симметрии теории микромира – будь то Стандартная модель или какая-то более сложная теория – запрещают элементарным частицам иметь массу, а новое поле нарушает эти симметрии и обеспечивает существование масс частиц» [12].

В этом отрывке самое главное для нас то, что бозон Хиггса автор фактически полагает непрерывной сущностью, которая дает возможность частицам участвовать в гравитационных взаимодействиях. Что же тогда есть сам бозон Хиггса, как не короткоживущий аналог континуальной мировой материальной среды с её непрерывными гравитационными взаимодействиями?

Какие выводы напрашиваются из уже ушедших в прошлое ожиданий открытия бозона Хиггса? Ожидалось, что будет обнаружено существование поля, квант которого в процессе эволюции Вселенной порождает массы у микрообъектов. Именно поэтому бозон Хиггса в общественном сознании связывается с «частицей Бога». Но что же оказалось в действительности?

Как известно, 4 июля 2012 года ЦЕРН официально объявил об открытии бозона Хиггса на Большом адронном коллайдере (БАК), масса этой частицы совершенно неожиданно оказалась 125–126 ГэВ. Возможность ошибки равняется 1:3 500 000 (рис. 4 и 5).

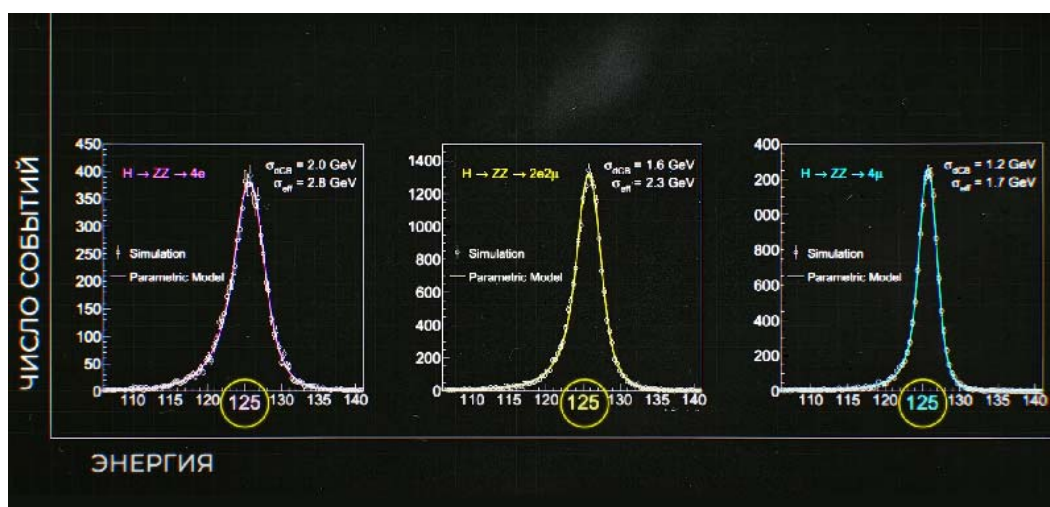


Рис. 4. Графики выброса количества энергии на число событий

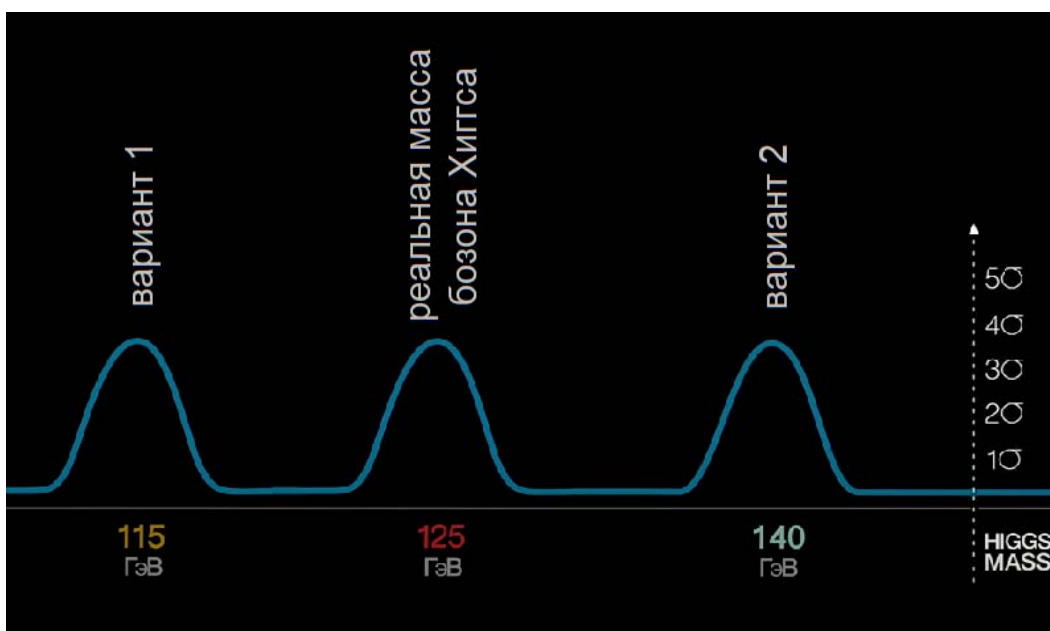


Рис. 5. Реальная рассчитанная масса бозона Хиггса 125–126 ГэВ на Большом адронном коллайдере

Однако, как полагали многие теоретики, бозон Хиггса должен был в соответствии со стандартной моделью иметь массу либо 115 ГэВ (в случае справедливости гипотезы суперсимметрии), либо 140 ГэВ (в случае справедливости гипотезы Мультивселенной). Но оказалось, что масса бозона составляет 125–126 ГэВ (см. рис. 4 и 5). Попутно заметим то, что на БАК впервые зарегистрирован сверхредкий распад короткоживущей нестабильной частицы B_s -мезона: $B_s \rightarrow \mu + \mu^-$, вероятность которого составляет $(2,9 \pm 0,7) \cdot 10^{-9}$ [13. С. 176-177].

Подобный парадоксальный результат, связанный с обнаруженной массой бозона Хиггса, может означать следующее. Гипотеза Мультивселенной фактически исходит из разделенности мира на изолированные вселенные-части, а гипотеза суперсимметрии – из одинаковости фундаментальных взаимодействий. Обе крайние концепции отвергает проведенный на БАК эксперимент, который говорит: *мир един в его разнообразии*. И «частица Бога» еще раз напоминает нам об этом.

В отношении фундаментальных взаимодействий косвенно этот эксперимент также подтвердил то, что гравитационные взаимодействия и среда математически непрерывны, в отличие от времени и других фундаментальных взаимодействий [11]. В отношении времени жизни разных типов микрообъектов принцип единства в разнообразии означает, что эти времена не должны быть одинаковыми. Применительно к постулируемому нами ранее в настоящей работе различному времени жизни, например электрона и протона, мы можем быть уверены в том, что время их полураспада *не должно быть одинаковым*.

Бозон Хиггса очень массивен, распадается сразу после возникновения и представляет собой аналог мировой материальной среды с точки зрения Стандартной модели. Но не указывает ли результат этого дорогостоящего эксперимента на БАК несовершенство самой Стандартной модели и не подтверждает ли он справедливость альтернативных подходов прежде всего к трактовке мировой материальной среды? Но каковы только некоторые из известных существующих альтернативных моделей мировой материальной среды?

Дискретным аналогом среды, например, в модели А.Г. Шленова являются продольные фотоны де Бройля [5]. При похожем подходе в бинарной системе комплексных отношений (БСКО) Ю.С. Владимирова: испущенное и непоглощенное электромагнитное излучение ответственно за формирование пространства и времени, гравитация вторична, а *динамической моделью материальной среды выступает множество комплексных чисел*. Но если моделью среды является континуум, то и сама среда обязана быть непрерывной.

Ю.С. Владимиров отмечает: «Описание оснований физической картины микромира в рамках бинарной предгеометрии демонстрирует, что Природа, противящаяся реализации вскрытых реляционных закономерностей в свойствах отдельных элементарных частиц (барионов и мезонов), соглашается на устойчивое их проявление в совокупностях из трех видов этих частиц: 1) протонов, 2) нейтронов, связанных с протонами, и 3) дополнительных нейтронов. Эти три множества фактически соответствуют трем элементам в структуре отдельных адронов. При этом оказывается, что множество таких устойчивых

образований также не безгранично, а ограничено» [14. С. 20]. Действительно, ведь, взаимосвязанный физический мир не обязан быть ограничен нашими конечными о нём представлениями и моделями.

В общем совершенно закономерно то, что распад таких стабильных частиц, как протоны, электроны и фотоны, реализуется при непосредственном участии мировой материальной среды. Не случайно очень уважаемая реляционная парадигма Ю.С. Владимировой не отрицает существование эфира.

При этом, в соответствии с логикой А.Г. Шленова, для самораспада в обладающей колоссальной плотностью энергии среде, находящемуся в стационарном состоянии протону необходимо достигнуть максимума своей энергии и выделить её в огромном количестве [5]. Существуют и иные современные альтернативные подходы к трактовке среды, которые иногда в целом именуют эфиродинамикой.

Выводы, обобщения, прогноз

1. Конкретному и индивидуальному протону, присутствующему в конкретном индивидуальном ядре, нет оснований менять ядро в течение времени своей и его жизни.

2. Закономерный индивидуальный момент распада конкретного ядра атома обусловлен закономерной длительностью его индивидуальной жизни в конкретных условиях его среды (внутренней и внешней).

3. Ядра с *большим* подтвержденным периодом полураспада имеют определенно *большую* длительность жизни, чем: а) ядра с меньшим подтвержденным периодом полураспада; б) ядра, не обладающие подтвержденным периодом полураспада.

4. Чем гипотетически длительнее протон существовал в связанном стационарном состоянии в конкретном долгоживущем ядре, тем больше его энергия, заимствованная из среды, и тем вероятнее самораспад протона с последующим распадом ядра.

5. В исключительно редких случаях момент самораспада отдельного протона может опережать момент распада ядра атома, частью которого он являлся.

6. Для обнаружения самораспада протона необходимо иметь массу вещества с самым длительным подтвержденным периодом полураспада ядер, но не массу вещества, ядра которого имеют какой-либо иной период полураспада (то есть менее длительный или неопределенный).

7. Наши прогнозы с учетом величины планковского времени, равного $5,391\ 247(60) \times 10^{-44}$ с, следующие.

Потенциально бесконечно большое время полураспада электрона близко к времени, математически обратному планковскому $\approx 5,39 \times 10^{44}$ с, и в силу этого обстоятельства обнаружено не будет. *Практически* бесконечно большое время полураспада протона, очень вероятно, будет обнаружено во временном диапазоне 10^{30} – 10^{33} лет, что *практически* находится в пределах

экспериментальных возможностей [6. С. 169]. В процессе самораспада протона, возможно, будет выделена энергия, кратная энергии, потребляемой в ядре из среды протонами и нейтронами в стационарном состоянии на 1 грамм за 1 секунду: $\varepsilon' \approx 0,075 \text{ Эрг}$ [5]. Это относительно очень большая энергия, если подсчитать её с учетом времени жизни протона, его массы и стационарного состояния, в котором он значительное время жизни находился.

8. Основные выводы в случае успешного завершения предлагаемого эксперимента могут быть следующие: а) наблюдаемой Вселенной не менее 10^{30} – 10^{33} лет, а если исходить из закона сохранения энергии, то Вселенная как целое вообще не имела начала; б) предположение о колоссальной плотности энергии мировой материальной среды получает эмпирическое подтверждение; в) стандартная модель элементарных частиц требует расширения и развития за счет включения в неё новой модели мировой материальной среды и исключения из описания «морально устаревших» виртуальных частиц.

Литература

1. *Годарев-Лозовский М. Г.* Метатеоретическая аксиома о различной мощности множества знаков периодической и непериодической дробей, её основные следствия // IV Российская конференция Основания фундаментальной физики и математики. ОФФМ – 2020. Материалы конференции 11–12 декабря 2020 года. М.: РУДН, 2020. С. 213–218.
2. *Ишханов Б. С.* Радиоактивные распады атомных ядер. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. 170 с.
3. *Imre Bartos, Szabolcs Marka.* A near by neutron-star merger explains the actinide abundances in the early Solar System // Nature. 2019. Vol. 569. P. 85–88. DOI: 10.1038/s41586-019-1113-7
4. *Daniel M. Siegel, Jennifer Barnes & Brian D. Metzger.* Collapsars as a major source of r-process elements // Nature. 2019. Vol. 569. P. 241–244. DOI: 10.1038/s41586-019-1136-0
5. *Шленов А. Г.* О структуре элементарных частиц, атомных ядер, нейтронных звезд. 2005. URL: <http://interlibrary.narod.ru/GenCat/GenCat.Scient.Dep/GenCatPhysics/150000005/150000005.htm> (дата обращения: 18.01.2023).
6. *Вайнберг С.* Распад протона // Успехи физических наук. 1982. Т. 137. С. 151–172.
7. *Исупов Е. Л., Ишханов Б. С., Клименко В. А., Мошарев П. А.* Глава 12. Распад протона // Протон / под ред. Б.С. Ишханова. М.: КДУ, 2018. 170 с. URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru> (дата обращения: 29.01. 2023).
8. Новости хай-тек. URL: <http://dom-tehnika.ucoz.com> (дата обращения: 29.01. 2023).
9. Андрей Дмитриевич Сахаров и космология. URL: <http://www.modcos.com/articles.php?id=190> (дата обращения: 29.01. 2023).
10. Webb Space Telescope. URL: <https://jwst.nasa.gov/index.html> (дата обращения: 29.01.2023).
11. *Годарев-Лозовский М. Г.* Метатеория физической реальности // Основания фундаментальной физики математики: материалы VI Российской конференции. Москва, РУДН, 9–10 декабря 2022 г. С. 51–56.
12. *Рубаков В. А.* Долгожданное открытие: бозон Хиггса // Наука и жизнь. 2012. № 10.
13. *Коняев А. В., Островский В. А.* Результаты работы большого адронного коллайдера // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2015. Т. 2. С. 176–177.
14. *Владимиров Ю. С.* Метафизика реляционной картины микромира // Метафизика. 2022. № 4 (46). С. 8–21. DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4-8-21.

DETECTION OF PROTON SELF-DECAY AS A SCIENTIFIC AND PHILOSOPHICAL PROBLEM

M.G. Godarev-Lozovsky

*Laboratory-Department of “Prognostic Studies”,
Institute for the Study of the Nature of Time**

Abstract. Incomparably more often, the nucleus of an atom decays earlier, and the proton continues to exist, but in extremely rare cases, the reverse sequence is possible: the self-decay of the proton precedes the moment of the decay of the nucleus. We believe that the mass of the primary nuclide ^{128}Te with the longest and experimentally confirmed half-life should serve as the testable mass for detecting proton self-decay. The self-decay of a proton will differ from ordinary radioactivity by much more energy released during it.

Keywords: uncertainty relations, half-life, hadron, Standard model, isotope, world

* URL: <http://www.chronos.msu.ru/ru/rindex>

МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕТОДИКИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2-103-115

EDN: GSSFCP

МАКСВЕЛЛОВСКИЙ СИНТЕЗ ОПТИКИ И ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА И ПРОБЛЕМА НЕСОИЗМЕРИМОСТИ ПАРАДИГМ

Р.М. Нугаев*

*Поволжский государственный университет
физической культуры, спорта и туризма
Российская Федерация, 420010, РТ, г. Казань, Деревня Универсиады, д. 35*

Аннотация. Обосновывается точка зрения, согласно которой один из перспективных подходов к решению сформулированной Т. Куном и П. Фейерабендом проблемы несоизмеримости (incommensurability) конкурирующих и сменяющих друг друга в процессе научной революции парадигм может быть связан с направлением развития неокантианской эпистемологии, представленным работами Эрнста Кассирера. Согласно Кассиреру, высказывания, фиксирующие связи и отношения между математическими идеальными конструктами, образуют тот «нейтральный язык», который способен служить основой для сравнения различных парадигм, в частности «старой» и «новой». Подробно рассматривается образцовый пример генезиса и функционирования нейтрального математического языка, относящийся к максвелловскому синтезу оптики, электричества и магнетизма. Показано, что его основу составили сначала математический аппарат механики сплошных сред, а затем и тензорный аппарат теории упругости. Основная функция этого элемента теории Максвелла состояла в проецировании выводов всех объединявшихся теорий на гидродинамическую модель, «переписывании» всех синтезируемых законов на этом математическом языке, сравнении их выводов между собой для элиминации противоречий и обобщения в самосогласованной системе уравнений.

Ключевые слова: несоизмеримость, Кассирер, математизация, Максвелл, синтез

* E-mail: rinatnugaev@mail.ru

Введение

В процессе становления постпозитивистского этапа эволюции философии науки Томасом Куном и Полом Фейерабендом был сформулирован и обоснован известный тезис о несоизмеримости сменяющих друг друга в процессах научных революций парадигм (*incommensurability*). Согласно этому тезису, творцы новых фундаментальных научных теорий (Ньютон, Максвелл, Эйнштейн) производят такие глубокие преобразования теоретических онтологий, настолько решительно отказываются от отживших представлений, что конструируемые ими «новые» парадигмы становятся *несоизмеримыми* со «старыми». Это означает, что в науке напрочь отсутствуют *объективные основы* для сравнения сменяющих друг друга парадигм. Так, в «*Структуре научных революций*» Т. Кун приводит ставший классическим пример несоизмеримости, относящийся к процессу замены ньютоновской механики специальной теорией относительности: «Однако физическое содержание эйнштейновских понятий никоим образом не тождественно со значением ньютоновских понятий, хотя и называются они одинаково. (Ньютоновская масса сохраняется, эйнштейновская может превращаться в энергию) <...> Традиция нормальной науки, которая возникает после научной революции, не только несовместима, но часто фактически и *несоизмерима* с традицией, существовавшей до нее...» [1. С. 140–143].

Пол Фейерабенд придерживался сходной, хотя и менее жесткой и более структурированной позиции [2. С. 280–284]. Так называемая «*проблема несоизмеримости*» состоит в том, что, если «новая» и «старая» парадигмы действительно несоизмеримы, то на основании каких доводов мы можем утверждать, что «новая» парадигма лучше «старой»? А если мы это утверждать не можем, то в чем же тогда состоит прогресс развития науки? Поэтому несомненный интерес для современной философии науки представляют те концепции, которые предваряют исследование конкретных проблем философии науки принятием общей концепции эволюции науки и, соответственно, более четких критериев научного прогресса. Это, как правило, возможно тогда, когда эта концепция формулируется как продолжение той или иной *классической* философской традиции, что позволяет задействовать хорошо структурированный аппарат классической гносеологии, позволяющий, в частности, более определенно отличить истину от заблуждения. Такой концепцией является гносеология Эрнста Кассирера, разработанная в русле неокантианской философской традиции, привлекающей, в рамках продолжающегося отказа от неопозитивистских концепций, все большее и большее внимание современных исследователей [3; 4].

Цель данной статьи – проанализировать концепцию Кассирера под углом зрения проблемы (не)соизмеримости (первый и второй разделы) и показать на примере максвелловской революции, какие возможности для решения этой проблемы она предоставляет (третий раздел).

1. Неокантианская эпистемология Эрнста Кассирера

В соответствии с традициями марбургской школы неокантианства основополагающие понятия каждой науки, средства, которыми она ставит свои «предельные» вопросы и формулирует определенные выводы, являются не пассивными отражениями человеческого бытия, но сконструированными самими людьми «интеллектуальными символами» [5; 6]. Раньше всех и наиболее явно осознало символический характер своих фундаментальных средств познание физико-математическое. Согласно Кассиреру, современная наука возникла только в XV–XVII веках, в то время как в западноевропейской культуре встретились и стали «взаимпроникать и активно взаимодействовать» две традиции, развивавшиеся до того относительно независимо друг от друга.

Первая традиция (Аристотель) – это традиция опытного естествознания, согласно которой всякое научное знание возникает только из *опыта*.

Вторая традиция (Евклид) – это традиция математически строгого рассуждения, согласно которой всякое научное утверждение должно быть *доказано*, то есть логически безукоризненным путем выведено из системы самоочевидных аксиом.

Взаимодействие этих традиций и составило одну из антиномий, неразрешимость которой продолжает развивать естественнонаучное познание. Результатом того, как «проникают друг в друга основополагающие формы познания – чувственного ощущения и чистого созерцания, категорий чистого рассудка и идей чистого разума; как в их *взаимосвязи и взаимодействиях* определяется теоретический образ действительности» [6. С. 14] является конструирование систем идеальных математических объектов. Так, законы классической (ньютоновской) механики имеют смысл лишь тогда, когда они описывают связи и отношения между «идеальными предельными образами», которые мы абстрактно ставим на место эмпирических чувственных данных чувственного восприятия. Соответственно, механическое перемещение есть предикат, который нельзя непосредственно применять к предметам окружающего нас чувственного мира. Оно имеет смысл «лишь в приложении к тому классу объектов, которые подставляет на место их математика в своем свободном творчестве» [7. С. 143].

Радикально противостоя традиционному логическому учению Аристотеля, путь математического образования понятий был проторен Галилеем, Кеплером и Ньютоном «через прием образования рядов». Последний состоит отнюдь не в том, чтобы выделить из некоторой совокупности однородных впечатлений то, что общее им, но в том, чтобы установить «некоторый принцип, в силу которого различное вытекает одно из другого. Единство понятия обнаружилось не в некоторой неизменной сумме признаков, но в правиле, благодаря которому простое различие было представлено как закономерный ряд элементов» [7. С. 172].

В итоге на место единичных «значений ряда», устанавливаемых при помощи наблюдений или измерений, мы ставим «предельные значения, к кото-

рым движутся ряды в целом». Естественнонаучные теории дают нам наглядные примеры использования этого конструктивного метода «перехода к пределу»: абсолютно упругое тело, идеальный газ, несжимаемая жидкость, совершенный круговой процесс и т.д. Сама классическая механика описывает строгие законы движения только за счет использования предельной идеи «материальной точки». Но, вводя это «царство предельных идеальных объектов», мы ни в коей мере не должны смешивать его с миром платоновских идей или форм, описанным еще Кеплером: «Математические идеи суть вечные прообразы и „архетипы“, по которым божественный строитель мира устроил все».

Как не уставал повторять сам Кассирер, «невозможно уже заблуждаться и принимать предметы физики – массу, силу, атом, эфир – за новые реальности, которые должно исследовать и внутрь которых должно проникнуть, раз поняли, что они *инструменты*, создаваемые себе мыслью, чтобы изобразить хаос явлений в виде расчлененного и измеримого целого» [7. С. 193].

Используя многочисленные примеры, детально описанные в работах великого немецкого физика Генриха Герца, Кассирер заключает, что основополагающие понятия естественных наук, и особенно базисные понятия механики и электродинамики, – отнюдь не копии непосредственно данных в опыте вещей. Напротив, они являются необходимыми «*конструктивными проектами*» физического мышления. Теоретическая значимость этих проектов прежде всего определяется тем, насколько выводимые из них следствия совпадают с получаемыми экспериментальными результатами.

Вместе с тем всякое естественнонаучное понятие, в том в специфическом значении, которым оно обладает в математике и физике, – это «только *символ* для определенной формы *связи*, который сбросил с себя одно за другим всякое особенное материальное содержание. Оно означает только вид *возможной* координации, но не «сущность» (*das Was*) элементов, которые должны быть координированы друг с другом» [7. С. 236].

В итоге, вместо того чтобы сочинять новый поистине платоновский мир позади мира восприятий, наше познание ограничивается тем, что набрасывает общие логические схемы, с помощью которых оно рассчитывает изобразить *связи и отношения* восприятий. Естественнонаучный символ имеет свой коррелят не в составных частях восприятия, но в закономерной *связи*, существующей между его частями.

2. Место концепции научного прогресса в эпистемологии Эрнста Кассирера

В согласии с кантианской традицией кассиреровская эпистемология исходит из того, что современная наука категорически отвергает натурфилософские притязания на проникновение «внутри» природы, подразумевающие последние субстанциональные ее основания. Развитие науки предстает в кассиреровском варианте неокантианской эпистемологии следующим образом.

I. Сначала производится тщательная дифференциация отдельных сфер восприятия, предлагаемых нам эмпирическим созерцанием; в каждой из них

«текущие переходы» замещаются точными, четко зафиксированными численными определениями. При этом «мир физики» (впрочем, как и «миры» химии, биологии и др.) подразделяется и артикулируется согласно непосредственно данным в ощущении различиям. Световым и цветовым ощущениям соответствует оптика, тепловым – термодинамика, звуковым – акустика. Но уже на этом этапе для вхождения в теоретические схемы оптики, термодинамики и др., чувственное содержание должно пройти через описанные выше трансформации, когда определенные ощущения заменяются в первичных схемах определенными пределами математических последовательностей или, в отечественной терминологии [8], «частными теоретическими схемами».

II. Но неизбежно наступает второй, более значимый, этап. «Подлинная и куда более сложная задача физики не сводится к переходу от чувственных «качеств» к точно определяемым величинам. Скорее, после осуществления этой подготовительной работы она ставит действительно фундаментальный для нее вопрос о *функциональной связи и соединении отдельных качественных областей*. Они должны улавливаться не в простых сосуществованиях и последовательности, но их следует мыслить как законосообразное и управляемое законом единство» [6. С. 340].

Для иллюстрации данного тезиса Кассирер обращается к известному докладу Макса Планка «*Единство физической картины мира*». В нем основатель квантовой физики убедительно обосновывает тезис, согласно которому подлинный прогресс в естественных науках состоит во все большем освобождении теоретической мысли от ограничений, налагаемых на нее первоначальной привязанностью к непосредственному содержанию чувственных ощущений и к примитивному способу их артикуляции, то есть в решительной «*эмансипации от антропоморфных элементов*».

В частности, развитие физики и химии не остановилось на чисто эмпирическом установлении существования разнообразных констант, но перешло к установлению *общих системных связей*, сделавших «понятным» появление определенных комплексов. Эта «понятность», по сути, означала поиск неких универсальных законов, определяющих *связи* разнородных констант. При помощи этих законов области, ранее считавшиеся предельно далекими друг от друга, стали рассматриваться с единой точки зрения. Сначала этот подход ограничивался отдельными областями, но затем стал «основной тенденцией современной физики». Сначала приблизились друг к другу константы, описывавшие физические и химические процессы. Но более тесное сближение констант произошло только в середине XIX века, когда Джеймс Максвелл выявил соотношение между константами, детерминирующими оптические свойства определенных субстанций, и константами, характеризующими их электропроводность. При этом решающую роль в эволюции второго этапа играет *общий схематизм понятия числа*. А именно: «...число функционирует как своего рода *абстрактный посредник*, в котором *встречаются* друг с другом различные сенсорные области, утрачивающие при этом свою сенсорную разнородность. Например, в теории Максвелла феномен света отождествляется с феноменом электричества, поскольку они получают одинаковое

численное значение и выражение. Внешнее различие между оптическими и электрическими явлениями исчезает, как только признается, что константа c , выступающая в уравнениях Максвелла, в точности равна скорости света в вакууме. Именно форма *чисто нумерического отношения способствует преодолению гетерогенности чувственных свойств и достижению гомогенности физической „сущности“*» [6. С. 346].

Заметим, что и цитировавшийся выше лидер теоретической физики начала XX века пришел, в ходе рефлексии над основаниями своей профессиональной деятельности, к аналогичным выводам [9].

Возвращаясь к максвелловскому синтезу, мы можем констатировать, что в качестве его важнейшего результата было признано, что все законы, действительные для световых лучей (рефракции, интерференции, поляризации, и др.), в равной степени применимы и к тепловому излучению. Тем самым между этими двумя областями был основан прочный «союз», позволивший преодолеть качественное различие ощущений, в которых нам даны теплота и свет. Отныне они стали различаться – в «объективном смысле физических суждений – только числовыми значениями, только неким параметром, обозначающим «длину волны» у двух разновидностей электромагнитного излучения. В итоге «последовательная разработка специфически физической формы мышления и ее символики породила [нейтральный!] язык, создавший возможность такого неслыханного расширения, показавшего, что границы ощущения являются лишь случайными «антропоморфными» границами» [6. С. 347].

Но особенно наглядно рассматриваемая особенность эволюции второго этапа проявилась в истории открытия закона сохранения энергии в формулировке Роберта Майера. Как подчеркивал Кассирер, для последнего механический закон сохранения активной силы означает не что иное, как «универсальное отношение, связывающее разнообразные области физических явлений и делающее их *качественно сопоставимыми и соизмеримыми*... Принцип устанавливает фиксированные числовые отношения при превращении теплоты в движение и движения в теплоту, но он никоим образом не предполагает того, что теплота по своей сущности есть не что иное, как движение [6. С. 353].

И наконец, в результате совместных успехов Максвелла, Лоренца и Эйнштейна, теории электромагнитного поля и специальной теории относительности эфир, как «деревянное железо», синтезировавший взаимоисключающие признаки, был отброшен, и полностью воцарилась такая реальность, как «физическое поле». Но при этом «реальность, именуемая нами «полем», уже не мыслима как комплекс физических «вещей», но она выразима как совокупность физических *отношений*» [6. С. 365].

«Сущность» света уже более не заключается для нас в «движении» волны или в «колебаниях», но состоит всего лишь в периодических изменениях вектора, чья направленность всегда считается перпендикулярной направлению света.

Прогресс в развитии физики состоит отнюдь не в более глубоком погружении в сущность рассматриваемых процессов, выражающемся в нахождении, наконец, истинного «правещества», из которого сделаны все вещи. Он состоит в объединении различных физических теорий, в подведении целостности природных явлений под одно всеобщее правило, устанавливающее связи и отношения между различными разделами физики [10]. И результатом этого объединения должна стать новая система отношений, описывающих связи между уже известными идеализациями физических процессов. Таким образом, процесс объединения научных теорий оказывается неразрывно связанным с другим более глубоким процессом, выражающим прогресс научного знания. В результате объединения физических теорий «вместе с индивидуальной особенностью впечатлений исчезла также и ее внутренняя неоднородность, так что области, которые с точки зрения ощущения совершенно *несравнимы* друг с другом, теперь могут быть поняты как находящиеся во взаимной связи члены одного и того же общего плана. Только в этом заключается особенная ценность научного конструктивного построения; в нем оказывается связанным посредством непрерывно тянущихся промежуточных логических членов то, что в первом наивном воззрении чуждо и несвязанно друг с другом» [6. С. 352].

3. Образцовый пример (casestudy) функционирования нейтрального языка: максвелловский синтез оптики и электромагнетизма

Студенту Эдинбургского университета и блестящему выпускнику, а затем аспиранту Кембриджа, сыну преуспевающего юриста лорду Джеймсу Клерку Максвеллу, в отличие от христианского фундаменталиста, сына деревенского кузнеца Майкла Фарадея, был присущ глубокий скептицизм Юма и Канта, впитанный на лекциях ведущего шотландского философа того времени Уильяма Гамильтона (1788–1856). Эти лекции, которые «интересовали его чрезвычайно», и развили его «любовь к спекуляциям, к которым он в итоге оказался весьма склонен». Именно заведующий кафедрой моральной философии Эдинбургского университета сэр Гамильтон с его релятивизмом и глубокими сомнениями в возможностях познания сущностей вещей привил Максвеллу вкус к основам кантианской философии [11. С. 65]. Неслучайно уже после Эдинбурга, приступая к занятиям в Кембридже и разрабатывая «обычное обилие планов на будущее», под пунктом 4 (метафизика) Максвелл намечает «прочтение кантовской „Критики чистого разума“ на немецком с целью согласования ее с сэром У. Гамильтоном» (цит. по: [11. С. 77]). Предшественниками Максвелла в деле создания теории электромагнетизма были такие светила науки, как Ганс Христиан Эрстед, Андре-Мари Ампер, Майкл Фарадей и Вильям Томсон. Но мировоззрение Максвелла резко отличалось от их взглядов прежде всего *более высоким уровнем философской культуры*, подчеркнутой ориентацией на взгляды Канта критического периода.

Как известно, суть «коперниканской революции», которую начал в эпистемологии Кант, состоит в том, что мир повседневного, обычного опыта

утрачивал право быть исходной точкой отсчета в истолковании чувственно-воспринимаемых вещей. У Канта мир привычного опыта заменяется галилеевской экспериментально-математической физикой, в основе которой лежат идеализации, абстрагирования от «жизненного мира».

Вместе с тем, коль скоро истина постигается в опыте, и мы познаем не столько ноумены, сколько феномены, необходимо отказаться от допущения реализуемой возможности абсолютного знания. «Являемость вещей в опыте» заключает в себе истинно-сущностный характер. *Феномены не есть просто сущностные явления, сквозь которые проглядывает так или иначе замутненная сущность; они есть прежде всего сущее в своем собственном состоянии.* Феномены человеческого опыта заключают в себе всю полноту постигаемой достоверности. Особое место в процессе познания занимают так называемые «аналогии опыта». Они, согласно Канту, в отличие от основоположений о применении математики к естествознанию, касаются не порождения созерцаний, а *связи их существования в опыте, не синтетического единства в связи вещей самих по себе, но лишь восприятий* [12. С. 236–237]. «...Познание по аналогии... не означает, как обычно понимают это слово, несовершенного сходства двух вещей, а *означает совершенно сходство двух отношений между совершенно несходными вещами*» [12. С. 236]. Рассматривая более детально аналогии опыта, Кант отмечает, что если понятие предшествует восприятию, то это означает лишь *возможность* его, и только восприятие, дающее материал для понятия, есть единственный признак действительности. «Однако если вещь находится в связи с некоторыми восприятиями согласно принципам их эмпирического связывания (согласно аналогиям [опыта]), то существование ее можно познать также и до восприятия ее, стало быть, до некоторой степени *аргіогі*. В этом случае существование вещи все же связано с нашими восприятиями в возможном опыте, и мы можем прийти от своих действительных восприятий до вещи через ряд возможных восприятий, руководствуясь упомянутыми аналогиями [опыта]. Так, воспринимая притягиваемые железные опилки, мы познаем существование проникающей все тела магнитной материи, хотя непосредственное восприятие этого вещества для нас из-за устройства наших органов невозможно» [13. С. 222].

Так что даже *пример работы принципов аналогии в научном познании Кант приводит из области магнитных явлений*, как бы прямо указывая дорогу Максвеллу. И основная философская работа Максвелла – эссе «*Существуют ли действительные аналогии в природе?*», написанное в 1856 году – несомненно «вышла» из «*Критики чистого разума*». Это эссе представляет собой своеобразную переключку с теми частями творчества Канта, которые посвящены аналогиям. Но это – не ученическое воспроизведение «*Критики чистого разума*» и разъясняющих ее основные положения «*Пролегомен*», а скорее напряженный спор Максвелла с «Кантом в самом себе». Легший в основу эссе доклад «*Существуют ли реальные аналогии в природе?*», прочитанный Максвеллом на заседании кембриджского «клуба апостолов» в феврале 1856 года, является кульминационной точкой эволюции максвелловской метафизики. Этот год для творчества Максвелла особенно значим: именно в

1856 году была завершена публикация его первой электродинамической статьи «*О фарадеевских линиях сил*», в которой была тщательно намечена программа исследования электромагнитных явлений, которой Максвелл следовал всю свою жизнь. Кембриджский доклад представляет собой достаточно пространное изложение метафизических компонент «твердого ядра» (hardcore) максвелловской научно-исследовательской программы (НИП). Одна из них – признание относительности всякого конкретного знания в полном соответствии с шотландскими традициями здравого смысла с их нелюбовью к чистому, абстрактному анализу. Все, что нам остается, – это прибегать к аналогиям и моделям.

«Тогда, когда видят отношение между двумя вещами, которые хорошо известны, и думают, что должно быть сходное отношение между вещами, которые менее известны, то заключают от одного к другому. Это предполагает, что, несмотря на то, что пары вещей могут значительно отличаться друг от друга, *отношение* в одной паре может быть тем же, что и в другой. Теперь с научной точки зрения *отношение* – это самое важное, что нужно знать, и знание одной вещи позволяет в конечном счете получить знание о другой. Если все, что мы знаем, – это отношение, и если все отношения одной пары вещей соответствуют отношениям другой пары, будет трудно отличить одну пару от другой... Правда, такие ошибки достаточно редки, за исключением математических и физических аналогий... Возможно „книга“ как говорится, природы тщательно пронумерована; в этом случае несомненно, что вводные части будут объяснять то, что следует за ними, а методы, которым учат в первых частях, будут сочтены таковыми и использованы для иллюстраций более продвинутых частей курса; но если это – не „книга“, а иллюстрированный журнал, нет ничего глупее предположения, что одна ее часть может пролить свет на другие» (цит. по [11. Р. 112]).

Итак, первый урок, извлеченный Максвеллом из кантовской философии, – (I) «*принцип относительности научной истины*» [11. С. 112]. Но этим влияние Канта и эпистемологии конца XVIII – начала XIX века не ограничивается. Из рассматриваемого доклада может быть извлечен еще один принцип – (II) «*принцип активности теории по отношению к опыту*». Значение этого принципа для творчества Максвелла трудно переоценить. Действительно, в природе все явления тесно взаимосвязаны и взаимопроникают друг в друга (*merge into one another*). Вся разница в теоретических подходах обусловлена тем, что их авторы фокусируются на разных сторонах и разных уровнях рассматриваемых явлений. Поэтому главная задача теоретика состоит в том, чтобы ввести особые понятия, выражающие различные аспекты явлений. Но эти понятия – не пассивные копии вещей, а те (априорные) формы, в которых хаотическая лава ощущений и впечатлений отливается, приобретая сначала смутные очертания. Затем эти сырые формы еще «обтачиваются» за счет столкновения их как с опытными данными, так и со следствиями из других теорий для того, чтобы приобрести завершенность.

Однако задачи теоретика состоят не только в том, чтобы ввести и отполировать теоретические понятия, выражающие различные аспекты явлений,

но также в том, чтобы соединить эти аспекты в синтезе, раскрывающем связи и отношения между ними. Структура этого синтеза намечена в другой философской работе Максвелла – статье «*Герман Людвиг Фердинанд Гельмгольц*» [14. Р. 592], посвященной анализу творчества одного из наиболее близких по духу для Максвелла исследователей, Генриха Герца [15].

«Обычно научное знание растет за счет аккумуляции вокруг конечного числа отличающихся друг от друга центров. Но рано или поздно должно наступить такое время, когда два или более раздела знания уже больше не могут оставаться независимыми друг от друга, но должны *слиться в согласованное целое* (must be fused in to a consistent whole). При этом, хотя ученые мужи могут быть глубоко убеждены в необходимости подобного слияния, сама эта операция является одной из *самых трудных*. Ведь, хотя явления природы все согласованы друг с другом, мы должны иметь дело не только с ними, но и с гипотезами, которые были изобретены для систематизации этих явлений; и ниоткуда не следует, что из-за того, что одно множество наблюдателей выработало со всей искренностью для их упорядочения одну группу явлений, гипотезы, которые они сформировали, будут согласованы с теми, при помощи которых второе множество наблюдателей объясняли другое множество явлений.

Каждая наука может показаться достаточно (tolerably) согласованной внутри самой себя, но прежде чем все они смогут быть объединены в одно целое, каждая должна быть освобождена от известкового раствора, при помощи которого ее части были предварительно скреплены для согласования друг с другом. Поэтому операция слияния двух наук в одну в общем случае содержит много критики установленных методов, и отбрасывание многих кусков любимых знаний, которые ранее долгое время имели устойчивую научную репутацию» [14. Р. 592].

Этот отрывок – не случайное для Максвелла обстоятельство; Максвелл неоднократно подчеркивал ценность «*взаимооплодотворения* разными науками друг друга» (подробнее см.: [16. Р. 4]). Классический пример устранения «остатков цемента», который Максвелл приводил неоднократно (в частности в статье «О действии на расстоянии»), – это создание ньютоновской теории тяготения, когда «прогресс науки состоял в освобождении от небесных механизмов, которыми поколения астрономов загромождали небеса, в смывании паутины с неба (sweeping cobwebs off the sky)» [17. Р. 315].

Для того чтобы понять, каким именно образом Максвелл начал последовательно реализовывать описанные выше принципы, выведенные из попыток выделить рациональные элементы из кантовской философии, обратимся к его статье «*О фарадеевских силовых линиях*» [18]. Именно в ней заложены основы «синтетической» методологии Максвелла.

В чем состоит *принципиальная новизна* максвелловского подхода к синтезу явлений электричества и магнетизма, основанного на методе физических аналогий, и в лучшую сторону отличающего его от уже разработанных к тому времени подходов? – Отнюдь не в том, что он предлагает еще один «субстанциональный», в терминологии Кассирера, подход, отвергающий все

предыдущие как основанные на ложных предпосылках и утверждающий, что «на самом деле» электричество и магнетизм – это поля, а не непосредственные взаимодействия зарядов, происходящие по прямым линиям. Поэтому фарадеевские идеи применяются Максвеллом вовсе не для того, чтобы раскрыть «истинную сущность электричества и магнетизма», но для того, чтобы «показать, каким образом скрупулезное применение идей и методов Фарадея представляет на *математическое* [!] рассмотрение раскрытую им *взаимосвязь* [!] *существенно различных порядков явлений*» [18. Р. 58].

Но «идеи Фарадея» в данном случае – не полевые концепции, как это могло бы показаться доверчивому читателю, воспитанному на представлениях о том, что максвелловская электродинамика – это лишь математическое выражение физических концепций Фарадея. «Идеи Фарадея» – это всего лишь представления о *силовых линиях*, касательных к направлениям электрических и магнитных сил в данной точке.

Таким образом, суть *подлинной* инновации Максвелла – лишь в том, что он предложил рассматривать фарадеевские силовые линии, описывавшие направления электрических и магнитных сил, в качестве трубок с некоей *идеальной* несжимаемой жидкостью, репрезентирующих теперь не только направления сил, но и их интенсивности, поскольку скорости течения жидкости обратно пропорциональны сечениям этих трубок. Но для шотландского кантонианца принципиально важно, что эта несжимаемая жидкость практически *никакого отношения к реальности не имеет*. Максвелл ни в коем случае не собирается утверждать, что какие-либо свойства электромагнитных явлений репрезентируются свойствами несжимаемой жидкости. Не случайно ни в 1856 году, ни позже Максвелл никогда и не пытался сконструировать единую непротиворечивую *механическую* модель электромагнитных явлений. Наоборот, он часто использовал *одновременно* несколько моделей, которые даже могли противоречить друг другу. «Это даже и не гипотетическая жидкость, вводимая для объяснения действительных явлений. Это – всего лишь *собрание воображаемых свойств*, которое может быть использовано для вывода определенных теорем *чистой математики* способом, для многих более интеллигентным и более подходящим для физических проблем, чем тот способ, в котором используются только алгебраические символы» [18. Р. 160].

Как отмечает Максвелл, репрезентация электрических и магнитных полей при помощи трубок с несжимаемой жидкостью в выгодную сторону отличается от других случаев тем, что между трубками нет никакого промежутка. Единственное налагаемое на предлагаемые модели жесткое требование, как, впрочем, и на все математические конструкты, – чтобы они *не противоречили* друг другу. Во всем остальном – полная свобода воображения. Даже законы сохранения могут в наших игрушечных моделях (toy models) нарушаться! «В концепциях источников, где жидкость может производиться, и стоков, где она аннигилируется, нет ничего самопротиворечивого. Свойства жидкости полностью в нашем распоряжении; мы сделали ее несжимаемой, а сейчас предполагаем, что она возникает из ничего в одних точках, и превращается в ничто в других» [18. Р. 162].

И в оставшихся разделах работы Максвелл показывает, каким образом «руководящая идея» линий движения жидкости может быть применена для описания таких (относительно) простых разделов, как статическое электричество, постоянный магнетизм, магнетизм индукции и однородные гальванические токи, и др. Таким образом, эпистемологический смысл максвелловской инновации, предлагаемой им в основополагающей работе 1856 года, – конструирование «нейтрального языка» для описания и сравнения выводов из различных конкурирующих и синтезируемых моделей и теорий. Для того чтобы сравнить между собой и свести воедино, – в *непротиворечивую* теоретическую схему – результаты описаний разных экспериментов, несущих следы существенно различных теоретических языков, необходимо создать или использовать особый, искусственный теоретический язык, по возможности равноудаленный от всех сравниваемых теорий. Его основа – математическая терминология механики сплошных сред. Конечная цель Максвелла – спроецировать выводы всех конкурирующих «парадигм» на эту область. Надо «переписать» все известные законы на этом языке, сравнить их выводы между собой для того, чтобы избавиться от противоречий и обобщить, наконец, в самосогласованной системе математических уравнений.

Итог статьи [18] – вывод уравнений Максвелла, но без тока смещения. Важным недостатком модели трубок несжимаемой жидкости было то, что они, за исключением простых отдельных случаев, были неспособны объяснить в общем виде не только связи и взаимодействия электрических и магнитных полей и электрических токов, но также раскрытую Фарадеем в 1845 году взаимосвязь магнитных и оптических явлений. Поэтому в 1861 году начинается публикация второй статьи [19]. Теперь нейтральный язык – не математический аппарат гидродинамики, а математический аппарат теории упругости, в которой отношения между силами математически описываются в виде тензоров. Тензорный аппарат обеспечивал создание нового диалекта «нейтрального языка» [20].

Литература

1. Кун Т. Структура научных революций. М.: АСТ, 2003.
2. Фейерабенд Пол. Против метода: очерк анархистской теории познания. М.: АСТ, 2007.
3. *Ruckman Thomas*. The Reign of Relativity. Philosophy in Physics 1915–1925. Oxford: Oxford University Press, 2005.
4. *Ladyman J*. Structural Realism and the Relationship between the Special Sciences and Physics // Philosophy of Science. 2008. 75. P. 744–755.
5. *Кассирер Эрнст*. Философия символических форм. Т. 1. М.-СПб.: Университетская книга, 2002.
6. *Кассирер Эрнст*. Философия символических форм. Т. 3. М.-СПб.: Университетская книга, 2002.
7. *Кассирер Эрнст*. Познание и действительность. Понятие субстанции и понятие функции. М.: Гнозис, 2006.
8. *Степин В. С.* Теоретическое знание. М.: Прогресс-Традиция, 2003.
9. *Planck M*. Die Einheit des physikalischen Weltbildes. Physikalische Rundblicke. Leipzig, 1922.

10. Нугаев Р. М. Генезис общей теории относительности: интертеоретический контекст // Вопросы Философии. 2017. № 1. С. 62–70.
11. *Campbell Lewis, Garnett William*. The Life of James Clerk Maxwell. L.: Macmillan, 1882.
12. Кант Иммануил. Прологомены ко всякой будущей метафизике, могущей появиться как наука / пер. Вл. Соловьева, 1893 // Иммануил Кант. Трактаты: сб. СПб.: Наука, 2006. С. 147–258.
13. Кант Иммануил. Критика чистого разума. Второе издание / пер. Н. Лосского. М.: Эксмо, 2006.
14. *Maxwell James*. Hermann Ludwig Ferdinand Helmholtz // Nature. 1877. Vol. XV. Reprinted in: The Scientific Papers of James Clerk Maxwell. 1890. Vol. 2. P. 592–599.
15. Нугаев Р. М. Максвелловская научная революция: согласование исследовательских программ Френеля, Ампера-Вебера и Френеля-Юнга. Казань: Изд-во КГУ, 2013.
16. *Harman Peter*. The Natural Philosophy of J.C. Maxwell. Cambridge University Press, 2001.
17. *Maxwell James*. On Action at a Distance. 1873. Reprinted in: The Scientific Papers of James Clerk Maxwell. 1890. Vol. 1. P. 315–320.
18. *Maxwell J. C.* On Faraday's Lines of Force // The Transactions of the Cambridge Philosophical Society. 1856. Vol. X, part 1. Reprinted in "The Scientific Papers of James Clerk Maxwell". 1890. Vol. 1. P. 155–229.
19. *Maxwell J. C.* On Physical Lines of Force // Philosophical Magazine. 1861. Vol. XXI. Reprinted in "The Scientific Papers of James Clerk Maxwell". 1890. Vol. 1. P. 451–513.
20. Нугаев Р. М. Генезис и становление максвелловской электродинамики: интертеоретический подход // История науки и техники. 2013. № 12. С. 3–19.

MAXWELL'S UNIFICATION OF OPTICS AND ELECTROMAGNETISM AND THE INCOMMENSURABILITY TENET

R.M. Nugaev*

*Volga Region State University of Physical Culture, Sport and Tourism
35 Universiade Village, Kazan, Republic of Tatarstan, 420010,
Russian Federation*

Abstract. It is contended that one of the promising directions for solving the problem of incommensurability of paradigms, coined by T. Kuhn and P. Feyerabend, can be associated with the trend of advancement of neo-Kantian epistemology, presented by the writings of Ernst Cassirer. According to Cassirer, the statements fixing connections and relationships between mathematical ideal constructs form a "neutral language" that can serve as a firm ground for comparing the "old" and "new" paradigms. A case study of the genesis and functioning of a neutral mathematical language related to the Maxwellian synthesis of optics and electromagnetism is provided. It is elicited that its basis is constituted by the mathematical language of continuum mechanics. The main function of the neutral language was to project the consequences of all the unified theories onto the mathematical model, "rewrite" all known laws in this mathematical language, compare their conclusions with each other to eliminate contradictions and generalize the stuff in a self-consistent system of equations.

Keywords: incommensurability, Cassirer, mathematization, Maxwell, synthesis

* E-mail: rinatnugaev@mail.ru

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2-116-126

EDN: GXYZRE

ВОПРОСЫ НАУЧНОГО ПРИОРИТЕТА НА ФОНЕ ДВУХ ФИЛОСОФСКИХ КОНЦЕПЦИЙ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ

А.М. Кривчиков

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинские Горы*

Аннотация. В статье исследуются два противоположных подхода к авторству специальной теории относительности. Первый предполагает, что Альберт Эйнштейн является единственным учёным, чей вклад в развитие науки позволил создать СТО. Второй подход провозглашает, что теория относительности является продуктом коллективной деятельности многих учёных, на протяжении десятилетий работавших над её созданием.

Ключевые слова: теория относительности, Эйнштейн, Пуанкаре, теория, физика, позиция, учёные

Создание специальной, а затем и общей теории относительности стало переломным моментом в истории науки. По сути, знаменитая статья «К электродинамике движущихся тел» разрешила кризис, вставший на пути развития физики в XIX веке, несмотря на то, что в первые годы после публикации статья вызвала большой резонанс в мировом научном сообществе.

Традиционно в истории науки единственным автором теории относительности принято называть немецкого физика-теоретика Альберта Эйнштейна. В 1905 году именно его статья совершила переворот в мировом научном сообществе, разделив физику на классическую и неклассическую, а Эйнштейн стал считаться одним из величайших учёных в истории, чьи исследования совершили научную революцию.

Но если внимательно изучить состояние науки на момент публикации в 1905 году эйнштейновской статьи, оказывается, что не всё так однозначно. И единоличная заслуга Эйнштейна в формулировании СТО подвергается серьёзным сомнениям и является поводом для споров в научном сообществе на протяжении уже более столетия.

В мировой научной литературе высказывались альтернативные позиции о том, кто открыл теорию относительности (речь идёт о специальной теории относительности – теории пространства и времени, общей теорией относительности называют теорию пространства, времени и тяготения), – французский математик и физик Анри Пуанкаре или немецкий физик (в 1905 году это был начинающий физик, работавший экспертом в патентном бюро) Альберт Эйнштейн. В настоящей статье формулируется следующая позиция: вопрос о

приоритете в данном случае упирается в вопрос о том, что следует понимать под научной теорией? А этот последний вопрос, в свою очередь, упирается в вопрос о философском понимании структуры научного знания. Здесь имеются в виду две позиции: научная теория (физическая теория или теория как единица физического знания) есть гипотетико-дедуктивная система (такая позиция иногда называется стандартной) и научная теория есть модель опыта, модель, определяемая теоретико-множественными категориями изоморфизма и гомоморфизма.

Кто открыл теорию относительности?

Вопрос первооткрывателя специальной теории относительности в различных контекстах ставился отечественным физиком, публиковавшим статьи по истории релятивистской физики, А.А. Тяпкиным. В статье, предваряющей сборник работ по истории теории относительности [1], А.А. Тяпкин пишет о теории относительности Пуанкаре-Лоренца и утверждает, что статья Альберта Эйнштейна, опубликованная 1905 году, с которой в массовом сознании связана специальная теория относительности, являлась вторичной, в этой статье лишь последовательно в аксиоматической форме излагалось то, что уже было сделано Лоренцом и Анри Пуанкаре.

А.А. Тяпкин при этом опирается на историко-научную книгу [2] английского физика Э. Уиттекера, в которой прослеживается развитие понятий электродинамики вплоть до Эйнштейна и в которой то, что в современных книгах называется теорией относительности, обозначено как теория Пуанкаре-Лоренца.

Статья А.А. Тяпкина была подвергнута критике в рецензии Кобзева. «Доводы Тяпкина основаны на непонимании работ Лоренца и Пуанкаре и поэтому неубедительны. Именно А. Эйнштейном было показано, что инерциальные системы отсчета равноправны, координаты и времен, измеряемые в них, связаны формулами релятивистских преобразований (математически тождественным преобразованиям Лоренца), уравнения оптики и электродинамики имеют одинаковый вид во всех инерциальных системах отсчета» [3. С. 545].

Весьма важно, что именно Эйнштейном теория относительности была сформулирована как теория в классическом понимании этого слова, то есть как система постулатов и логически вытекающих из них следствий.

Кобзев обращает внимание на то, что А.А. Тяпкин, настаивая на приоритете Пуанкаре и Лоренца, ссылается также на внешние факторы, нерелевантные с точки зрения Кобзева вопросу о развитии идей в физике – на национальный вопрос (Эйнштейн был немецким евреем, а евреи подвергались дискриминации и, более того, – физическому уничтожению в гитлеровской Германии), а также А.А. Тяпкин упоминает природную скромность Анри Пуанкаре.

Уже после выхода рецензии Кобзева вышла в свет книга Пуанкаре «О науке» [4] с обширной статьей А.А. Тяпкина с соавторами, касающейся

истории специальной теории относительности и тех логических проблем, которые обнаруживаются при изложении этой истории (1983 г.). «В самом конце 19 века, – пишут авторы этой статьи, – были уже найдены новые преобразования пространственно-временных координат, составляющие основу будущей физической теории. Были получены также самые необычные следствия этой теории о сокращении длин отрезков и сокращении временных интервалов. В работах Г.А. Лоренца и Дж. Лармора контуры новой теории проступили весьма отчётливо. Но ограниченное применение новых пространственно-временных преобразований только для уравнений электродинамики не обеспечивало всеобщности принципа относительности» [4. С. 528]. Поэтому в своем докладе на конгрессе в Сент-Луисе (1898 г.) Пуанкаре специально подчеркнул, что может потребоваться новая механика быстрых движений.

Новый шаг был сделан Лоренцем (1904 г.), когда он предложил распространить на любые механические объекты найденный им для электронов закон неограниченного возрастания массы при приближении их скорости к скорости света. Пуанкаре (1905 г.) усмотрел в статье Лоренца чёткие начала новой механики высоких скоростей. Он увидел в этой механике доказательство того, что невозможно наблюдать абсолютное движение.

В статье «О динамике электрона» Пуанкаре вывел соотношения для преобразований электрического заряда и тока и показал, что уравнения электромагнитного поля не изменяются при преобразованиях, которые он предложил назвать преобразованиями Лоренца. «Неизменность, инвариантность уравнений электродинамики относительно этих преобразований становится у Пуанкаре прямым следствием принципа относительности» [4. С. 548].

Касаясь статьи Эйнштейна «К электродинамике движущихся тел» (1905 г.), А.А.Тяпкин с соавторами пишут следующее: «Что касается постановки задачи о теории, удовлетворяющей принципу относительности, то она... совпала во всех трех работах разных авторов: Лоренца, Пуанкаре и Эйнштейна. Разница состояла лишь в том, что Лоренц указывал на источник такой постановки – одно из ранних выступлений Пуанкаре по этому вопросу, а Эйнштейн дает обоснование принципа относительности без всякой ссылки на первоисточник» [4. С. 549].

Поскольку в научных исследованиях важно ссылаться на исследования и идеи других учёных, отсутствие у Альберта Эйнштейна в его работах ссылок на первоисточники может говорить или о его незнакомстве с ними, или о путанице. «Для построения теории Эйнштейну понадобился еще один постулат: о независимости скорости света от скорости движения источника. Эта необходимая предпосылка никак им не обосновывалась. Появление её в исследовании Эйнштейна нелегко объяснить, поскольку ничего не было известно о таком факте, а следовательно, опытом она не могла быть подсказана. В электродинамике Лоренца и Лармора, а следовательно, и в теоретических построениях Пуанкаре, следившего за их работами, это положение вытекало как естественное следствие из концепции неподвижного эфира. Но Эйнштейн с самого начала отказался от использования этого понятия.

Поэтому появление в его работе постулата о независимости скорости света от движения источника – постулата, находящегося к тому же в кажущемся противоречии с первым исходным принципом его теории, было явно непоследовательным шагом» [4. С. 549].

Всё же изложение позиции Эйнштейна оканчивается знаком +. «Отличительной особенностью работы Эйнштейна, – пишут А.А. Тяпкин с соавторами, – была четкая постановка вопроса о решении проблем электродинамики движущихся тел путем пересмотра понятий, связанных с пространственно-временными соотношениями. Центральное место в его статье отводилось определению одновременности разноместных событий» [4. С. 549].

Гипотетико-дедуктивная концепция

В данной статье речь идет о двух концепциях строения теоретического знания: гипотетико-дедуктивной и модельной. Этот параграф посвящён гипотетико-дедуктивной концепции (в литературе по философии науки она также именуется стандартной), которая восходит к трудам Дюгема, Шлика, Гемпеля, Поппера и других авторов-исследователей. В отечественной литературе эта концепция подробно излагалась в статьях и книгах В.А. Швырева, Г.И. Рузавина, Д.П. Горского и Е.П. Никитина.

Гипотетико-дедуктивная концепция возникла в результате адаптации понятия аксиоматической теории к проблемам методологии естественных наук, в первую очередь к методологии физики. Аксиоматическое же построение теории восходит к Евклиду, точнее, к тому изложению геометрии, которое получило название евклидовой геометрии. Это изложение предполагает упоминание первичных понятий, аксиом и теорем.

В конце XIX века Д. Гильберт предложил версию аксиоматического метода, которую называют формализованной. Это построение теории без упоминания первичных понятий. Первичные понятия (в геометрии – это «точка», «прямая», «плоскость») определяются неявно в контексте аксиом теории. Теоремы доказываются путем словесных рассуждений, а доказательством считается рассуждение, при котором из истинности аксиом следует истинность теорем. Иными словами, доказательством считается дедуктивное рассуждение.

В современной логике вводится представление о формальном построении теории. Здесь уже под дедукцией имеется в виду формальное рассуждение, при котором заключение получается из посылок в соответствии с фиксированными правилами вывода.

Если у Евклида и Гильберта образцом аксиоматической теории являлась геометрия, то в математической логике изложение аксиоматического метода начинается с исчисления высказываний, затем идёт исчисление предикатов, затем – формальная арифметика и некоторые алгебраические теории.

Гипотетико-дедуктивное построение научных теорий восходит к формализованной аксиоматике Гильберта. Предполагается, что научная теория состоит из первичных предложений (этими предложениями являются

фундаментальные научные законы типа законов Ньютона, законов (уравнений) Максвелла и т.д.), из предложений средней общности (такowym является, например, закон, связывающий вес тела с его массой в механике Ньютона, закон Кулона в электродинамике Максвелла) и фактофиксирующих предложений (речь идёт о предложениях наблюдения, которые называются также протокольными предложениями или базисными предложениями). При этом предложения средней общности дедуктивно следуют из фундаментальных научных законов, а предложения наблюдения следуют из фундаментальных законов и предложений средней общности.

В философии неопозитивизма представление о гипотетико-дедуктивной теории использовалось, чтобы провести грань между наукой и метафизикой. То, что не укладывалось в рамки гипотетико-дедуктивной организации знания, относилось либо к вспомогательному аппарату теории (например, к моделям, облегчающим понимание теории в силу их привычности, наглядности), либо к метафизике, которая может быть эвристически полезной, но затемняет структуру научного знания.

Модельная концепция строения знания

Теория в физике, в химии и вообще в естественных науках может трактоваться и как модель эмпирического знания или, точнее, как иерархия моделей, при которой модель низшего уровня воспроизводит подробно структуру эмпирических фактов, а «модель моделей» даёт абстрактное построение теории как структуры, которая реализуется в разных схематизациях эмпирического материала.

В отличие от упомянутой выше гипотетико-дедуктивной концепции строения знания модельная не использует понятие дедукции как рассуждения, при котором из истинности посылок следует истинность заключения. Модельная трактовка уточняется при помощи теоретико-множественных представлений – гомоморфизм и изоморфизм. Теоретические конструкции первого уровня непосредственно моделируют эмпирические данные, они представляют собой гомоморфные (или в пределе изоморфные) образы эмпирически данного. Например, формула $s = vt$ является гомоморфным отображением прямолинейных и равномерных движений на плоскости. Формула же $s = vt + at^2/2$ моделирует (гомоморфно отображает) не только равномерные и прямолинейные движения (если a рано нулю), но и равноускоренные движения.

Гипотетико-дедуктивная точка зрения на теорию относительности

Принимая гипотетико-дедуктивную точку зрения на научную теорию, мы приходим к выводу, что специальную теорию относительности создал Эйнштейн. Именно Эйнштейн ясно сформулировал две основополагающие гипотезы, на которых базируется эта теория, а именно: принцип относительности Галилея (не в той форме, как его сформулировал сам Галилей, а в форме

основного принципа специальной теории относительности – понятие инерциальной системы отсчета не вводилось в виде явного определения, а определялось неявно в контексте этого принципа) и принцип постоянства скорости света.

Альберт Эйнштейн писал буквально следующее:

1. Для всех координатных систем, для которых справедливы законы механики, справедливы те же самые электродинамические и оптические законы.

2. Свет в пустоте всегда распространяется с той же самой скоростью.

А.А. Тяпкин с соавторами утверждает, что эти принципы противоречат друг другу. Они противоречат, если используется классическое понятие системы отсчета. Но понятие «система отсчета» (у Эйнштейна «координатная система») вводится Эйнштейном в структуре его двух основных гипотез, из которых он затем выводит следствия.

Теоретико-модельная точка зрения на теорию относительности

Если рассматривать специальную теорию относительности как иерархию моделей, то точка зрения Тяпкина с соавторами (точка зрения, что теорию относительности сформулировали вместе Лоренц, Пуанкаре и Эйнштейн) кажется более правдоподобной. Лоренц сформулировал преобразования Лоренца (сначала для электромагнитных явлений, затем – вместе с Пуанкаре – пришел к выводу об их универсальности)

Ключевой особенностью подхода Анри Пуанкаре во взгляде на науку является то, что он считал важнейшим критерием при выборе аксиом творческую способность познающего субъекта (учёного). Тем не менее его конвенциональная позиция относится к умеренному типу, поскольку французский учёный признавал, что научные факты основаны на опыте и лишь гипотезы, описывающие эти факты, являются продуктом творчества учёных. Это более мягкая позиция, чем конвенционализм Эдуарда Леруа, провозглашавший, что наука является целиком и полностью искусственной вещью, а сами факты создаются в сознании учёных.

Для более полного и точного понимания различий между радикальным и умеренным конвенционализмом следует подробнее изложить, в чём состоит суть первого в трактовке Леруа, который больше известен не как математик, а как религиозный философ. Он противопоставил два рода истин: истины разума и истины веры. Как пишут в своей статье «Конвенционализм как синтез рациональности и антропологичности научного знания» советские историки науки С.Н. Коськов и С.А. Лебедев: «Согласно этой традиции, научные истины, в отличие от религиозных, являются плодом усилий человеческого разума, а потому не могут быть абсолютно истинными по самой своей природе» [5. С. 2].

Как видно, Леруа не приходило в голову, что все религии также являются плодом человеческого сознания. И, что характерно, он ничего не говорит об эмпирической составляющей науки.

Анри Пуанкаре, вопреки распространённому мнению, не является основоположником конвенционализма как глобальной концепции, а сформировал его, критикуя мнение Леруа. Например, он критиковал позицию Леруа в своей работе «Наука и гипотеза»: «...учение Леруа не только номиналистично: ему свойственна еще другая черта, явившаяся, несомненно, благодаря влиянию Бергсона: оно антиинтеллектуалистично. С точки зрения Леруа, ум искажает все, к чему он прикасается; это еще более справедливо по отношению к его необходимому инструменту – «рассудочности». Реальность присуща только нашим беглым и изменяющимся впечатлениям, и даже эта реальность исчезает при первом прикосновении к ним. Однако Леруа – не скептик. Если он объявляет разум непоправимо бессильным, то лишь для того, чтобы уделить побольше места для других источников познания, – например для сердца, чувства, инстинкта или веры. Как ни уважаю я талант Леруа, как ни остроумно это положение, я не мог бы принять его полностью. Конечно, во многих отношениях я согласен с Леруа, и он даже цитировал для поддержки своей точки зрения различные места из моих сочинений, от которых я нисколько не намерен отказываться. Я лишь считаю своей обязанностью разъяснить, почему я не могу последовать за ним до конца» (цит. по: [4. С. 328]).

С точки зрения Пуанкаре, искусственны лишь гипотезы и положения, обобщающие и систематизирующие научные факты. Главный принцип и критерий – удобство для исследователей. Он говорил: «Наука есть лишь классификация. И классификация не может быть верною, а только удобною. Но это верно, что она удобна; верно, что она является такой не только для меня, но и для всех людей; верно, что она остаётся удобной для наших потомков; наконец, верно, что это не может быть плодом случайности» (цит. по: [4. С. 270]).

Можно сказать, что Анри Пуанкаре видел развитие науки в создании таких научных теорий, которые наиболее просто и удобно описывали наблюдаемые явления и фиксируемые факты. Ярким примером этого является рассуждение французского учёного о природе геометрических аксиом, в котором он заявляет, что они носят не характер синтетических априорных суждений или экспериментальных фактов, а являются конвенциями. Главное требование к таким конвенциям – внутренняя непротиворечивость и логическая целостность построений.

Важно понимать, что конвенциональность некоторых научных положений и выводов ещё не означает того, что конвенционализм стал общепризнанной концепцией научного познания. Как пишет в своей статье «Научное познание и конвенционализм» С.Ю. Пискорская: «Конвенциональность некоторых элементов научной теории, например, формы математического представления законов физических процессов в настоящее время стала общепризнанной и не оспаривается ни философами, ни представителями точных наук. Однако обоснованный А. Пуанкаре естественнонаучный конвенционализм был распространён и на процесс познания в целом как философский конвенционализм, отрицающий объективное содержание в любых научных построениях и в науке вообще» [4. С. 345].

Как уже было отмечено выше, Анри Пуанкаре не является основоположником конвенционализма. Им следует считать Эдуарда Леруа. Но предпосылки, ставшие основой для формирования конвенционалистской парадигмы, заложены раньше. К предпосылкам конвенционализма можно отнести и субъективный идеализм Эрнста Маха, и тот факт, что научные теории в физике всё больше отдаляются от опыта. Также важную роль сыграл Пьер Дюгем и его эволюционистский подход к истолкованию процесса развития науки.

С.Н. Коськов в своей статье «Конвенционализм и его эпистемологические начала» написал: «Отдаление научно-теоретических построений от реальности усиливало представление о независимости теории от опыта и научной практики. Конвенционалисты осознали этот факт возрастания относительной самостоятельности теории по отношению к опыту, утверждая, что научные теории в достаточно слабой степени детерминированы опытом и суть не что иное, как результат конвенции» [4. С. 73]. Следует заметить, что это не совсем корректное замечание, потому что сам Пуанкаре считал опыт главным критерием, по которому можно строить и проверять истинность научных теорий, а конвенциональны лишь их положения.

Теория относительности базируется на одном из важнейших принципов – наука постигает не сами вещи в себе, а отношения между вещами. Всё, что выходит за рамки исследования этих отношений, является пустой демагогией. При этом в реальности самих вещей нельзя сомневаться.

Это перекликается с философской установкой Иммануила Канта, а конкретно – с его понятием «вещи в себе». Согласно Канту, мы можем судить и говорить лишь о явлениях, в то время как истинная сущность вещей недоступна взору наблюдателей.

Конечно, основоположника немецкой классической философии нельзя называть конвенционалистом. Но наследие Канта прослеживается во взглядах Маха и Пуанкаре. Возможно, и на взгляды самого Эйнштейна идеализм Канта оказал существенное влияние.

Как известно, Иммануил Кант рассматривал пространство и время как свойства наблюдателя, необходимые ему для упорядочивания своих чувственных ощущений. В эйнштейновской теории относительности понятие наблюдателя также имеет центральное значение.

Другим важным обстоятельством является то, что специальная теория относительности базируется на двух постулатах: принципе относительности и постоянстве скорости света. Эти постулаты первоначально были приняты как допущения, ибо без них невозможно было построить теорию относительности.

В подтверждение тому, что теория относительности на момент своего формирования строилась преимущественно не на эмпирических данных, а на условном соглашении, можно привести цитату из книги Вернера Гейзенберга: «50 лет назад, когда была создана теория относительности, эта гипотеза об эквивалентности массы и энергии революционизировала физику,

но экспериментальных доказательств этого закона было тогда очень мало» (цит. по: [5. С. 69–70]).

И в связи с этим многими учёными того времени, в том числе именитыми, теория относительности не была быстро принята. Постулаты и допущения Альберта Эйнштейна были относительно смелыми и резко противоречащими сложившейся на протяжении тысячелетий картине физического мира, а достаточной эмпирической базы в их подтверждение на тот момент не было.

Заслуга Альберта Эйнштейна в том, что он, не имея достаточного объёма эмпирических данных, располагая только сведениями о противоречиях классической физики с новыми опытными данными, смог сформулировать теорию относительности, впоследствии экспериментально доказанную. И на момент публикации статьи «К электродинамике движущихся тел» (1905) специальная теория относительности являлась конвенциональной теорией, базирующейся на условных допущениях и внутренней непротиворечивости постулатов и выводов.

Тем не менее многие исследователи оспаривают ведущую роль Эйнштейна в создании специальной теории относительности, замечая, что её истоки были заложены до него. В не меньшей степени отцами-основателями СТО считаются физик из Нидерландов Хендрик Лоренц и математик из Франции Анри Пуанкаре.

Именно Пуанкаре в 1899 году в своём опубликованном курсе лекций «Электричество и оптика» заметил, что оптические явления могут зависеть только от относительных движений присутствующих материальных тел. Таким образом, он сформулировал принцип относительного движения и фактически исключил концепцию эфира из физики, хотя сам продолжал использовать концепцию эфира, придерживаясь мнения, что его просто никогда не удастся обнаружить.

Спустя год Пуанкаре издал статью «Теория Лоренца и принцип противодействия», в которой он дал физическую интерпретацию локального времени как времени подвижных наблюдателей, настроивших собственные часы посредством оптических сигналов, при этом проигнорировав собственное движение.

И уже в 1904 году Пуанкаре во время лекций в США чётко обозначил, что физические законы должны быть одинаковыми для всех: как для неподвижных наблюдателей, так и находящихся в равномерном движении.

Довольно странно, что Пуанкаре и Лоренц не стали создателями теории относительности, уступив эту почётную роль на тот момент никому толком не известному немецкому физику Альберту Эйнштейну.

Я больше склоняюсь к мнению о том, что именно конвенционализм, являясь одновременно одним из важнейших прорывных подходов к пониманию науки и научного метода, помешал создать комплексную и полную физическую теорию.

Для Эйнштейна относительное оставалось объективным, а для Пуанкаре оно было субъективным и условным. Ввиду этого и важность великого открытия оценивалась двумя учёными по-разному. Для Эйнштейна его теория

была сменой парадигмы, ознаменовавшей переход от классической механики к современной физике. Пуанкаре же рассматривал релятивистские представления как очередную более удобную конструкцию, позволявшую в логически непротиворечивом виде объяснить и систематизировать научные данные и факты, вступавшие в противоречие с ньютоновской картиной мира.

И с Пуанкаре, в общем-то, во многом приходится согласиться. Ведь с появлением теории относительности классическая физика не исчезла, а её законы и применимость остались в силе. Фактически одним из главных различий между классической и релятивистской физикой является различие в областях их применения: классическая механика используется для вычислений на невысоких скоростях и в ограниченных масштабах, а современная физика оперирует релятивистскими скоростями в космических масштабах.

Тем не менее после публикации Альбертом Эйнштейном в 1905 году статьи «К электродинамике движущихся тел» Пуанкаре перестал издавать работы по релятивистской теории, продолжая использовать концепцию эфира в своих исследованиях.

Это может говорить о том, что французский учёный продолжал придерживаться позиций классической ньютоновской физики в вопросах, принципиальных для новой.

В 1912 году в своей совместной с Эрихом Коном работе «Пространство и время с точки зрения физики» Пуанкаре впервые дал крупный комментарий по поводу новой неклассической релятивистской физики: «Каково же будет наше отношение к этим новым представлениям? Заставят ли они нас изменить наши заключения? Нисколько. Мы приняли известное условное соглашение потому, что оно казалось нам удобным. Теперь некоторые физики хотят принять новое условное соглашение. Это не значит, что они были вынуждены это сделать; они считают это новое соглашение более удобным, вот и всё. А те, кто не придерживается их мнения и не желает отказываться от своих старых привычек, могут с полным правом сохранить старое соглашение. Между нами говоря, я думаю, что они ещё долго будут поступать таким образом» (цит. по: [4. С. 593]).

Очевидно, что теория относительности является плодом труда многих выдающихся учёных из разных специализаций, преимущественно физики и математики. При этом зачастую они работали не в организованной команде, а в индивидуальном режиме. И, поскольку наука не знает границ, очевидно, что учёные по всему миру обменивались новыми знаниями и открытиями.

Заслуга Альберта Эйнштейна в том, что именно он смог кратко и точно сформулировать два постулата, ставшие венцом труда десятков умов. Но это нисколько не умаляет вклад каждого из них в её создание.

Напротив, настоящая ситуация демонстрирует и доказывает то, что в мировой науке ключевой является традиция преемственности и взаимного творчества учёных.

Литература

1. *Тяпкин А. А.* Принцип относительности. М.: Атомиздат, 1973. 332 с.
2. *Уиттекер Э.* История теории эфира и электричества. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. 512 с.
3. *Кобзев И. Ю.* О принципе относительности // УФН. 1975. Т. 115. С. 545–549.
4. *Панов М. И., Тяпкин А. А., Шибанов А. С.* Анри Пуанкаре и наука начала XX века // Анри Пуанкаре. О науке. М.: Наука, 1883. 736 с.
5. *Коськов С. Н., Лебедев С.А.* Конвенционализм как синтез рациональности и антропологичности научного знания // Вестник Московского университета. Серия 7, Философия. 2009. № 5. С. 93–98.
6. *Пискорская С. Ю.* Научное познание и конвенционализм // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2006. № 10. С. 344–346.
7. *Коськов С. Н.* Конвенционализм и его эпистемологические начала // Учёные записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2009. № 3. С. 73–78.
8. *Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое. М.: Наука, 1989. 400 с.

ISSUES OF SCIENTIFIC PRIORITY AGAINST THE BACKGROUND OF TWO PHILOSOPHICAL CONCEPTS OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE

A.M. Krivchikov

*Lomonosov Moscow State University
Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation*

Abstract. The article explores 2 opposite approaches to the authorship of the special theory of relativity. The first assumes that Albert Einstein is the only scientist whose contribution to the development of science allowed the creation of SRT. The second approach proclaims that the theory of relativity is the product of the collective activity of many scientists who have been working on its creation for decades.

Keywords: Theory of relativity, Einstein, Poincaré, theory, physics, position, scientists

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2-127-141

EDN: FMKNAD

МОРАЛЬ И РЕЛИГИЯ В КОНТЕКСТЕ РЕЛЯЦИОННОЙ ПАРАДИГМЫ: СЛЕДСТВИЯ ДЛЯ СОЦИАЛЬНОЙ ИДЕОЛОГИИ

Д.Г. Егоров*

*Псковский филиал Университета ФСИН России
Российская Федерация, 180014, Псков, Зональное шоссе, д. 28*

Аннотация. Показано, что проблема источника и сущности морали наиболее удовлетворительно решается на основе метафизики платонизма. Её конкретная реализация в форме фундаментальной физической теории – реляционная парадигма теоретической физики. Развив ряд следствий из трактовки морали как трансцендентной связи человека с Первопричиной бытия для религиозной философии и социальной идеологии.

Ключевые слова: альтруизм, душа, либерализм, мораль, наука, принцип Юма, религия, реляционная парадигма, смысл жизни, социализм, теория, человек, эгоизм

Введение

Определим нашу философскую позицию по вопросу соотношения религии и науки.

Любой человек имеет модель реальности (картину мира), лежащую в основе его поведения. Формализованная модель мира содержит а) научные теории, б) набор онтологических и этических принципов, являющихся ее философским ядром¹.

Наличие критического (научного) мышления предполагает понимание следующего:

А. Граница между наукой и философией может сдвигаться², но полное замещение философии наукой невозможно в принципе: какие-то философские основания для научных теорий (аксиомы, принципы) абсолютно необходимы³. Поэтому задача построения полностью «научной» картины мира (идеологии) заведомо утопична.

* E-mail: de-888@ya.ru

¹ Ту часть модели мира, которая может быть непосредственно проверена (потенциально фальсифицирована сопоставлением выводов из теорий с фактами), назовем наукой. Часть, непосредственной фальсификации не поддающаяся, – философия (религия).

² Например, философское предположение о существовании черных дыр последние десятилетия стало предметом экспериментальной проверки.

³ Попытка полностью заместить философские принципы наукой была предпринята в свое время в рамках философии позитивизма, но оказалась нереализуемой [1; 2. С. 82–86].

Б. Принципы, лежащие в основе любого мировоззрения, есть философские гипотезы, напрямую не проверяемые. Религия в мировоззренческом смысле⁴ – философская гипотеза, объясняющая существование мира, а также человека в мире. Из этого следует, что атеизм есть также форма религии: и теизм (вера в Бога), и атеизм (вера в то, что, кроме материи, больше в Универсуме нет ничего) – в равной степени есть акты веры. Как человеческие существа мы обречены на то, чтобы первичные философские установки нашего мировоззрения принимать на веру.

Некритическими формами мировоззренческих убеждений являются, в частности, фидеизм (то есть догматически-буквальное понимание текстов священных книг) и «научный» атеизм⁵, и здесь не обсуждаются⁶.

Идеализм предполагает существование, помимо материального уровня бытия, как минимум еще одного (Платоновского мира идей, Бога), что сторонниками материализма зачастую интерпретируется как вера в чудо. Здесь мы считаем необходимым отметить, что, по нашему мнению, материализм в еще большей степени предполагает определенный сорт веры «в чудо»: веру в то, что некоторые процессы и события, у которых нет, и, вполне вероятно, никогда не будет научных моделей (то есть их объяснения), тем не менее происходили, причем исключительно по материалистическим причинам⁷. Это в частности – гипотеза «Большого взрыва»⁸; вера эволюционистов, что к превращению амебы в человека могут привести случайные сбои в генетическом коде; проблема появления сознания⁹ и др.

Ранее в [6] мы показали, что, даже если принимать существование сознания как данность, проблемы свободы воли, оснований мышления и науки,

⁴ Обрядово-культурный и догматический аспекты религий здесь мы не обсуждаем.

⁵ Адепты «научного» атеизма не осознают, что никаких способов «научного» доказательства *небытия* Бога не может быть в принципе (а с другой стороны, и существование материального мира никаким экспериментом обосновать нельзя [3. С. 78, 84, 90; 4]). Поэтому «научный атеизм» (то есть претензия на абсолютную истинность философской гипотезы атеизма) есть не что иное, как признак философского невежества.

⁶ Собственно, никакой научно-философский диалог с носителями некритических форм мышления попросту невозможен (по определению).

⁷ Основание этой материалистической веры в чудо – априорный выбор материализма как философской позиции, являющийся не рациональным, а экзистенциальным (волевым).

⁸ «Большой взрыв» описывается как «точка сингулярности, когда физические законы не действовали», – но это ничем не отличается от определения чуда как проявления в материальном мире некоего фактора, не сводимого к законам физики.

⁹ Вот, например, как пишет о проблеме сознания один из авторитетнейших защитников материалистической гипотезы Л.М. Чайлахян: «СР [субъективная реальность] неподвластна научно-естественным методам и ее невозможно моделировать. Однако невозможность естественно-научного анализа СР еще не означает, что это неизбежно должно приводить к дуализму... СР – это удивительное имманентное свойство живых систем, которое появляется на определенном этапе их развития как бы изнутри этих систем и не может быть подвергнута объективному анализу... Понять реальный механизм этого преобразования невозможно» [5. С. 105, 103]. По нашему мнению, словосочетание «удивительное имманентное свойство» вполне заменимо на слово «чудо».

природы морали не имеют удовлетворительного решения в рамках представлений, что сознание есть производное работы мозга. Соответственно, антропологическая модель, адекватная а) современному уровню научных знаний, и б) пониманию науки как института поиска возможно более истинных знаний¹⁰, такова: человек есть соединение материального тела и идеальной субстанции (души), одним из атрибутов которой и является сознание.

Также в [6] мы пришли к выводу, что наиболее адекватной метафизической концепцией для понимания природы души является реляционная физическая парадигма, трактующая пространство и время как *феномены*, определяемые более фундаментальным уровнем бытия, первичным по отношению к пространству и времени (и который в первом приближении можно отождествить с миром идей Платона¹¹) [7–10]. Соответственно, душа трактуется нами не как некая полевая структура, существующая, как и тело, во времени и пространстве¹², а как сущность, принадлежащая (как минимум частично) этому более фундаментальному уровню бытия, в силу чего человек имеет:

- а) свободу воли¹³;
- б) способность к интуитивному познанию – то есть непосредственному контакту с миром идей¹⁴;
- в) моральное чувство.

Настоящая работа посвящена некоторым следствиям из нашей антропологической модели, а именно из нашей трактовки морального чувства.

Моральное чувство, принцип Юма и реляционная парадигма

Моральное чувство – диалектическая противоположность инстинкту самосохранения (эгоизму, то есть защите интересов своего тела). Это – чувство единства с какой-то системой более высокого уровня, нежели индивид (семьей, социумом, в пределе – со всем миром).

В рамках реляционной парадигмы постулируется всеобщая взаимосвязь материальных систем [10. С. 25], что, по нашему мнению, означает наличие

¹⁰ Если понимать науку как институт поиска знаний, не противоречащих материализму, наша позиция «ненаучна».

¹¹ Метафизику реляционной парадигмы можно трактовать как ответ на вопрос, «где» находится мир идей Платона.

¹² И, как и всё, существующее в пространстве и времени, когда-то необходимо разрушаемо. В этом случае представления мировых религий о бессмертии души – совершенно антинаучны. Если же душа трансцендентна пространству и времени, то бессмертие души (как минимум той ее части, которая выходит за пространство-время) очевидно (где нет времени, там нет и смерти).

¹³ Свобода воли, то есть независимость сознания от материального окружения, очевидна, если принять трансцендентность сознания человека (какой-то его части); и совершенно необъяснима, если считать сознание производным от материи (см, напр.: [11]).

¹⁴ То, что процесс построения научных теорий и вообще процесс мышления не может быть полностью алгоритмизирован и необходимо предполагает наличие априорных знаний (см.: [12; 1]).

некоей единой Первопричины наблюдаемой Вселенной. В терминах платонизма это есть высшая идея: идея Единого (она же – идея Блага); в теологии такая Первопричина называется Бог.

По нашему мнению, моральное чувство есть не что иное, как трансцендентная связь души человека с Первопричиной бытия.

Существуют две значимые альтернативные гипотезы происхождения и сущности морали: а) моральное чувство как результат биологической эволюции (выведение человеческого альтруизма из инстинктов); б) мораль как следствие интеллектуального осознания выгод долговременного сотрудничества (формализуемое философами и религиозными реформаторами в этических нормах).

(а) Появление второго, альтруистического (морального) центра мотивации у человека в результате естественной биологической эволюции¹⁵, – один из необходимых постулатов последовательного материализма. Но здесь мы имеем ту же апорию «материалистического чуда»: мы никому не запрещаем верить, что некие альтруистические инстинкты развились в собственно человеческую этику (предполагающую свободу воли как основу этического выбора), но хоть сколь-нибудь убедительных научных моделей того, *как* это могло произойти, не существует¹⁶. Собственно, отсутствуют и сколь-нибудь детальные модели как эволюционного появления инстинктивного альтруизма, так и его передачи [15. С. 343].

(б) Эта позиция в сущности сводит мораль к инстинкту самосохранения: мораль в этом случае тоже производное от оного, опосредованное разумом. Это, однако, противоречит принципу Юма, который фиксирует невозможность выведения этических норм из фактов: во всех попытках вывести моральные нормы из знаний о сущем неизменно присутствуют логические ошибки, а именно, переход от суждений со связкой «есть» к суждениям со связкой «должен», что логически невозможно [16. С. 53]¹⁷.

¹⁵ Зачатки коллективизма, альтруизма наблюдаются и в животном мире [13].

¹⁶ «Дарвин и Спенсер, выдавая за этику психику стадного животного, показали тем самым, что они не поняли сущности проблемы отношения инстинкта и разума в этике. Когда природа намеревается создать совершенное стадо, она не апеллирует к этике, а вкладывает индивидам – скажем, муравьям или пчелам, – инстинкты, благодаря которым они успешно строят свое сообщество ... факт существования альтруистического поведения у животных не вызывает сомнения. Можно говорить и об эгоистическом поведении животных. Но вправе ли мы трактовать его с этических позиций? Если это поведение жестко детерминировано на уровне инстинктов или рефлексов, не сопровождается осознанным выбором того или иного решения, соотносением своего «я» с окружающим миром, то к такому поведению не применимы этические оценки. Правомерно ли называть нравственным поведение робота, в который конструкторами и программистами заложена альтруистическая программа поведения? Конечно, нет» [14. С. 10].

¹⁷ Развернутый комментарий по теме есть у А. Пуанкаре: «Не может быть научной морали... И причина этого очень проста: эта причина, как бы сказать, чисто грамматическая. Если посылки силлогизма обе в изъявительном наклонении, то заключение будет равным образом в изъявительном наклонении. Чтобы заключение могло быть поставлено в повелительном наклонении, необходимо, чтобы по крайней мере одна из посылок была в повелительном наклонении. Принципы же науки, постулаты геометрии высказаны только в изъявительном наклонении, в этом же наклонении выражаются и экспериментальные истины... диалектик

Ввиду очевидной разрушительности принципа Юма (также называемого, в том числе и за это, «гильотина Юма») для любых попыток научно-интеллектуального обоснования этики было осуществлено множество попыток поставить его под сомнение, но опровержения до сих пор никто не смог предложить [18]. Как справедливо отметил И.Т. Касавин, «„гильотина Юма“ базируется на... онтологии элеато-платоновского типа, жестко разграничивающей изменчивый мир видимости (впечатления, факты) и мир подлинных неподвижных сущностей (идеи, ценности)» [19. С. 163]. Неопровержимость принципа Юма, по нашему мнению, есть следствие реальности онтологии платонизма.

Исследования нейропсихологов также свидетельствуют, что «...мозг хорошо отличает бескорыстный альтруизм от взаимовыгодных отношений» [15. С. 344], – то есть что даже на уровне психофизиологии фиксируется наличие двух качественно различных мотиваций у человека. Собственно, борьба голоса инстинкта (эгоистичной выгоды) и голоса совести (долга) известна любому по личному опыту (и является сквозным сюжетом в искусстве). Это – первичная данность нашего бытия, не сводимая и не вытекающая ни из каких интеллектуальных конструкций.

Таким образом, философы (как и религиозные пророки) не создают моральные системы, а только выражают в словесной форме моральное чувство.

Так как реляционная парадигма – это конкретная реализация на уровне фундаментальной физической теории метафизики платонизма, она, по нашему мнению, является наиболее адекватной основой для понимания онтологических оснований феномена морали: наличие у человека двух диалектически противоположных ценностных центров связано с двойственным бытием человека как материального, так и духовного существа (душа трансцендентна материальному миру).

Соответственно, наиболее фундаментальным уровнем антропологической классификации является, по нашему мнению, то, на каком уровне бытия находится главная ценность человека (цель жизни): в материальном мире (защита интересов тела, – инстинкт самосохранения – эгоизм), – или за его пределами (защита интересов души – альтруизм).

может сколько угодно жонглировать с этими принципами, соединять их, нагромождать их друг на друга; все, что он из них получит, будет в изъяснительном наклонении. Он никогда не получит предложения, которое говорило бы: делай это или не делай того, то есть предложения, которое бы соответствовало или противоречило морали. ...Не можем мы основывать мораль на интересах общества, на понятии родины, на альтруизме, потому что остается недоказанной необходимость в случае нужды посвятить себя обществу, которому принадлежишь, или даже благу другого... всякая мораль с доказательствами заранее обречена на верную неудачу; она, как машина, где есть только передача движения и нет движущей энергии. Моральным двигателем, таким, который мог бы привести в движение весь аппарат со всеми рычагами и зубчатками, может быть только чувство» [17. С. 506–508]. **Это чувство, лежащее в основе любой этической системы, мы и называем моральным.**

Моральное чувство и религия

В рамках наших представлений, мораль и традиционные религии очевидно связаны. Однако не мораль является следствием религии, а, напротив, религии – это онтологические гипотезы, объясняющие моральное чувство. Собственно, религиозное чувство (чувство связи с Богом¹⁸) – просто тождественно чувству моральному. Поэтому, хотя конкретные религиозные мифы и догматы религий весьма различны, моральные заповеди мировых религий практически совпадают¹⁹. Причина этого в том, что заповеди есть формализация поведения, соответствующего моральному чувству (усиливающего и укрепляющего оное). Иными словами, поведение, предписываемое заповедями, может различаться в зависимости от исторического и культурного контекста, но в основе его лежит единый в своей сути импульс²⁰.

Теперь рассмотрим цели духовных практик в основных мировых религиях (в контексте наших представлений):

Индуизм. Целью духовных практик (в школах веданты, йоги и др.) является осознание иллюзорности (вторичности) внешнего мира и переживание единства своего «я» с Абсолютом (Брахманом, Высшей реальностью) [21; 22. С. 19].

Дзен (буддизм махаяны). «„Окончательное просветление“, когда человек целиком и полностью постигает высшую реальность, иными словами, становится одним целым с Высшей Реальностью» [22. С. 47]. «Многим людям сама идея стать (!) космической реальностью должна показаться нелепой или смешной. Как это мы можем стать вселенной?! А это действительно является целью буддизма [махаяны и ваджраяны]...» [22. С. 138].

Буддисты тхеравады, как правило, избегают метафизических построений. Однако в этой школе четко формулируется прямая связь между успешностью медитации и соблюдением моральных норм. Если считать, что психофизическая практика медитации направлена на установление контакта с Высшей Реальностью, связь медитации и морали очевидна (у них тогда в сущности одна цель).

Христианство (ислам, иудаизм). Цель, сформулированная в 1-й заповеди, – усиление в душе любви к Богу (то есть единства с Высшей Реальностью). При этом утверждается практическая тождественность любви к Богу и к людям²¹.

¹⁸ Любви к Богу: любовь есть эмоциональное выражение единства.

¹⁹ «При сравнении моральных учений высокоразвитых религий оказывается, что в них повторяется одно и то же ядро морали. ...Ядро морали можно обобщить в трех категориях: в обязанности уважения по отношению к инстанции заповедей и запретов, в обязанностях относительно правды и договоров и в социальных обязанностях» [20. С. 272–273].

²⁰ Инстинкт самосохранения в доисторическое время подталкивал идти на охоту, а сейчас может мотивировать заниматься программированием или финансовыми спекуляциями, – но это не значит, что сам инстинкт самосохранения меняется: меняются исторические формы его реализации. То же можно сказать и о морали: могут меняться конкретные исторические формы морального поведения, но это не значит, что меняется само моральное чувство.

²¹ Кто говорит: «я люблю Бога», а брата своего ненавидит, тот лжец: ибо не любящий брата своего, которого видит, как может любить Бога, Которого не видит? И мы имеем от Него такую заповедь, чтобы любящий Бога любил и брата своего [1 Ин, 4: 20–21].

Таким образом, в качестве смысла жизни человека все мировые религии указывают усиление связи с Творцом (в пределе – слияние с Ним), – то есть усиление морального (религиозного) чувства. Как писал М. Ганди: «...религия и мораль синонимичны» [23. С. 166].

В социальном плане это – переход от инстинктивно-животной мотивации к моральной. Соответственно, социальный смысл религии – это защита морали в социуме²².

В завершение этого раздела сделаем важное замечание: из нашего понимания первичности морального (религиозного) чувства по отношению к ритуалам и догматам следует, что обсуждавшийся выше переход от инстинктивно-животной мотивации к моральной (обретение веры) определяется не интеллектуальным признанием бытия Бога (и/или каких-то конкретных догматов) и не участием в религиозных обрядах, а *изменением главной жизненной ценности*: переносом смысла жизни из материального мира в трансцендентный²³. Если человек интеллектуально признает бытие Бога, но смыслом жизни считает удовлетворение инстинктов, религию он будет понимать как средство исполнить свои эгоистические желания: молитва будет сортом магии. Возможна и обратная картина: моральный атеист по сути имеет связь с Первопричиной (даже если интеллектуально это отрицает). Иными словами, наши главные ценности – это чувства, а не мысли, и находятся в душе (подсознании), а не в сознании.

Моральное чувство и социальные идеологии

Социальную идеологию мы определим как часть метафизической модели мира: это совокупность представлений о социуме и человеке (как элементе социума). Также мы согласны, что «основные известные идеологии содержат в себе лишь две базовые компоненты: коллективную и индивидуальную (коммунизм и либерализм)» [25]. В идеологическом плане историю последних 200 лет можно представить как борьбу двух больших идеологических

²² Соответственно, критерий прогресса или регресса конкретной религиозной организации, по нашему мнению, не количество построенных храмов, а уровень общественной морали. Понятна тогда и глубинная причина религиозных войн – это смешение целей и средств. Если понимать цель любой религии как защиту морали, тогда все религии имеют одну цель. Если же считать главным в религии какие-то конкретные догматы, тогда разногласие в догматике становится смысложизненным конфликтом. Причем конфликт этот принципиально неразрешим (компромисс возможен по второстепенным ценностям, но не по высшим), – точнее, разрешим, но только через уничтожение оппонента. Таким образом, решение межрелигиозных конфликтов, по нашему мнению, не в создании некоей глобальной религиозной сверхструктуры (в стиле провозглашения «Хрислама» [24]), а в осознании идентичности высшей цели любой формы религии.

²³ «Не собирайте себе сокровищ на земле, где моль и ржа истребляют и где воры подкапывают и крадут, но собирайте себе сокровища на небе, где ни моль, ни ржа не истребляют и где воры не подкапывают и не крадут» [Мф 6:19–20];

проектов: либерального и социалистического (коллективистского, коммунистического)²⁴.

По нашему мнению, основные черты социальной идеологии определяются основными ценностями их носителей; существование именно двух основных типов идеологий есть следствие двух (и только двух) принципиально отличающихся целей жизни человека:

А) физическое существование своего тела как высшая ценность, то есть приоритет в мотивации инстинкта самосохранения (эгоизм; стремление к потреблению, в том числе демонстративному; к превосходству, – то есть к победе в конкуренции);

Б) наличие ценностей, превышающих по значимости собственное физическое существование (в религиозной традиции: защита интересов души); в социальном плане это коллективизм (моральное чувство, то есть защита целостности и единства; альтруизм).

Это предполагает два принципиально различных типа отношений к другим людям: либо отношения конкуренции (взгляд на других людей как на средства для реализации своих целей и вытекающее из этого стремление к эксплуатации, неравноценному перераспределению и др.), либо отношения кооперации (социальное единство, стремление к справедливости, – и вытекающее из этого стремление к реализации целей через творчество, то есть создание нового)²⁵. Иными словами, основной конфликт в социуме – отражение основного конфликта внутри любого человека (между животными инстинктами и моральным чувством).

Соответственно, (А) предполагает антропологическую модель – homo oeconomicus («эгоист, склонный к оппортунизму»: смысл жизни определяется инстинктом самосохранения²⁶), и социальную идеологию, имеющую в своей основе именно такую антропологическую модель – либерализм (в социально-экономическом аспекте – капитализм).

(Б) предполагает антропологическую модель – дуализм души и тела, соответствующая социальная идеология – социализм.

Эта наша схема противоречит распространенному (марксистскому) пониманию социализма (в частности постулируемой в марксизме связи социалистической идеологии и атеизма). Поясним нашу позицию и начнем с определений.

²⁴ Именно поэтому, когда в конце XX века с распадом СССР социалистическая идеология оказалась в глубоком кризисе, знаковая статья, зафиксировавшая поражение социализма (как казалось тогда многим, окончательное), так и называлась: «Конец истории» [26].

²⁵ Конечно, абсолютно чистые эгоисты или альтруисты крайне редки (если вообще существуют), – вопрос в относительных приоритетах ценностей: какая из них является главной, определяющей цель и смысл жизни. Иными словами, набор ценностей практически любого человека достаточно стандартен. Вопрос в их относительной значимости: какой импульс становится руководством к действию в ситуации морального выбора.

²⁶ Мораль, альтруизм, соответственно, трактуются как замаскированный эгоизм или/и производное от эгоизма; образец такой трактовки – концепция образования государства Т. Гоббса (общественный договор для прекращения вытекающей из всеобщего эгоизма войны «всех против всех») [28].

Мы считаем неудачным определение «социализма» и «капитализма» через экономические категории (рынок, план, частная/общественная собственность)²⁷, ибо это есть смешение цели и средств: «...действительная цель социализма состоит именно в том, чтобы преодолеть „грабительскую фазу“ в развитии человечества и пойти вперед» [27]. Наши определения:

Капитализм – общество, где прямое физическое насилие запрещено (и существуют эффективные институты его подавления): «право сильного» (в непосредственном, физическом аспекте) перестает признаваться как естественное²⁸. Однако при капитализме легитимировано насилие экономическое²⁹.

Социализм – общество, где отсутствуют (системно подавляются) любые формы эксплуатации³⁰.

В рамках нашего подхода фундаментальная разница между социализмом и капитализмом заключается в роли государства: при капитализме государство должно защищать индивида только от физического насилия, а при социализме – также и от экономического (от эксплуатации)³¹.

Деятели Великой Французской революции, вероятно, искренне предполагали, что с отменой сословий в обществе установится гармония и справедливость. Однако уже в первой половине XIX века стало понятно, что правовая свобода без свободы экономической – фикция³². Весь XIX век идет теоретический поиск моделей действительно справедливого общества, которое и получило название «социализм». В конкуренции довольно большого количества альтернативных проектов социалистической идеологии [33] к началу века двадцатого побеждает марксизм.

²⁷ Подробнее мы рассмотрели этот вопрос в [29].

²⁸ Этим капитализм отличается от предшествующих ему формаций (рабовладельческой, феодальной и др.) с институтами эксплуатации на основе систематического применения (угрозы применения) прямого физического насилия.

²⁹ Сравним с определением такого апологета капитализма, как Айн Рэнд: «Капитализм — это общественный уклад, основанный на признании личности, в том числе права собственности, и предполагающий, что вся собственность находится в руках частных лиц. Признание прав личности включает в себя запрет на применение физической силы при взаимодействиях между людьми; ...единственная функция исполнительной власти — меры по защите прав человека, то есть по защите его от физических посягательств» [30. С. 20–21], – то есть физическое насилие, по А. Рэнд, должно жестко пресекаться, а экономическое не должно иметь никаких ограничений.

³⁰ Под эксплуатацией мы понимаем присвоение результатов труда других людей безвозмездно или с предоставлением взамен благ существенно меньшей стоимости.

Отметим также, что наше определение не касается следующего: 1) насколько ему соответствовали конкретные социалистические государства XX столетия; 2) какими конкретными методами такое социальное устройство может быть реализовано.

Некоторые аспекты (2) нами частично обсуждались в [29].

³¹ Это не означает по умолчанию защиту «бедных от богатых»: социальный паразитизм (нищенство, жизнь на пособие без стремления к работе) это та же эксплуатация «снизу» (стремление взять у какого-либо индивида или общества в целом больше, чем отдать).

³² Как неограниченная физическая свобода приводит к власти громил, так и неограниченная экономическая свобода приводит к эксплуатации, зачастую превышающей по своей интенсивности эксплуатацию крепостных [31. С. 145].

Марксизм становится и официальной идеологией большей части появившихся в XX веке социалистических государств³³; значимая часть интеллигенции в странах Запада также симпатизирует социалистическим идеям; в 1930–1960-е годы в большинстве стран Запада проходят кейнсианские реформы (что, по сути, явилось формой социалистической трансформации экономики [34. С. 65–73]). Однако в 70-х годах XX века происходит неолиберальная идеологическая (а затем и социально-экономическая) контрреволюция: сначала на Западе, а затем и в странах социализма (которые в 1990-е годы в своем большинстве становятся бывшими странами социализма).

Поражение СССР в Холодной войне и последовавший за этим распад мировой системы социализма мы не предполагаем сводить к только лишь к идеологическому поражению марксизма, однако таковое очевидно имело место. И понимание причин этого – вопрос огромной важности для преодоления идеологического вакуума начала XXI века³⁴.

То огромное влияние, которое идеология марксизма приобрела во второй половине XIX – первой половине XX века, связано, по нашему мнению, с ее гуманистическим посылом: конечной целью Маркса (особенно ясно это формулировалось в его ранних работах) было освобождение человека от рабства инстинкта самосохранения (алчности). Этический призыв к борьбе с эксплуатацией (интуитивно ощущаемый как истинный) дал ощущение истинности и всему учению Маркса, что привело к чувству исторической правоты у носителей марксизма.

Однако материализм К. Маркса необходимо привел его к материалистическому пониманию истории: постулату о первичности в обществе экономических отношений по отношению к любым иным, в том числе к идее зависимости морали от «...данного экономического положения общества» в формулировке Ф. Энгельса [36]³⁵.

³³ Именно идеологией – построение конкретных социальных и экономических институтов в социалистических государствах происходило отнюдь не по рецептам К. Маркса, хотя бы потому, что таковых просто не было: «Как признает Ленин, в работах Маркса вряд ли вообще можно найти хотя бы одно слово об экономике социализма» [31. С. 99]. См. также [32].

³⁴ За последние 50 лет и неолиберальная идеология пришла в состояние глубокого кризиса: «Рыночный фундаментализм не оправдал ожидания. Всеобщего благосостояния не получилось. А получилось вопиющее социальное неблагополучие... Сегодня под сомнением сама система рыночного капитализма... призрак социализма бродит на новом витке истории» [35. С. 12].

³⁵ Марксистские представления исторической эволюции морали можно представить в виде следующей схемы:

– человек по природе («родовой сущности») альтруист, непонятно почему – ведь он происходит от стайных приматов (а структуризация стай происходит на основе инстинкта иерархического доминирования);

– в результате прогресса знания и технологий появляется прибавочный продукт (теоретическая возможность эксплуатации) – и человек становится эксплуататором-эгоистом (тут же реализует эту возможность); то есть для классового общества принимается по умолчанию модель *homo oeconomicus*;

– в результате дальнейшего роста технологий общество изменится – и люди преобразуют социальные институты так, чтобы эксплуатация стала невозможна (да и само желание эксплуатации исчезнет).

В качестве необходимых и достаточных средств для освобождения человека от рабства инстинктов (животной сущности) были предложены увеличение материального изобилия и ликвидация частной собственности на средства производства, что должно было бы автоматически привести к альтруизму в обществе как общей моральной норме. Поэтому Маркс считал вопросы морали второстепенными и не заслуживающими каких-то специальных исследований и/или усилий: «...коммунисты вообще не проповедают никакой морали» [37].

История показала неадекватность этой антропологической модели: казалось бы, обобществление средств производства в СССР должно было автоматически привести к появлению «нового человека» (социально-экономическая база для эксплуатации исчезла), однако в реальности во второй половине XX века значительная часть элиты СССР стали сторонниками общества конкурентного.

С точки зрения предлагаемой нами антропологической модели, главный системный изъян марксизма в том, что *основания для альтруизма ищутся там, где их нет: в материальном мире*. Это неявное (для материалистов) метафизическое противоречие оказалось для марксистской идеологии разрушительным.

Материалистическая метафизика очевидно лежит в основе и марксистского воинствующего атеизма. Однако понимание социализма как общества без эксплуатации и даже понимание социализма как плановой экономики с преимущественно общественной собственностью никаким религиозным канонам не противоречит. Более того, если вынести за скобки мистический аспект религий, то социальная роль религии, как уже отмечено выше – это защита морали и интересов социума в целом: «Искать полезного для общества – вот правило совершеннейшего христианства, вот точное его назначение... постишься ли ты, спишь ли на земле, изнуряешь ли себя, но если ты не печешься о ближнем, то не делаешь ничего важного, и при всем том еще далеко отстоишь от образца» [38]. Иными словами, социальные цели религии и социализма совпадают³⁶.

Заключение

1. Споры о ценностях считаются непродуктивными. Однако вполне осмыслена экспликация оснований той или иной системы ценностей.

В рамках нашей метафизической трактовки морали ценностный выбор между эгоизмом и альтруизмом – это выбор, на каком уровне бытия

³⁶ Кто-то понимает социальную роль религии иначе? Очевидно, такие верующие есть, и они вполне могут быть идеологическими противниками социализма: если интуитивно или сознательно симпатизируют обществу, устроенному на основе инстинкта иерархического доминирования такого, как *мега-стая* (так, гонения на Иоанна Златоуста были вызваны, по всей вероятности, именно его проповедью социальной справедливости). Но идеологическими противниками они становятся не потому, что верят в существование Первопричины мира. Также и этическое неприятие эксплуатации логически никак не связано с верой в то, что материя сама себе основание.

находится главная ценность человека (цель жизни): в материальном мире (защита интересов тела) или за его пределами (защита интересов души). Соответственно, мы приходим к тезису Сократа: нарушение требований морального чувства (норм морали) есть следствие невежества. Но это невежество особого сорта: непонимание того, что вечная часть нашей личности важнее интересов тела (которое обречено умереть)³⁷.

2. В плане социальной идеологии из трансцендентной природы морального чувства следует, что надежды на то, что «ход истории», «естественный прогресс экономики» и др. сами по себе создадут в конце концов гармоничное общество, в сущности, утопичны. Эксплуатация (то есть насилие экономическое), так же как и насилие физическое, имеет своим изначальным источником этический выбор человека. Экономические, социальные и политические институты – это инструменты для реализации эксплуатации, а не первопричина оной. Поэтому вопросы о причине и возможности элиминации эксплуатации – это вопросы о человеческих ценностях [29].

Из этого следует вполне практический вывод для сторонников социализма: вопросы общественной морали нельзя, вслед за Марксом, откладывать «на потом»: это *главная* часть борьбы идеологий в истории человечества³⁸.

3. Выбор «капитализм» vs «социализм» – это, с одной стороны, следствие индивидуального ценностного выбора. Если некто полагает смыслом жизни максимальное (и демонстративное) потребление, очевидно, его выбором будет конкурентное общество с возможностью эксплуатации. С другой стороны, это следствие трактовки понятия общественного прогресса.

Мы считаем, что прогресс в истории человечества: а) действительно есть; б) имеет два аспекта, не сводимых один к другому (и могущих идти даже в противоположных направлениях): интеллектуальный³⁹ и этический [29].

С точки же зрения как большинства представителей либерализма, так и марксизма, прогресс моральный (если он вообще есть) является просто следствием прогресса интеллектуального и экономического. В этом вопросе марксизм оказывается в одном лагере с либерализмом – и, как мы уже отмечали выше, это и есть его главный философский дефект.

4. В завершение прокомментируем наш тезис, что социальные цели религии и социализма совпадают.

4а) Следует различать идеи и идеалы – и их конкретные социальные реализации. Цели конкретных религиозных организаций (и/или их руководите-

³⁷ «Ибо какая польза человеку, если он приобретёт весь мир, а душе своей повредит?» [Мк 8:36].

³⁸ Дискуссии на тему, что лучше, – «план» или «рынок», – по нашему убеждению, не являются главным в этой идеологической борьбе. В сущности, их результат предопределен априорной этической (и вытекающей из оной политической) позицией участников. Априорному индивидуалисту «рынок» всегда будет казаться «единственно разумной» формой организации экономики, и никакие рациональные аргументы не будут восприняты [39].

³⁹ Прогресс технологический, экономический, – очевидное следствие накопления знаний, и развития технологий их обработки [29].

лей) могут существенно отличаться от провозглашаемых идеалов («по плодам их узнаете их» [Мф 7:20]). Впрочем, это замечание относится и к организациям социалистическим.

4б) Кто-то может усмотреть в обсуждаемом тезисе ересь хилиазма (построениерая на Земле). Мы согласны, что построение бесконфликтногорая на Земле⁴⁰ – утопия, причем утопия аморальная. Но из того, что на Земле невозможен рай, совершенно не следует, что должен быть фашистский ад и/или безумное «общество потребления» [41]. Мы присоединяемся здесь к мнению И. Валлерстайна: «Коммунизм это Утопия, что означает: нигде... Это не историческая перспектива, а нынешняя мифология. Социализм, в отличие от этого, является достижимой исторической системой, ...способствующей развитию равенства и справедливости» [42. С. 140].

Литература

1. Егоров Д. Г. Откуда берутся принципы // *Философия науки*. 2022. № 1. С. 21–31.
2. Егоров Д. Г., Егорова А. В. О единстве экономической теории. СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2019.
3. Кант И. Критика чистого разума. М.: Наука, 1998.
4. Гуссерль Э. Философия как строгая наука. Новочеркасск: САГУНА, 1994.
5. Чайлахян Л. М. Проблема индивидуального сознания // *Успехи физиологических наук*. 2009. Т. 40, № 2. С. 87–09.
6. Егоров Д. Г. Модель человека в контексте реляционной парадигмы теоретической физики // *Метафизика*. 2022. № 3. С. 95–104.
7. Пенроуз Р. Путь к реальности, или Законы, управляющие Вселенной. М.: Институт компьютерных исследований, 2007.
8. Владимиров Ю. С. Метафизика. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009.
9. Владимиров Ю. С. Твисторная программа Пенроуза и бинарная геометрофизика // *Метафизика*. 2013. № 3. С. 33–54.
10. Владимиров Ю. С. Принцип Маха и метрика пространства-времени // *Метафизика*. 2020. № 2. С. 8–27.
11. Харрис С. Свобода воли, которой не существует. [Б. м.]: Альпина Паблишер, 2012.
12. Пенроуз Р. Тени разума: в поисках науки о сознании. М.: Институт компьютерных исследований, 2005.
13. Вааль де Ф. Истоки морали: В поисках человеческого у приматов. М.: Альпина нон-фикшн, 2016.
14. Истоки альтруизма // *Человек*. 1995. № 5. С. 5–20.
15. Лаврычева И. Г. Альтруизм и эгоизм с естественнонаучной точки зрения // *Биосфера*. 2016. Т. 8, № 3. С. 338–361.
16. Юм Д. Трактат о человеческой природе: сочинения: в 2 т. Т. 1. М.: Мысль, 1996. С. 53–655.
17. Пуанкаре А. О науке. М.: Наука, 1990.
18. Максимов Л. В. «Гильотина Юма»: pro et contra // *Этическая мысль*. Вып. 12. М.: ИФ РАН, 2012. С. 124–142.

⁴⁰ Например, по формуле из Программы Коммунистической партии Советского Союза 1961 г.: «...каждому по потребностям» [40].

19. *Касавин И. Т.* Дэвид Юм. Парадоксы познания // Вопросы философии. 2011. № 3. С. 157–171.
20. *Беккер В.* Религия и мораль // Разум и экзистенция: Анализ научных и вненаучных форм мышления. СПб.: РХГИ, 1999. С. 263–281.
21. *Амиташи.* Погружение в адвайт. [Б. м.]: Издательские решения, 2022.
22. *Вон Кью-Кит.* Энциклопедия дзэн. М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999.
23. *Ганди М. К.* Моя жизнь. М.: Изд. вост. лит., 1959.
24. *Chrislam confirmed: Led By Pope Francis, Leaders Of The World’s Religions Formally Adopt Human Fraternity Document At 7th Congress.* URL: <https://www.nowtheendbegins.com/7th-congress-of-leaders-of-world-religions-adopt-human-fraternity-chrislam-document-pope-francis-mohamed-bin-zayed/> (accessed: 24.10.2022).
25. *Макаров В. Л.* Идеология и нормативное общество // Российский экономический журнал. 2019. № 4. С. 56–58.
26. *Фукуяма Ф.* Конец истории? // Вопросы философии. 1990. № 3. С. 134–148.
27. *Эйнштейн А.* Почему социализм? // Коммунист. 1989. № 17. С. 96–100.
28. *Гоббс Т.* Левиафан, или Материя, форма и власть государства церковного и гражданского. М.: Рипол-Классик, 2017.
29. *Егоров Д. Г.* О причинах социальной эксплуатации и перспективах ее исчезновения // Общественные науки и современность. 2022. № 4. С. 16–32.
30. *Рэнд А.* Капитализм: Незнакомый идеал. М.: Альпина Паблишерз, 2011.
31. *Поппер К.* Открытое общество и его враги. Т. 2. М.: Феникс, 1992.
32. *Галушка А. С., Ниязметов А. К., Окулов М. О.* Кристалл роста. К русскому экономическому чуду. М.: Наше завтра, 2021.
33. *Шубин А. В.* Социализм. «Золотой век» теории. М.: Новое литературное обозрение, 2007.
34. *Галин В. В.* Политэкономика войны. Как Америка стала мировым лидером. М.: Алгоритм, 2012.
35. *Гринберг Р. С.* Мир в поисках новой модели экономического развития. У России свой путь // Возможные сценарии будущего России и мира: междисциплинарный дискурс. М.: Межрегиональная общественная организация содействия изучению, пропаганде научного наследия Н.Д. Кондратьева, 2020. С. 11–15.
36. *Энгельс Ф.* Анти-Дюринг // К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения. Т. 20. М.: Госполитиздат, 1961. С. 1–338.
37. *Маркс К., Энгельс Ф.* Немецкая идеология // К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения. Т. 3. М.: Госполитиздат, 1955. С. 7–544.
38. *Златоуст И. св.* Библия – Комментарии Иоанна Златоуста – 1 послание Коринфянам, 11 глава. URL: <https://bible.by/zlatoust/53/11/> (дата обращения: 20.10.2022).
39. *Егоров Д. Г.* Сколько парадигм в экономической теории, и может ли она стать наукой с одной парадигмой // Общественные науки и современность. 2021. № 5. С. 129–142.
40. Программа Коммунистической партии Советского Союза. 1961 г. URL: <http://музейреформ.рф/node/13891> (дата обращения: 20.10.2022).
41. *Граф де Дж., Ванн Д., Нэйлор Т.* Потреблятьство: Болезнь, угрожающая миру. М.: Ультра.Культура, 2003.
42. *Валлерстайн И.* Исторический капитализм. Капиталистическая цивилизация. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008.

**MORALITY AND RELIGION IN THE CONTEXT
OF THE RELATIONAL PARADIGM:
CONSEQUENCES FOR SOCIAL IDEOLOGY**

D.G. Egorov*

*Pskov Branch of the Academy of the Federal Penitentiary Service of Russia
28 Zonal Highway, Pskov, 180014, Russian Federation*

Abstract. It is shown that the problem of the source and essence of morality is most satisfactorily solved on the basis of the metaphysics of Platonism. Its concrete implementation in the form of a fundamental physical theory is the relational paradigm of theoretical physics. A number of consequences have been developed from the interpretation of morality as a transcendent connection of a person with the First Cause of being for religious philosophy and social ideology.

Keywords: altruism, soul, liberalism, morality, science, Hume's principle, religion, relational paradigm, meaning of life, socialism, theory, man, selfishness

* E-mail: de-888@ya.ru

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2-142-153

EDN: EYTDDX

МЕТАФИЗИЧЕСКИЙ СТАТУС ФИЗИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ¹

А.В. Буров, Л.А. Буров

*Перевод с английского И.А. Рыбаковой**

*Российский университет дружбы народов
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6*

Аннотация. Создатели физики стремились выстроить ее наподобие евклидовой геометрии, где несколько математически сформулированных аксиом, законов, открывают возможность неограниченному количеству теорем и выводов, касающихся конкретных ситуаций, проверяемых специальными наблюдениями, экспериментами. Идея этой программы познания, необязательно вполне осознанно, возникла из того, что можно назвать библейским платонизмом, синтезом пифагореизма-платонизма древности и библейского космизма. Явно или нет, эта программа подразумевала следующие свойства законов, атемпоральной логической структуры Вселенной: достаточную математическую простоту, универсальность, абсолютную точность, полноту и совместимость с жизнью и мышлением, *антропность*. Последующее развитие физики продемонстрировало как поистине космический успех, так и определенные проблемы и границы этой парадигмы. Первый проявился в универсальности охвата и фантастической точности открытых математически элегантных законов материи. Последние были связаны с дуализмом ума и материи, загадочностью появления и развития жизни, открытием пределов применимости теорий, а также с вынужденным отказом от некоторых самоочевидных истин, ранее казавшихся незыблемыми. В статье излагаются подходы к решению упомянутых проблем, представляющиеся совместимыми с библейским платонизмом.

Ключевые слова: антропность, Галилей, платонизм, пифагореизм, познаваемость, тонкая настройка, физические законы

Когда Галилей утверждал, что книга природы написана на языке математики, его мысль вовсе не заключалась в том, что природные процессы допускают количественный анализ, что существуют взаимосвязи и корреляции между измеряемыми величинами. Тогда, как и теперь, это было бы банальностью, в то время как идея Галилея была революционной. Речь шла о чём-то гораздо большем, чем простые подсчеты или измерения: фермеры считали

¹ Дополненный авторами перевод статьи Alexey Burov & Lev Burov, *Metaphysical Status of Physical Laws*, in “Plato in Late Antiquity, the Middle Ages and Modern Times”, selected papers from the XVII annual conference of the International Society for Neoplatonic Studies / ed. J. F. Finamore and M. Nyvlt, The Prometheus Trust and ISNS, Ottawa, 2019.

* E-mail: irina.rybakova.88@list.ru

овец и вели учет имущества с доисторических времен. Слова Галилея указывали на порядок совершенно иного рода, чем даже модель Птолемея, которая, хотя и являлась великолепным примером искусства аппроксимации кривых, не продвинула *понимание* природы дальше выявления возможности таких подгонок. В действительности Галилей провозглашал программу поиска «постулатов» природы, ее математических принципов, скрытых за сложными «теоремами» феноменов. Галилей был гораздо ближе к пифагорейцам с их загадочным кредо «вещи суть числа», чем к поверхностным эмпирическим измерениям а-ля Фрэнсис Бэкон. Сегодня для многих, особенно для ученых, может быть непростым делом – оценить, насколько революционной была эта идея; ведь теперь ею пронизано всё; так или иначе люди постоянно слышат ее с самого детства. Однако, на свежий взгляд, природа совсем не похожа на конструкцию Евклида. Если отвлечься от предрассудков нашего, очень пост-галилеевского времени, то может стать ясным, что идея Галилея была не только не банальной, но, более того, адекватная оценка ставит ее на грань безумия, что, по словам Нильса Бора, характеризует все глубокие истины.

Идея математичности природы не пришла к Галилею из ничего, но явилась синтезом двух начал. Одно из них – пифагорейско-платоническое – родилось из античной математики, особой медитации, *theoria*², надпредвечными совершенными истинами, божественными идеями. Другое начало – библейское – в свою очередь представляло собой синтез двух принципов. Первый заключался в том, что материальный мир в основе своей благ, а потому в высшей степени заслуживает внимания сам по себе, а не только ради прагматичных целей комфорта и власти. Вторым принципом было представление о человеке как образе и подобии Бога, что открывало возможность постижения мира в космических масштабах. Мысль о том, что мир, благой по своей сути, должен основываться на совершенных формах разума, доступных для человеческого познания, естественна для библейского платоника, но странна изнутри эмпирического здравого смысла или чуждых платонизму мировоззрений. Галилей неявно основывал свою познавательную стратегию на вере в особое совершенство скрытых математических аксиом природы, ее платоновых форм или законов, сочетающих в себе достаточную для их открываемости простоту с достаточной для разнообразия природы сложностью. Сказанное заслуживает подчеркивания. Даже небольшое увеличение колмогоровской сложности законов привело бы к гигантскому скачку в трудности их открытия, подобно тому, как это происходит с разгадыванием паролей. В то же время, будь законы хоть немного проще, такой вселенной не хватило бы структурного разнообразия для простейшей жизни, не говоря уже о годном для космического познания мозге, как на это указывают все имеющиеся оценки по так называемой тонкой настройке фундаментальных констант. Галилеевское кредо о книге природы, таким образом, выражало латентную

² Theoria – от греч. θεωρία – созерцание, умозрение, размышление. Платон понимал этот термин как «мысленный охват всего времени и всего бытия» (Прим. переводчика).

уверенность в том, что такой минимакс сложности законов существует и что фактические законы этому минимаксу принадлежат.

Сходным с Галилеем образом мыслил и Декарт, установивший ту же евклидовскую парадигму, то же пифагорейское кредо. Эта пифагорейская платонически-библейская вера задала основание физики, установив как тип познания, так и его высшую ценность, осмелимся даже сказать, сакральность.

Хотя явным образом этот синтез был и остается осознанным и признанным лишь горсткой ученых и философов, вся физика вышла именно из него. Будучи устроенной таким образом, физика сводит явления к «аксиомам», то есть к фундаментальным законам, оказываясь редукционной по самой своей сути. Отсюда также следует, что растет она не только в глубину, в поисках новых и более глубоких законов, но и вширь, применяя известные законы ко все более сложным системам; объектом изучения физики является весь материальный мир *в той мере, в какой он редуцируется до законов*.

Процесс поиска новых законов продолжается, но было бы полезно подвести выводы, что определились уже на данный момент. В эссе «Мойра и Илифия генезиса» [2] мы предложили формулировку философски значимых качеств открытых законов природы. Позволим себе пространную цитату оттуда:

«Во-первых, законы наделены своеобразной математической красотой, объединяющей в себе формальную простоту, богатство решений и тот или иной вид симметрии, часто как бы предлагающей себя в качестве гипотезы одаренному интуицией математику. Эту особую красоту иногда называют элегантностью законов природы. Таким образом, элегантность имеет решающее значение для рождения гипотезы, самой загадочной части открытия. Во-вторых, тот же элегантный математический закон охватывает огромный диапазон параметров (расстояний, временных интервалов, энергий и т.д.), причем охватывает с потрясающей точностью, вплоть до двенадцати десятичных знаков на сегодня. Это качество законов можно назвать универсальностью. Наконец, законы благоприятствуют возникновению жизни и ее развитию вплоть до интеллекта; следуя устоявшейся терминологии, это качество можно назвать антропным или сапиентным.

Совокупное наличие этих трех качеств позволило их обнаружить великим умам, и по этой причине кажется, что наиболее подходящим термином, объединяющим все три, является открываемость (*discoverability*)³. Вселенную, законы которой удовлетворяют принципу открываемости (ПО), объединяющему элегантность, универсальность и антропность, мы предложили назвать пифагорейской» [1]. «Не исключено, что законы нашей Вселенной составляют простейший или даже единственный набор, совместимый с упомянутым принципом. Единственным выдерживающим критику объяснением

³ Можно также перевести как «открытость, понятность», однако важным моментом является аспект того, что система, обладающая таким свойством, как „discoverability“, как бы сама предполагает обнаружение новых и новых своих свойств при взаимодействии с пользователем или исследователем, что также открывает связь с компьютерной терминологией (*Прим. переводчика*).

этих удивительных качеств законов является то, что они исходят от высшего ума, который создал нашу Вселенную когнитивно самосогласованной, то есть пригодной не только для населенности разумными существами, но и для космической познаваемости ими» [2].

Диапазон физического познания, теоретического и экспериментального, составляет сегодня около 45 порядков величины: от размера наблюдаемой Вселенной $\approx 10^{26}$ метров до масштабов, уже меньших, чем у топ-кварка и бозона Хиггса, $\approx 10^{-19}$ метров. В пределах этого космического диапазона параметров точность фундаментальных законов поразительна. Например, теоретически предсказанное значение магнитного момента электрона согласуется с его тщательно измеренным значением в пределах погрешности последнего, что составляет на сегодня двенадцать десятичных знаков. Близкое к этому согласие обнаружено и для общей теории относительности. Таким образом, сегодня человечество открывает для себя свой – без преувеличения – космический масштаб, масштаб космических наблюдателей и планетарных преобразователей.

На божественное происхождение законов так или иначе указывали практически все отцы-основатели теоретической физики, от Галилея и Ньютона до Эйнштейна и Гейзенберга; не случайно, что среди них не было ни одного скептика в античном или юмовском смысле этого слова, или кого-либо, кто отрицал бы примат Ума в мироздании. Прочитируем в этой связи Эйнштейна:

«Интерпретация религии, изложенная здесь, подразумевает зависимость науки от религиозного отношения, отношения, которое в наш преимущественно материалистический век слишком легко упустить из виду. Хотя верно, что научные результаты полностью независимы от религиозных или моральных соображений, все те люди, которым мы обязаны великими творческими достижениями науки, были проникнуты истинно религиозной убежденностью в том, что наша вселенная является чем-то совершенным и восприимчивым к рациональному стремлению к знанию. Если бы это убеждение не было высоко эмоциональным и если бы те, кто ищет знания, не были вдохновлены „Amor Dei Intellectualis“ Спинозы, они вряд ли были бы способны на ту неутомимую преданность, которая одна позволяет человеку достигать своих величайших достижений... Эта твердая, связанная с глубоким чувством, вера в высший ум [superior mind], который раскрывается в мире опыта, представляет мою концепцию Бога. (1948)» [4].

На вершине современного физического Олимпа ситуация, однако же, иная: сегодня там доминирует сциентистская смесь атеизма и скептицизма. Вопрос о причинах этого мировоззренческого сдвига в высших эшелонах физики лежит за рамками этой статьи. Здесь мы лишь перечислим некоторые факторы, которые представляются существенными в этом отношении: бурное развитие физики вширь, с экспертизацией даже фундаментальной физики; кажущиеся иррациональными парадоксы квантовой механики; исторические катастрофы XX века – все эти факторы, на наш взгляд, способствовали утрате философии физиками и физики философами. Это нефилософское состояние физики отражено в известном высказывании Стивена Вайнберга:

«...большинство современных физиков настолько не интересуются религией, что их даже не отнести к практикующим атеистам» [11, loc. 3866]. Философией современные физики интересуются примерно в той же мере. Восстановление взаимопонимания физики и философии представляется авторам важной и трудной задачей.

С одной стороны, обозначенный характер физических законов с фантастической силой подтверждает платонову теорию форм. С другой стороны, платонизм в физике сталкивается с определенной критикой, на которую мы попытаемся теперь ответить.

Одно из наиболее распространенных возражений платоническому воззрению на физику проистекает из представления о приблизительности физических законов. Отсюда делается вывод о неоправданности присвоения им объективного статуса, их онтологизации; вместо этого законам придается лишь операционно-прагматическое значение. Это возражение, однако, основано на игнорировании особого характера приблизительности законов. Критика здесь упускает из виду ту невероятную точность в широком диапазоне параметров, что присуща даже небесной механике Ньютона, не говоря уже о квантовой электродинамике и общей теории относительности, о чем было сказано выше. Точность в одну триллионную, или в двенадцать десятичных цифр, а возможно, и лучше, – слишком велика для объяснения простоты законов нашими удобствами и случайностью. Объяснять такую точность удачным выбором удобных формул с очень небольшим количеством свободных параметров – не что иное, как абсурд; такой уровень согласованности может быть объяснен только истинным открытием объективного закона. Если достаточно простой ключ превращает длинный загадочный набор символов в разумное детальное сообщение, то это и означает, что ключ дешифровки найден верно, хотя и не гарантирует, что этот же ключ будет работать всегда и для всех сообщений. Смысл приближенности какого-либо закона природы проясняется с открытием более глубокого, более общего закона. В таком случае закон, открытый ранее, сохраняет силу не только как удобная, более простая и часто более чем достаточной точности формула, но, кроме того, как математическая асимптота закона следующего уровня. Классическая механика, например, является математическим пределом релятивистской механики при устремлении скорости света к бесконечности; она есть также асимптота квантовой механики, при занулении постоянной Планка. Таким образом, возражение физическому платонизму на основании неточности законов – само по себе слишком неточно. Адекватная характеристика законов – это не приближенность, но асимптотическая точность. Человечество не знает и, скорее всего, никогда не узнает платоновых форм природы во всей их полноте. Но многие из их асимптотически точных формулировок уже известны на нескольких уровнях, и более глубокие асимптоты могут быть открыты в будущем.

Знаменитое эссе Юджина Вигнера «Непостижимая эффективность математики в естественных науках» дает следующую характеристику взаимосвязи между старыми, классическими, и новыми, более глубокими законами:

Некоторое время назад у настоящего автора была возможность привлечь внимание к последовательности слоев «законов природы», каждый из которых содержит более общие и всеобъемлющие законы, чем предыдущий, и его открытие представляет собой более глубокое проникновение в структуру Вселенной, чем слои, усмотренные ранее [12. Р. 1–14].

Взаимосвязь между теориями разных уровней не исчерпывается асимптотической эквивалентностью. Своего рода структурное подобие между ними демонстрируется соответствием гамильтоновых и лагранжевых формулировок классической и квантовой теорий, так называемым *принципом соответствия*. Философ Робин Коллинз характеризует эти отношения между теориями разных уровней как «иерархическую простоту»:

«Коллинз утверждает, что общая теория относительности была бы немыслима, не предшествуй ей ньютоновская теория гравитации; но даже в такой ситуации разработка общей теории относительности потребовала подлинного акта гения. Открытие закона всемирного тяготения также требовало гениальности, но не только; оно могло состояться потому, что и законы тяготения были простыми, и из них следовали простые правила движения планет, законы Кеплера. Даже при этих простых законах планетарного движения, Кеплеру потребовалось пятнадцать лет проб и ошибок, чтобы открыть их. Подобно превосходному наставнику, Вселенная оказалась не настолько требовательной, чтобы гарантировать неудачу; нет, она позволяла нам добиваться успеха, продолжая ставить перед нами достойные задачи» [17. Р. 215].

Зная об этих глубоких связях между старыми и новыми законами, физики почти никогда не характеризуют классическую механику такими словами, как «ложная» или «ошибочная», сплошь и рядом употребляемыми философами науки. Еще раз процитируем Вигнера в этой связи:

«Закон всемирного тяготения, который Ньютон установил, преодолевая внутреннее сопротивление, и который он мог проверить с точностью около 4 %, оказался точным до менее чем десятитысячной доли процента и стал настолько тесно ассоциироваться с идеей абсолютной непогрешимости, что лишь недавно физики вновь набрались смелости исследовать ограничения его точности. [См., например, R. H. Dicke, Am. Sci, 25 (1959).] Конечно, пример закона Ньютона, цитируемый снова и снова, должен быть упомянут в первую очередь как монументальный пример закона, формулируемого в простых для математика терминах и оказывающегося точным далеко за пределами всех разумных ожиданий» [12].

Эссе Вигнера завершается возвышенными словами о том, что эффективность математики в физике есть «тайна, которую мы не понимаем и не заслуживаем и за которую должны быть благодарны». Другой основоположник квантовой физики, Поль Дирак, созерцая ту же тайну в конце своей жизни, следующим образом суммировал свой опыт:

«Если вы восприимчивы и кротки, математика сама поведет вас за руку. Снова и снова, когда я терялся в догадках, как двигаться дальше, мне следовало лишь подождать, пока это не произойдет. И тогда меня вело по неожиданному пути, где открывались новые перспективы, по пути на новую

территорию, где уже можно было создать операционную базу, осматривать окрестности и планировать будущий прогресс» [5].

Историк науки Марк Штайнер показывает, насколько точно этот образ отражает опыт физических открытий в целом, делая вывод об удивительной дружелюбности Вселенной для математического познания: «Вселенная выглядит интеллектуально дружелюбной к пользователю» [10]. Философ Марк Коливан рассматривает вопрос о том, может ли реалистичная или антиреалистичная философия математики решить вигнеровскую проблему её *непостижимой эффективности*. Он ставит вопрос следующим образом:

«Проблема является эпистемической: почему математика, которая разрабатывается в первую очередь из эстетических соображений, столь важна как для открытия, так и для формулирования наших лучших физических теорий?» [3].

Далее Коливан отмечает, что ни математический реализм Куайна и Патнэма, ни антиреализм Филда не отвечают на этот ключевой вопрос. Авторы согласны с Коливаном в том, что простого утверждения об объективности математики недостаточно для ответа на проблему Вигнера, но отсюда не следует, что этого утверждения можно избежать.

Несовместимость сциентизма с возможностью открытия фундаментальных законов космоса сегодня становится очевидной уже и для тех ученых, которых не заподозрить в симпатиях к религиозным мировоззрениям. Физик-теоретик Сабина Хоссенфельдер обсуждает в своей книге «Затерянные в математике» странную роль математической красоты в физических открытиях: «Почему законы природы должны заботиться о том, что я нахожу красивым? – спрашивает она, продолжая: – этакая связь между мной и вселенной кажется очень мистической, очень романтической, очень не по мне». Можно только приветствовать такую, как у нее, остроту в постановке проблемы совместимости натурализма и веры в открываемость законов:

«Я сомневаюсь, что мое чувство красоты является надежным руководством к раскрытию фундаментальных законов природы, законов, диктующих поведение сущностей, о которых я не имею, не имела и никогда не буду иметь прямого чувственного представления. Чтобы это оказалось встроенным в мой мозг, оно должно было приносить пользу в ходе естественного отбора. Но какое эволюционное преимущество могло бы стоять за пониманием квантовой гравитации?» [8. Р. 4].

Грэм Фармело, автор биографии Поля Дирака «Наистраннейший человек», рассматривает и обратную связь физики и математики. В книге «Вселенная говорит языком чисел» он пишет:

«В лекции 1939 года „О связи между математикой и физикой“ Дирак утверждал, что „со временем становилось все более очевидным, что правила, которые математик находит интересными, – те же, что выбрала природа“. В последние десятилетия эти слова стали выглядеть исключительно дальновидными. Мало того, что математика „непостижимо эффективна“ в физике, согласно известному наблюдению Юджина Вигнера, но верно и обратное: физика непостижимо эффективна в математике. Может ли эта двусторонняя

непостижимость вести нас к единому пониманию физики и математики, как предлагал Дирак?» [6].

Одним из первых критиков платоновой теории форм был Аристотель. Хотя он признавал объективность форм в целом и математических форм в частности, он склонялся к отрицанию их независимого существования, завершая свою «Метафизику» замечанием, что объекты математики представляются неотделимыми от чувственных вещей, а не существующими самостоятельно, как «говорят некоторые». Математика, однако же, возникла полностью из рассмотрения ее объектов исключительно с точки зрения их взаимосвязи, при тщательном и систематическом отделении их от физического мира, то есть именно так, как и говорили эти «некоторые». Например, древнейшая теорема Пифагора о невозможности точного представления квадратного корня из двух отношений целых чисел была доказана без какой-либо привязки к физическому миру. Более того, эта теорема содержит неявное дистанцирование от физического мира, где всегда можно найти практически приемлемое приближение. Даже геометрия, столь близкая физическим объектам, была построена по законам своей внутренней дедуктивной логики, свободной от какой-либо связи с физическими сущностями. Если бы античные мыслители приняли утверждение Аристотеля о несуществовании математических форм самих по себе, независимо от чувственных вещей, то построения пифагорейско-платонической математики не произошло бы; математика осталась бы тем, чем она и была до Пифагора: сборником инструкций для счетоводов, землемеров и архитекторов. Тезис «Метафизики», даже смягченный словом «представляются», убийственен для математики. Неудивительно, что среди великих математиков не было ни единого приверженца аристотелевского взгляда, просто никогда, и не случайно перипатетики были противниками отца математической физики – Галилея.

Другое возражение против платонизма возникает из приравнивания его к крайне редуccionистскому подходу к теории форм, распространяющему ее на ум человека как на полностью природную сущность. В этом случае платонизм доводится до сциентизма. Возражение указывает на метафизические и этические противоречия такой далеко идущей редуccionии. Наиболее сильный аргумент против подобного редуccionизма можно найти в самом рациональном мышлении, которое никоим образом не укладывается в прокрустово ложе законов и случайностей. Это возражение против тотального редуccionизма обоснованно, но оно опровергает не теорию форм Платона, а сциентизм, распространение этой теории на человека как мыслящего субъекта. Субъект лишь частично определяется формами, даже в их сочетании с квантовой случайностью, но он и частично свободен, являясь особым ограниченным источником бытия. Шредингер писал, что он ещё мог бы представить себе возникновение жизни исключительно по законам и случайности, но что в отношении мышления эта идея абсурдна. Этим неприемлемым для Шредингера положением исключается доверие к разуму, приводя к абсолютному скептицизму в духе демона Декарта, позиции, несовместимой с верой в возможность и ценность научного познания. Подрывая надежность разума,

тотальный редукционизм уничтожает тем самым и свою собственную основу, веру в силу фундаментальных законов, приводя к парадоксу критянина Эпименида: «Все критяне – лжецы». Чтобы избежать этой самодискредитации мышления, необходимо принять взаимную несводимость триады форм, случая и умов. Мы вынуждены исключить мысль, ум из физического мира, подчиняющегося законам (формам) и случайностям, но в то же время постулировать способность ума воспринимать материальные объекты и воздействовать на них.

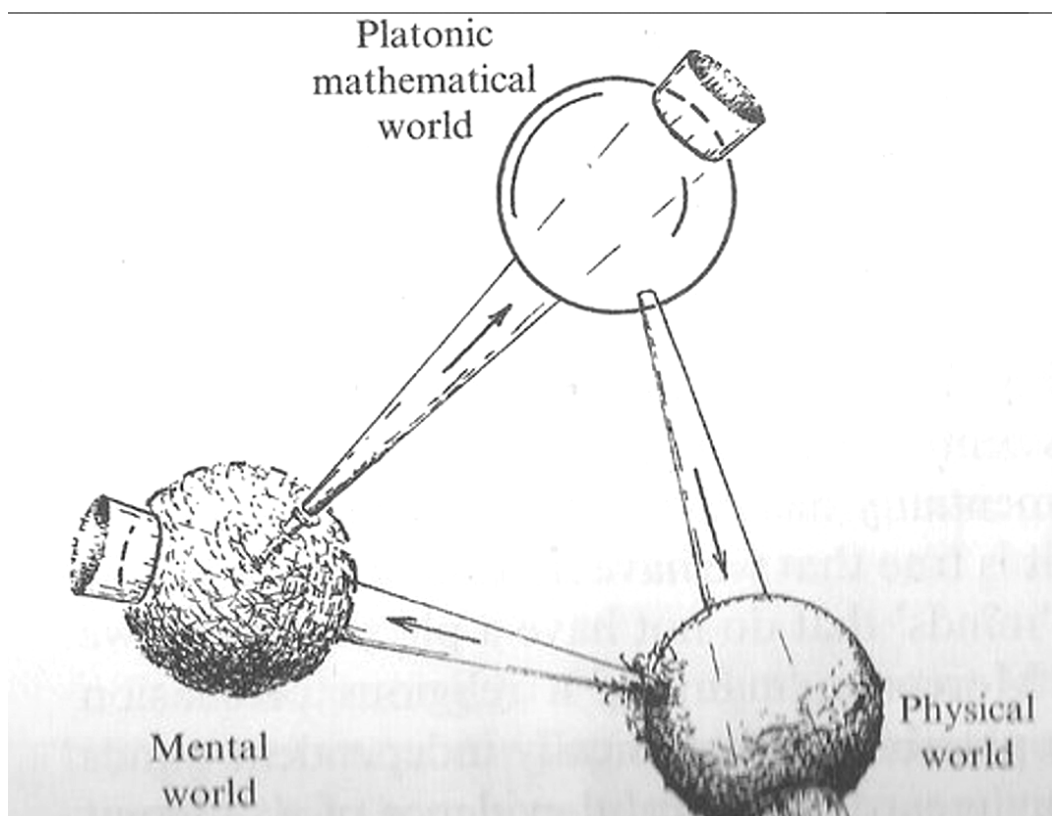
Другими словами, следует постулировать, что подчинение природы законам ограничено не только случайностью, но и действиями мыслящих существ. В то время как случайность отчасти беззаконна в единичном событии, но статистически подчиняется законам, творческие действия ума в принципе не могут быть охвачены никакой статистикой; в них закон сталкивается с абсолютным пределом своей власти, поскольку каждый творческий акт уникален по своей сути. Следовательно, на достаточно глубоком уровне природные объекты должны проявлять идеально-случайно-ментальный триализм: будучи в определенной степени детерминированными законами и подверженными случайности, они еще и позволяют уму воспринимать их и воздействовать на них. Случай работает как доопределитель событий в отсутствии разумной воли. Физическая материя в таком случае есть субстанция, состояние которой и определяется этой триадой.

Первым мыслителем, который заметил необходимость такого триализма, был, по-видимому, Эпикур, который, исходя из подлинности свободы воли, ввел *клинамены*, небольшие беспричинные изменения в траекториях атомов в качестве подобных доопределителей, способных отступить перед свободной волей субъектов. Корпускулярно-волновой дуализм квантовой механики и воплощает нечто подобное клинаменам: триадную идеально-случайно-ментальную природу квантовых объектов.

Человеческий ум взаимодействует с материальным миром через посредство мозга, тела, жизни в целом. С этой, метафизической, точки зрения, жизнь есть интерфейс, опосредующее звено между умом и физической материей, что можно принять как общее определение жизни, свободное от известной нам ее конкретной реализации. Занимая это промежуточное место в мироздании, живая природа определяется законами в меньшей степени, чем физическая, и в большей, чем ум. С естественно-научной же точки зрения, жизнь может быть определена как система сверхсложных точно размножающихся молекулярных комплексов. Составные физические объекты подвергаются деградации и распаду в силу второго начала термодинамики. Жизнь также не свободна от этого, будучи подверженной болезням и смерти. И однако же, после своего загадочного появления на нашей планете жизнь в целом не деградировала и даже не остановилась на исходных простейших формах, но систематически и не менее загадочно развивалась в сторону все более сложных и умных видов, постепенно являя все большее богатство форм, венчаемое живыми мыслящими существами, сапиенсами. В этом отношении жизнь больше похожа на возрастающий в силе ум, чем на деградирующие

физические комплексы. Объединяя естественно-научную дефиницию с метафизической, можно сказать, что жизнь есть система сверхсложных точно размножающихся молекулярных комплексов, клеток, появляющихся на определенном этапе физической истории Вселенной, далее выходящих на следующий уровень сложности, целостных многоклеточных иерархий, разнообразных организмов, достигая затем еще более высокой стадии – интерфейса с ментальным миром.

Состояние человеческого ума, в индивидуальном и коллективном аспектах, меняется во времени. Эти изменения отчасти определяются свойствами жизни и материи, отчасти наличествующей культурой, отчасти отражают разные уровни случайного. Высшее же в человеке определяется его способностью воспринимать благое, вечные идеи истины, красоты и любви, творчески воплощая их в конкретных обстоятельствах своей жизни и критически рассматривая эти воплощения.



«Три мира, три тайны» Роджера Пенроуза

Представленные здесь размышления могут рассматриваться как интерпретация Троесферия Роджера Пенроуза «Три мира, три тайны» [9], см. рисунок. Смысл сфер должен быть понятен из подписей: физический мир есть мир материальный; ментальный – мир индивидуального мышления и культуры; платонический – мир идеальных форм, разумности самой по себе, безотносительно к человеческой культуре и истории. Платонический мир включает

математические формы сами по себе, но не ограничивается ими. Представленные конусами связи между мирами образуют невозможный треугольник Реутерсварда, переоткрытый молодым Пенроузом. Невозможность треугольника отражает, по мысли сэра Роджера, парадоксальную структуру мироздания. Лишь очень малая, но весьма специальная часть платонического мира задействована в структуре математических законов мира физического. Лишь крайне незначительная по относительной массе, но самая сложная и загадочная часть мира физического непосредственно связана с работой мира ментального. И лишь небольшая, но очень продвинутая часть ментального мира связана с созерцанием мира платонического. Неполнота покрытия миров широкими основаниями конусов отражает аспект «в себе» каждого мира: свободу и творчество мира ментального, неполноту постижимости мира платонического и индетерминизм мира физического, доопределяемого случайностью и свободной волей ментального мира. Конус, связывающий физический и ментальный миры, может пониматься как представляющий жизнь ментально-физический интерфейс в индивидуальном, эволюционном или сущностном плане.

Диаграмма Пенроуза демонстрирует, что, физика ограничена двумя тайнами её предмета, физического мира: тайной происхождения законов природы и тайной субъектности, взаимодействия ума и материи, что включает и тайну жизни. Вместе с тем вопрос о возможности и смысле реализации во Вселенной как сложнейшего богатства жизни, вплоть до сапиенсов, так и элегантности законов, доступных тем самым открытию сапиенсами, приводит к проблематике творческих и атемпоральных основ бытия, в терминах Платона – к теме Демиурга и Блага.

Литература

1. *Burov A., Burov L.* Genesis of a Pythagorean Universe // Trick or Truth? The Mysterious Connection Between Physics and Mathematics / ed. A. Aguirre, B. Foster, Z. Merali. The Frontiers Collection, FQXi, Springer International Publishing, 2016. P. 157–170.
2. *Burov A., Burov L.* Moira and Eileithyia for Genesis. FQXi contest Wandering Towards a Goal. 2017.
3. *Colyvan M.* The Miracle of Applied Mathematics. Synthese. 2001. 127. P. 265–277.
4. *Einstein A.* Ideas and Opinions. Crown Publishers. Kindle Edition, 1954. P. 52.
5. *Farmelo G.* The Strangest Man: The Hidden Life of Paul Dirac, Quantum Genius. Faber & Faber. Kindle Edition, 2009. loc. 8537
6. *Farmelo G.* The Universe Speaks in Numbers. 2019.
7. *Gonzalez G., Richards, J. W.* The Privileged Planet: How Our Place in the Cosmos Is Designed for Discovery, Regnery Gateway, 2004.
8. *Hossenfelder S.* Lost in Math. Basic Books. Kindle Edition, 2018.
9. *Penrose R.* The Road to Reality. Vintage Books, 2004. P. 20.
10. *Steiner M.* The Applicability of Mathematics as a Philosophical Problem. Harvard University Press, 1998. P. xvii.
11. *Weinberg S.* Dreams of a Final Theory. Vintage Books, Kindle Edition, 1992.
12. *Wigner E.* The Unreasonable Effectiveness of Mathematics. Communications on Pure and Applied Mathematics, 1960. Vol. 13. P. 1–14.

METAPHYSICAL STATUS OF PHYSICAL LAWS⁴

A.V. Burov, L.A. Burov

*Translation from English by I.A. Rybakova**

RUDN University

6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation

Abstract. The creators of physics sought to construct it like Euclidean geometry, where a few mathematically formulated axioms, laws, opens the possibility of an unlimited number of theorems, conclusions concerning specific situations, verified by special observations, experiments. The idea of this program of cognition, not necessarily quite consciously, arose from what may be called Biblical Platonism, a synthesis of the Pythagorean-Platonism of antiquity and Biblical cosmism. Explicitly or not, this program implied the following properties of the laws, the atemporal logical structure of the universe: sufficient mathematical simplicity, universality, absolute precision, completeness and compatibility with life and thought, and *anthropicity*. The subsequent development of physics has demonstrated both a truly cosmic success and certain problems and limits of this paradigm. The former manifested in the universality of coverage and the fantastic accuracy of the mathematically elegant laws of matter discovered. The latter were related to the dualism of mind and matter, the enigma of the emergence and development of life, the discovery of the limits to the applicability of theories, and the forced rejection of some self-evident truths that previously seemed immutable. The article outlines approaches to the solution of these problems, which seem to be compatible with biblical Platonism.

Keywords: anthropism, Galileo, Platonism, Pythagoreanism, cognition, fine-tuning, physical laws

⁴ Дополненный авторами перевод статьи Alexey Burov & Lev Burov, *Metaphysical Status of Physical Laws*, in “Plato in Late Antiquity, the Middle Ages and Modern Times”, selected papers from the XVII annual conference of the International Society for Neoplatonic Studies / ed. J. F. Finamore and M. Nyvlt, The Prometheus Trust and ISNS, Ottawa, 2019.

* E-mail: irina.rybakova.88@list.ru

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2-154-160

EDN: EUBSMF

СООТВЕТСТВИЕ ВЗГЛЯДОВ ГЕЙЗЕНБЕРГА МНОГОМОДУСНОЙ КОНЦЕПЦИИ А.В. И Л.А. БУРОВЫХ

И.А. Рыбакова *

*Российский университет дружбы народов
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6*

Аннотация. Данная статья посвящена краткому анализу и сопоставлению взглядов В. Гейзенберга с концепцией метафизических основ мироздания современных философов Алексея Владимировича и Льва Алексеевича Буровых. Объектом исследования выступает основная философская работа Гейзенберга – трактат «Порядок действительности» – и работа Буровых под названием «Метафизический статус физических законов» (англ. „Metaphysical Status of Physical Laws“). Сопоставляются метафизические концепции многомодусной действительности упомянутых авторов и приводится краткая историческая основа возникновения данных концепций. Приводится обоснование значимости совместных исследований в области философии, физики и математики. Постулируется необходимость дальнейшего исследования вопроса с учетом новейших концепций в естествознании, в том числе в рамках бинарной геометрофизики Ю.С. Владимирова. В заключение утверждается важность учета модального (или многомодусного) характера действительности при построении новой, всеобъемлющей картины мира, в рамках которой можно было бы понять суть квантовых процессов, обуславливающих действительность и выйти на принципиально новый уровень философии естествознания.

Ключевые слова: Гейзенберг, действительность, многомодусный, ментальность, случайность, Пенроуз

Совсем недавно мне довелось познакомиться с работами философствующего физика из лаборатории Ферми в Чикаго Алексея Владимировича Булова и его сына Льва Алексеевича Булова, специалиста в области информационных технологий. Удивительным образом вышло так, что направления наших исследований пересеклись сразу во многих аспектах, а следовательно, было бы справедливо отдать должное этим двум современным мыслителям и разобраться, каким образом их взгляды связаны с идеями немецкого физика Вернера Гейзенберга, философскому наследию которого посвящены мои работы, в том числе кандидатская диссертация, и соответствующая монография [1].

Философия физики Гейзенберга примечательна тем, что он постоянно задавался вопросом о том, каким образом устроена действительность и каковы предпосылки получения нового знания о ней – словом тем, что традиционно

* E-mail: irina.rybakova.88@list.ru

относят к фундаментальным вопросам метафизики. Будучи одним из философствующих физиков первой половины двадцатого века, Гейзенберг через всю жизнь пронес неубывающий интерес к философским аспектам бытия и выражал это не только в своих многочисленных докладах, но и в своем философском эссе «Порядок действительности» [2], написанном в разгар Второй мировой войны (1942 год). В нем он впервые предпринял попытку отразить основные черты своего философского мировоззрения.

В первую очередь хотелось бы отметить следующую особенность современной философии действительности (в терминологии Гейзенберга), состоящую в отличии действительности от реальности. И именно эту особенность одним из очень немногих в свое время подчеркивал Гейзенберг. Реальность, как ее определял Гейзенберг, есть объективируемая часть действительности, те ее модусы, которые относятся к физической компоненте, в то время как компонента, например, случайного не является (или не всегда является) частью физической реальности, а компонента ментального (или духовного) – и вовсе ближе к иному, противоположному полюсу действительности. Лишь приняв это различие как принципиальное, мы можем по-новому взглянуть не только на метафизический статус физических законов, но и на роль науки в раскрытии структуры Вселенной в целом. Наша задача постичь не только отдельные элементы этой структуры, но и ту совокупность областей действительности, которая мыслилась как нечто целостное, начиная с Платона и заканчивая современными философами. Только целостное понимание действительности способно подвести нас к ответам на самые удивительные загадки бытия. Впрочем, по мысли Гейзенберга, понимание действительности как единой целостности, состоящей из многообразных взаимосвязей, не является, в сущности, оригинальным: «Описание действительности как переплетения разнообразных взаимосвязей, разумеется, не является лишь следствием новейших научных разработок. Напротив, речь идет о схватывании очень древних совокупностей идей, которые часто рассматриваются, и оправданием тому, что мы повторяем неоднократно сказанное, может служить лишь то обстоятельство, что, благодаря развитию естествознания в последние десятилетия, эта точка зрения предстала в новом, оригинальном свете» [2. С. 39].

Действительность Гейзенберга состоит из областей, взаимопроникающих и взаимоподдерживающих, подлежащих объективации и пребывающих в сфере субъективного. Все это – различные модусы одной и той же многообразной действительности, которую, выражаясь языком Хайдеггера, необходимо «схватить» и разгадать. Главная задача, которую ставит Гейзенберг, состоит в том, чтобы преодолеть доминирующий в сознании науки декартовский дуализм – четкое разграничение между субъектом и объектом, приводящее порой к радикальному материализму (и наоборот – к столь же радикальному идеализму) и невозможности «за деревьями увидеть лес», признать, что наличие в мире взаимосвязей, «более не сводимых к процессам, протекающим в пространстве и времени», коренным образом меняет наше представление о действительности и утверждает ее многомодусный характер.

А.В. и Л.А. Буровы размышляют о действительности в том же ключе, обращаясь к проблеме универсальности математических законов, лежащих в основе законов физических и находящихся за пределами объективируемой реальности. Ими подчеркивается значимость философского мышления для физиков и принципиальное взаимодействие физики с философией математики, носящей преимущественно платонически-пифагорейский характер. В этом легко убедиться, ознакомившись с их работами [3]. Однако хочется обратить особое внимание на статью “Metaphysical Status of Physical Laws”, где авторами затрагиваются сразу несколько важных тем: во-первых, это математичность физических законов; во-вторых – сфера распространения законов физики (насколько поведение того или иного объекта может быть сведено к физическим законам?); в-третьих, это триадная модель действительности, единства идеального, материального и ментального начал; и, наконец, в-четвертых: проблема жизни и ее места в структуре действительности.

Вернер Гейзенберг подчеркивал, что структура действительности, как таковая, зиждется на законах, а точнее, на «закономерностях» (Zusammenhänge), которые пронизывают ее целиком и выстроены иерархически. Физико-химические закономерности образуют так называемый нижний ярус этой динамической иерархии, и можно было бы предположить, что к ним могут быть сведены такие области, как биология и, соответственно, жизнь. Тогда окажется, что живой объект проявляет себя всегда только как простая совокупность физико-химических взаимосвязей. Однако, по Гейзенбергу, многое зависит от того, какой вопрос мы задаем природе, исследуя этот объект, иными словами – под каким углом мы на него смотрим: «Притязание науки на истину, таким образом, выводится каждый раз из объекта, поскольку ее язык формируется в процессе взаимоотношений с этим объектом, и идеальной целью научного описания является „объективное“ описание конкретной ситуации. При этом предполагается, что эта ситуация настолько отделена от нас и своего описания, что становится именно „чистым“ объектом. Но существуют еще и обширные области действительности, которые совершенно нельзя объективировать в этом смысле, то есть отделить их от того способа познания, который лежит в основе нашего метода рассмотрения» [2. С. 52].

Как и авторы обсуждаемой выше статьи А.В. Буров и Л.А. Буров, Гейзенберг считал, что жизнь не сводится к физико-химическим закономерностям: «Живой организм не является или же не всегда является просто некоей материальной структурой, составленной из атомов, которая меняется по законам физики и химии. Этим свойством он обладает лишь в тех случаях (и всегда в них), когда мы исследуем его физико-химическое поведение. Тем не менее в иных случаях живой организм может быть и еще чем-то, например, органическим единством» [2. С. 107]. По Гейзенбергу, жизнь и все, что живое, может вполне считаться еще одним проявлением многообразной действительности [1. С. 97–113].

А.В. Буров и Л.А. Буров указывают на многомодусный характер действительности, представляя ее «Троесферием Пенроуза», парадоксальным треугольником, сопрягающим платонический, ментальный и физический миры,

где предусмотрена также особая роль случая. Можно говорить о высшем уме или платоновом Демиурге, однако мы усматриваем здесь сферу духовных процессов вообще. Разумеется, эта сфера требует отдельной подробной статьи, однако требуется выделить тот факт, что, на наш взгляд, необходима более тщательная проработка именно вопроса Демиурга, его метафизического статуса и соотношения платонова видения структуры действительности с современными метафизическими концепциями.

Также хочется отметить важность аспекта случайности, который в данной статье играет ключевую роль в понимании связи квантовых процессов, жизни и мышления. Здесь мы также видим поразительное сходство направлений мысли с Вернером Гейзенбергом, который посвятил отдельный раздел в своем трактате «Порядок действительности» именно категории случайного. По Гейзенбергу, случайность как таковая относится к проекциям высших взаимосвязей на плоскость объективных пространственно-временных процессов, то есть, если можно так выразиться, она принадлежит к более высокому порядку и при этом конституирует низший порядок. Наряду с символической областью действительности случайное проявляет себя на низших уровнях иерархии, дополняя установленный «свыше» порядок, и, завися от этого порядка, может проявлять некоторую долю «индетерминизма». Согласно А.В. и Л.А. Бутовым, «индетерминизм» определяется на двух уровнях действительности – на уровне квантовой физики (в соответствии с принципом неопределенности) и на ментальном уровне (где проявляется свобода воли). В каком-то смысле можно рассуждать о восхождении от наиболее детерминированных областей действительности к менее детерминированным, и здесь мы также можем выразиться по-гейзенберговски: от более объективных к более субъективным. Впрочем, следует обязательно оговориться, что у Гейзенберга нет четкого противопоставления областей и как таковой трансцендентности разумной области, – это проявления одного и того же порядка, на разных уровнях: «Нельзя ложно понимать слово „субъективный“ так, словно в высших областях речь пойдет отчасти о ситуациях, которые существуют лишь для наших чувств или для определенных людей, или же о какой-либо воображаемой реальности. Это слово лишь указывает на то, что при полноценном описании взаимосвязей какой-либо области, вероятно, не получится абстрагироваться от того, что мы сами вплетены в эти взаимосвязи» [2. С. 59–60]. Постигать мир, выводить его закономерности можно как из одного полюса, объективного (наука), так и из другого, субъективного (здесь Гейзенберг прямо говорит – из религии), важна лишь степень вовлеченности субъекта, то есть нас самих, в эти взаимосвязи.

Насколько физика, наряду с математикой, может сегодня ответить на фундаментальные вопросы бытия? По Гейзенбергу, ответы могут быть даны лишь в области философии: «Истинная философия оказывается как бы пограничной областью, к которой обращаются как великие ученые, так и великие поэты, осознавая ограниченность любого знания. Язык, пригодный для описания действительности, научный или поэтический, создает идеализацию «своей» области действительности и нуждается в постоянном уточнении

соответствующих данной области понятий, что по мере такого уточнения приводит к отдалению от собственно действительности. В конце концов границы познания неумолимо раздвигаются до иносказательных описаний, напоминающих скорее „притчи“, нежели строго выверенные формулировки» [1. С. 141]. Высокая степень эвристичности математики сопрягается с возможностью открытия новых областей действительности в философии (модальной философии – в частности). Также следует учесть символический характер математики («предмет математических наук полностью принадлежит области действительности, созданной только благодаря существованию символов» [2. С. 150]), а следовательно, ее способность пролить свет на иные, более высокие области действительности.

Следует отметить необычный характер многомодусности, о котором пишут А.В. и Л.А. Бурувы, а именно: триадность мира, отображенная в философской иллюстрации Пенроуза, восходящая, как уже упоминалось, к Платону. Ее можно, так или иначе, противопоставить дуалистическому восприятию Декарта, против которого выступает и Гейзенберг, заявляя о недопустимости категоричного разведения объективного и субъективного миров. Представление Пенроуза интересно тем, что он наглядно показывает то, каким образом могут быть связаны между собой три мира: физический, ментальный и идеальный, и дело здесь не просто в существующих между ними взаимных связях, но во взаимопроникновении и взаимоопределении. Подробный анализ этого представления позволил бы не только определить границы физико-математических законов, но и более четко зафиксировать их метафизический статус и продвинуться дальше на пути к созданию единой картины мира, которая позволит обосновать метафизический характер фундаментальных законов.

В заключение хотелось бы сказать, что определение статуса различных модусов действительности, а конкретно – физико-математических законов – является приоритетом в направлении исследования некоторых современных физиков, например Ю.С. Владимиров. Размышляя над недостаточностью материалистической интерпретации квантовой механики, Владимиров выдвигает такое понятие, как «монистическая парадигма» [5], которая объединила бы категорию пространства-времени с полем амплитуды вероятности. В основе такой парадигмы находится также многомодусное первоначало: «Первоначало должно проявляться в виде нескольких сторон (ликов)» [5. С. 179]. Более обстоятельно Владимиров разворачивает данную концепцию в своей последней работе «Реляционная картина мира. Книга 2: От бинарной предгеометрии микромира к геометрии и физике макромира» [6]. В ней он разбирает основные парадигмы понимания пространства-времени: теоретико-полевая парадигма (Луи де Бройль, Д.И. Блохинцев, Л.И. Мандельштам), геометрическая парадигма (А.Л. Зельманов, Б. Риман) и, наконец, реляционная парадигма (Р. Фейнман, Д. ван Данциг, Р. Дикке и др.), а затем приходит к следующему выводу: «Необходимо отказаться от классических представлений. Нужно сформулировать самостоятельную систему

квантовомеханических понятий и закономерностей и только затем решать проблему перехода от них к классической физике и геометрии» [6. С. 23].

Таким образом, мы можем видеть, что подход к действительности, разрабатывавшийся еще Платоном, нисколько не теряет своей актуальности в плане понимания ее модальной (она же многомодусная) структуры. Работы таких философов, как Буровы и Владимиров, знаменуют собой переход к новому пониманию мироустройства в естествознании. Характерной чертой этих работ является переосмысление предыдущей метафизики и оригинальный подход к интерпретации современных научных экспериментов, в частности в квантовой области. В совокупности с идеями отца-основателя квантовой механики В. Гейзенберга предстоящие исследования в этой области могут оказаться, на наш взгляд, чрезвычайно плодотворными.

Литература

1. *Рыбакова И. А.* Представление о «порядке действительности» в философии физика Вернера Гейзенберга: монография / И.А. Рыбакова. М.: Директ-Медиа, 2023. 212 с.
2. *Гейзенберг В.* Порядок действительности / пер. с нем. И.А. Рыбаковой. М.: Директ-Медиа, 2023. 184 с.
3. *Burov A., Burov L.* Metaphysical Status of Physical Laws, in “Plato in Late Antiquity, the Middle Ages and Modern Times”, selected papers from the XVII annual conference of the International Society for Neoplatonic Studies / ed. J. F. Finamore and M. Nyvlt. The Prometheus Trust and ISNS. Ottawa, 2019.
4. *Burov A., Burov L.* Genesis of a Pythagorean Universe // Trick or Truth. The Mysterious Connection Between Physics and Mathematics / ed. by A. Aguirre, B. Foster, Z. Merali. USA, Springer Publ., 2016. P. 157–170.
5. *Владимиров Ю. С.* Метафизика. М.: Бином, 2002. 550 с.
6. *Владимиров Ю. С.* Реляционная картина мира. Книга 2: От бинарной предгеометрии микромира к геометрии и физике макромира. М.: ЛЕНАНД, 2021. 304 с.

CORRESPONDENCE OF HEISENBERG’S VIEWS WITH THE MULTIMODULAR CONCEPT OF A.V. AND L.A. BUROV

I.A. Rybakova*

RUDN University

6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation

Abstract. This article is devoted to a brief analysis of the views of the German physicist in their comparison with the concept of the metaphysical foundations of the universe of modern physicists Alexei Vladimirovich and Lev Alekseevich Burov. The object of the study is the main philosophical work of Heisenberg – the treatise “The Order of Reality” – and the work of the Drillers called “Metaphysical Status of physical Laws”. The metaphysical concepts of the multimodular reality of the mentioned authors are compared, and a brief historical basis for the emergence of these

* E-mail: irina.rybakova.88@list.ru

concepts is given. The substantiation of the importance of philosophical research in the field of physics and mathematics, and quantum physics is given – in particular. The necessity of further research of the issue is postulated considering the latest concepts in natural science within the framework of binary geometrophysics of Yu.S. Vladimirov. In conclusion, the importance of the modal (or multimodular) nature of reality is argued for the construction of a new, comprehensive picture of the world, within which it would be possible, finally, to understand the essence of quantum processes that determine reality, and to reach a fundamentally new level of philosophy of natural science.

Keywords: Heisenberg, reality, multimodular, mentality, randomness, Penrose

ПАМЯТИ НАШИХ КОЛЛЕГ

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-2-161-162

EDN: ELEWPP



**МИХАИЛ ХАНАНОВИЧ ШУЛЬМАН
(1946–2022)**

В середине 2022 года в результате тяжёлой болезни от нас ушёл Шульман Михаил Хананович, физик-энтузиаст, многолетний активный участник Российского междисциплинарного семинара по исследованию природы времени. Трудно поверить, что в этой жизни мы уже не увидим создателя и автора очень популярного научного сайта *timeorigin21.narod.ru*. Им наслаждались все поколения читателей – от школьников до глубоких старцев. Чтобы представить Михаила Ханановича кому-либо из студентов или коллег, достаточно было спросить: «А вы видели его сайт на народ.ру?» И лицо собеседника озарялось блаженной улыбкой.

Высококласный программист, работающий на престижной очень хорошо оплачиваемой должности в Газпроме, вдруг стал совершенно бескорыстно популяризировать новейшие и интереснейшие результаты научных исследований. Астрофизика, квантовая теория, теория гравитации, СТО,

ОТО, причинность – вот далеко не полный список его научных интересов. Он отыскивал самые интересные статьи и книги, как правило, на английском языке, сам их переводил и выкладывал на своем сайте, стимулируя тем самым дальнейшие исследования. Но он не ограничивался пассивным изложением известных результатов. Его оригинальные работы опубликованы как в его книгах, так и в весьма престижных журналах, в том числе в *Метафизике*, *Успехах Физических Наук* и переводных изданиях. Сотрудничество с ним в написании этих статей доставляло подлинное наслаждение. Человек просто горел энтузиазмом.

Все мы помним и его яркие выступления на научных семинарах Юрия Сергеевича Владимирова, в Физтехе, у Александра Левича и его преемниках, где он входил в Совет Института исследований природы времени.

Придёт время рассказать о его научных результатах более подробно, но пока отметим более значимое. Особенно интересным и продуктивным, на наш взгляд, оказался его подход к пониманию пространства-времени, где Михаил Хананович отстаивал евклидов характер пространственно-временного континуума и возможность определения выделенной системы отсчёта и вместе с ней «абсолютного» космологического настоящего. Сообщество физиков привыкло к растущему разнообразию интерпретаций квантовой механики, носящему нередко взаимодополняющий характер. Однако в сфере релятивистской физики говорить об интерпретациях до сих пор не принято. Тем не менее подход Шульмана к проблеме фотонов и связанных с ними систем отсчёта можно в полной мере считать отдельной интерпретацией специальной теории относительности наряду с канонической интерпретацией Эйнштейна–Минковского. Теперь постепенно выясняется, что евклидова интерпретация, в разработку которой Михаил Хананович Шульман внёс значительный вклад, является в значительной мере более наглядной и удобной для ряда применений, а сама её возможность помогает осознать возможность отделения в релятивистской теории физической сути от инструментального антуража.

Мы сохраним тёплую память об этом человеке, надежду на встречу с ним в будущей жизни, «иде же несть ни болезнь, ни печаль, ни воздыхание, но Жизнь бесконечная».

**MIKHAIL KHANANOVICH SHULMAN
(1946–2022)**

НАШИ АВТОРЫ

АРИСТОВ Владимир Владимирович – доктор физико-математических наук, профессор Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» РАН.

БЕЛИНСКИЙ Александр Витальевич – доктор физико-математических наук, профессор физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

БУРОВ Алексей Владимирович – физик и философ из лаборатории Ферми в Чикаго (США).

БУРОВ Лев Алексеевич – специалист в области информационных технологий (Чикаго, США).

ВЛАДИМИРОВ Юрий Сергеевич – доктор физико-математических наук, профессор физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, профессор Института гравитации и космологии Российского университета дружбы народов.

ГОДАРЕВ-ЛОЗОВСКИЙ Максим Григорьевич – руководитель лаборатории-кафедры «Прогностических исследований» ИИПВ, Москва–Санкт-Петербург.

ДЖАДАН Игорь Иванович – физик-теоретик, Луганск, городок ЛГАУ.

ЕГОРОВ Дмитрий Геннадиевич – доктор философских наук, профессор Псковского филиала Университета ФСИН России.

КРИВЧИКОВ Алексей Михайлович – аспирант философского факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

ЛАПТЕВ Юрий Павлович – кандидат физико-математических наук, выпускник магистратуры и аспирантуры Института гравитации и космологии Российского университета дружбы народов.

МОЛЧАНОВ Алексей Борисович – кандидат физико-математических наук, младший научный сотрудник кафедры теоретической физики физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

НУГАЕВ Ренат Магдиевич – доктор философских наук, профессор кафедры социально-гуманитарных дисциплин Поволжского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, Казань.

РЫБАКОВ Юрий Петрович – доктор физико-математических наук, профессор Российского университета дружбы народов.

РЫБАКОВА Ирина Андреевна – кандидат философских наук, старший преподаватель кафедры иностранных языков факультета гуманитарных и социальных наук Российского университета дружбы народов.

ФИЛЬЧЕНКОВ Михаил Леонидович – доктор физико-математических наук, профессор Института гравитации и космологии Российского университета дружбы народов.

ШУЛЬМАН Михаил Хананович (1946–2022) – бывший руководитель лаборатории-кафедры «Время как феномен расширяющейся Вселенной».

Общие требования по оформлению статей для журнала «Метафизика»

Автор представляет Ответственному секретарю текст статьи, оформленной в соответствии с правилами Редакции. После согласования с Главным редактором статья направляется на внутреннее рецензирование и затем принимается решение о возможности ее опубликования в журнале «Метафизика». О принятом решении автор информируется.

Формат статьи:

- Текст статьи – до 20–40 тыс. знаков в электронном формате.
- Язык публикации – русский/английский.
- Краткая аннотация статьи (два-три предложения, до 10–15 строк) на русском и английском языках.
- Ключевые слова – не более 12.
- Информация об авторе: Ф.И.О. полностью, ученая степень и звание, место работы, должность, почтовый служебный адрес на русском и английском языках, контактные телефоны и адрес электронной почты.

Формат текста:

- шрифт: Times New Roman; кегль: 14; интервал: 1,5; выравнивание: по ширине;
- абзац: отступ (1,25), выбирается в меню – «Главная» – «Абзац – Первая строка – Отступ – ОК» (то есть выставляется автоматически).
- ✓ Шрифтовые выделения в тексте рукописи допускаются только в виде курсива.
- ✓ Заголовки внутри текста (названия частей, подразделов) даются выделением «Ж» (полужирный).
- ✓ Разрядка текста, абзацы и переносы, расставленные вручную, не допускаются.
- ✓ Рисунки и схемы допускаются в компьютерном формате.
- ✓ Века даются только римскими цифрами: XX век.
- ✓ Ссылки на литературу даются по факту со сквозной нумерацией (не по алфавиту) и оформляются в тексте арабскими цифрами, взятыми в квадратные скобки, после цифры ставится точка и указывается страница/страницы: [1. С. 5–6].
- ✓ Номер сноски в списке литературы дается арабскими цифрами без скобок.
- ✓ Примечания (если они необходимы) оформляются автоматическими подстрочными сносками со сквозной нумерацией.

Например:

- На место классовой организации общества приходят «общности на основе объективно существующей опасности» [2. С. 57].
- О России начала XX века Н.А. Бердяев писал, что «постыдно лишь отрицательно определяться волей врага» [3. С. 142].

Литература

1. Адорно Т.В. Эстетическая теория. М.: Республика, 2001.
2. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну. М.: Прогресс-Традиция, 2000.
3. Бердяев Н.А. Судьба России. Кризис искусства. М.: Канон+, 2004.
4. Савичева Е.М. Ливан и Турция: конструктивный диалог в сложной региональной обстановке // Вестник РУДН. Сер.: Международные отношения. 2008. № 4. С. 52–62.
5. Хабермас Ю. Политические работы. М.: Праксис, 2005.

С увеличением проводимости¹ кольца число изображений виртуальных магнитов увеличивается и они становятся «ярче»; если кольцо разрывается и тем самым прерывается ток, идущий по кольцу, то изображения всех виртуальных магнитов исчезают.

¹ Медное кольцо заменялось на серебряное.

Редакция в случае неопубликования статьи авторские материалы не возвращает.

Будем рады сотрудничеству!

Контакты:

Белов (Юртаев) Владимир Иванович, тел.: 8-910-4334697; e-mail: vyou@yandex.ru

