

2026, № 2 (60)

МЕТАФИЗИКА



НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

В этом номере:

- К 100-летней годовщине создания квантовой механики
- Метафизика и методология
- Идеи и гипотезы метафизического характера
- Памяти великих соотечественников

2026, № 2 (60)

МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2026, № 2 (60)

Основан в 2011 г.

Выходит 4 раза в год

- **К 100-ЛЕТНЕЙ
ГОДОВЩИНЕ
СОЗДАНИЯ
КВАНТОВОЙ
МЕХАНИКИ**
- **МЕТАФИЗИКА
И МЕТОДОЛОГИЯ**
- **ИДЕИ И ГИПОТЕЗЫ
МЕТАФИЗИЧЕСКОГО
ХАРАКТЕРА**
- **ПАМЯТИ ВЕЛИКИХ
СООТЕЧЕСТВЕННИКОВ**

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

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

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-45948 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)

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

Подписано в печать 23.06.2026 г.
Дата выхода в свет 30.06.2026 г.

Формат 70×108/16.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,6.
Тираж 500 экз. Заказ 563.
Отпечатано
в Издательско-полиграфическом
комплексе РУДН
115419, г. Москва,
ул. Орджоникидзе, д. 3
Цена свободная

METAFIZIKA

(Metaphysics)

SCIENTIFIC JOURNAL

No. 2 (60), 2026

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

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: 10.22363/2224-7580-2026-2

МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2026, № 2 (60)

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

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 РАЕН

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. Векишенов – доктор физико-математических наук,
профессор Российской академии образования

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

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

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

ISSN 2224-7580

DOI: 10.22363/2224-7580-2026-2

CONTENTS

EDITORIAL NOTE (<i>Vladimirov Yu.S.</i>)	6
 ON THE 100TH ANNIVERSARY OF THE QUANTUM MECHANICS CREATION	
From the book “Modern Quantum Mechanics: Three Nobel Reports”	9
<i>Sevalnikov A.Yu.</i> Quantum Mechanics as Experimental Metaphysics: the Problem of Reality and Time	33
<i>Pechenkin A.A.</i> The Informational Interpretation of Quantum Mechanics	51
<i>Zhilkin A.G.</i> Degenerate Binary Systems of Complex Relations as a Way of Describing Interacting Particles	60
 METAPHYSICS AND METHODOLOGY	
<i>Knyazev V.N., Dementyev A.A.</i> Methodological Pluralism in Modern Cosmology	76
<i>Katsonov V.N.</i> The Problem of Infinity in the Philosophy of F.A. Golubinsky	85
<i>Kharitonov A.S.</i> Physical and Mathematical Model of Evolution in the Methodology of Holism as a Resolution of the Antinomies of Reductionism	94
 IDEAS AND HYPOTHESES OF A METAPHYSICAL CHARACTER	
<i>Godarev-Lozovsky M.G.</i> The Global Carrier Environment as a Prerequisite for Solving Hilbert's First Problem	104
 IN MEMORY OF GREAT RUSSIAN SCIENTISTS	
<i>Vladimirova L.F.</i> In Honor of N.I. Lobachevsky	119
<i>Vladimirsky B.M.</i> On the Centenary of A.L. Chizhevsky's Main Work Writing	126
 OUR AUTHORS	142

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКЦИИ (Владимиров Ю.С.)	6
К 100-ЛЕТНЕЙ ГОДОВЩИНЕ СОЗДАНИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ	
Из книги «Современная квантовая механика Три нобелевских доклада»	9
<i>Севальников А.Ю.</i> Квантовая механика как экспериментальная метафизика: проблема реальности и времени	33
<i>Печенкин А.А.</i> Информационная интерпретация квантовой механики	51
<i>Жилкин А.Г.</i> Вырожденные бинарные системы комплексных отношений как способ описания взаимодействующих частиц	60
МЕТАФИЗИКА И МЕТОДОЛОГИЯ	
<i>Князев В.Н., Дементьев А.А.</i> Методологический плюрализм в современной космологии	76
<i>Катасонов В.Н.</i> Проблема бесконечности в философии Ф.А. Голубинского	85
<i>Харитонов А.С.</i> Физико-математическая модель эволюции в методологии холизма как разрешение антиномий редукционизма	94
ИДЕИ И ГИПОТЕЗЫ МЕТАФИЗИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА	
<i>Годарев-Лозовский М.Г.</i> Мировая среда-носитель как предпосылка решения первой проблемы Гильберта	104
ПАМЯТИ ВЕЛИКИХ СООТЕЧЕСТВЕННИКОВ	
<i>Владимирова Л.Ф.</i> В честь Н.И. Лобачевского: «В самих понятиях еще не заключается истина»	119
<i>Владимирский Б.М.</i> К столетию написания главной работы А.Л. Чижевского	126
НАШИ АВТОРЫ	142

ОТ РЕДАКЦИИ

DOI: 10.22363/2224-7580-2026-2-6-8

EDN: FXAFXA

В данном выпуске журнала главный раздел посвящен 100-летней годовщине создания квантовой механики. Большинство физиков считают, что рождением квантовой теории следует считать 1926 год. В связи с этим был найден сборник «Современная квантовая механика», изданный в 1934 году по рукописям Д.Д. Иваненко, в котором, во-первых, содержится его трактовка (на тот момент) сути и важности квантовой механики и приведены краткие биографии главных ее создателей: В. Гейзенберга, Э. Шредингера и П.А.М. Дирака. Далее в издании содержатся Нобелевские лекции этих физиков. Редакция журнала решила переиздать этот сборник.

Приведем ряд характерных высказываний из этих лекций. Так, В. Гейзенберг в заключении своей лекции «Развитие квантовой механики» сказал: «В будущем мы должны быть готовы ко всяким неожиданностям, которые могут возникнуть как в области ядерной физики, так и при исследовании космических лучей. Как бы, однако, ни шло дальнейшее развитие теории, предыдущая история квантовой механики указывает на то, что понимание неясных еще сторон строения атома может быть достигнуто только путем дальнейшего отказа от наглядности и стремления к объективизации. У нас, пожалуй, нет оснований сожалеть об этом. Действительно, вспоминая о значительных гносеологических трудностях, с которыми приходилось бороться наглядному представлению об атомах прежней физики, мы можем надеяться, что развивающаяся теперь абстрактная атомная физика окажется в будущем более гармоничной составной частью всего великого здания науки».

Э. Гейзенберг в своей лекции «Основная идея волновой механики» заявил: «Дело не обстояло бы так плохо, если бы мы должны были вовсе оставить старую теорию и заменить ее новой. К сожалению, речь идет не об этом. С точки зрения волновой механики бесконечное множество возможных траекторий точки является чем-то фиктивным, ни одна из них не имеет преимущества быть реально осуществленной в каком-либо конкретном случае, но, как я уже упоминал выше, мы во многих опытах действительно наблюдаем пути отдельных частиц. Волновое представление может это объяснить только с большим трудом или вообще не в состоянии дать на это ответ».

П.А.М. Дирак закончил свою Нобелевскую лекцию «Теория электронов и протонов» высказыванием сомнительной на сегодняшний день гипотезы: «Вполне возможно, что некоторые звезды построены иным путем, именно главным образом из позитронов и отрицательных протонов. Конечно, в мире должно быть одинаковое число звезд каждого сорта. Оба сорта звезд будут иметь в точности одинаковые спектры, и в настоящее время нет возможности различить их какими-либо астрономическими методами».

Затем в этом разделе журнала помещена статья А.Ю. Севальникова, специально написанная к 100-летней годовщине квантовой механики. В этой статье содержится современная оценка важности, состояния и проблем квантовой теории. В связи с этим отметим, что под руководством А.Ю. Севальникова подготовлен к изданию сборник, также посвященный 100-летию создания квантовой механики. В настоящее время он готовится к печати в издательстве УРСС. Кроме того, в этом же разделе содержится еще две статьи: А.А. Печенкина, в которой обсуждается информационная интерпретация квантовой механики, предложенная уже в конце XX века, а также статья А.Г. Жилкина, в которой изложены идеи бинарной геометрофизики, нацеленные на реляционное обоснование ключевых положений квантовой теории и вообще физики микромира.

Во втором разделе журнала «Метафизика и методология» содержатся три статьи, содержащие материал, соответствующий его названию. Так, в статье В.Н. Князева и А.А. Дементьева «Методологический плюрализм в современной космологии» излагается мысль о необходимости нескольких взглядов на космологию и ее проблемы. В статье утверждается: «...Научное знание – это постоянный поиск лучших, но не окончательных представлений о природе. Смена теорий – важная особенность подлинной науки. Она возможна, если понимать, что теории не достигают окончательной истины. Другими словами, новая научная теория может быть только в чем-то лучше уже существующей теории, и не более того. Следовательно, любая космологическая модель может быть временным объяснением того, что человек выбирает или способен наблюдать во Вселенной. <...> В завершение следует подчеркнуть, что получение новых экспериментально-наблюдательных данных за последние 2–3 года благодаря космическому телескопу Джеймса Уэбба все более свидетельствуют об удивительной проблемности и даже невозможности согласования их с господствующими теоретическими космологическими моделями, включая так называемую парадигму Большого взрыва!»

В статье В.Н. Катасонова обсуждается проблема бесконечностей в современной математике и физике, фактически возникших из религиозных представлений. В третьей статье А.С. Харитонова показывается важность учета рядов Фибоначчи и Люка в развитии статистической физики.

В третьем разделе данного журнала содержится статья, в которой высказываются гипотезы метафизического характера, в данный момент вызывающие содержательные дискуссии.

Наконец, в последнем разделе журнала, посвященном великим соотечественникам, содержатся две статьи Л.Ф. Владимировой и Б.М. Владимирского.

Статья Л.Ф. Владимировой «В самих понятиях еще не значит истина», посвящена 200-летней годовщине открытия Н.И. Лобачевским первой неевклидовой геометрии. В ней изложена информация о докладе Н.И. Лобачевского «Сжатое изложение основ геометрии со строгим доказательством теоремы о параллельных», сделанном в феврале 1826 года на заседании ученого совета Казанского университета. В ней, в частности, приведена следующая выдержка из этого выступления: «Евклидовы начала, несмотря на все блистательные успехи наши в математике, сохранили до сих пор первобытные свои недостатки... Напрасное старание доказать V постулат Эвклида... в протяжении двух тысяч лет заставило меня подозревать, что в самих понятиях ещё не заключается той истины, которую хотели доказать и *которую проверить подобно другим физическим законам могут лишь опыты. Каковы, например, астрономические наблюдения...*». Кроме того, в статье описано отношение его коллег к этому открытию.

Статья Б.М. Владимирского «К столетию написания главной работы А.Л. Чижевского» посвящена истории написания и основным результатам, изложенным в работе Александра Леонидовича «Физические факторы исторического процесса». В работе Б.М. Владимирского прослеживаются результаты гелиобиологических исследований не только во времена Чижевского, но и в годы, прошедшие после публикации «Физических факторов...», вплоть до наших дней. Также, важно отметить, что Борис Михайлович является одним из ведущих специалистов по солнечно-земным связям, влиянию космической погоды на динамику социальных явлений. Это делает его статью особенно интересной.

Ю.С. Владимир

К 100-ЛЕТНЕЙ ГОДОВЩИНЕ СОЗДАНИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

ИЗ КНИГИ «СОВРЕМЕННАЯ КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА ТРИ НОБЕЛЕВСКИХ ДОКЛАДА»*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий сборник составлен из докладов, читанных в Стокгольме тремя нобелевскими лауреатами. Получение премий за 1932 г. (Гейзенберг) и 1933 г. (Дирак и Шредингер) тремя физиками-теоретиками несомненно является отзвуком необычайно возросшего значения теоретической физики вообще и квантовой механики в частности.

В написанных достаточно популярно докладах читатель, помимо чисто физического материала, найдет указания и на философские воззрения авторов. Гейзенберг, являющийся ортодоксальным последователем «копенгагенской» школы, представляющей собою новейшую версию позитивизма, развивает взгляды на физическую теорию, чрезвычайно близкие к тем, которые защищали Дюгем и Мах и которые в свое время были подвергнуты основательной марксистской критике. Центральным мотивом философского credo Гейзенберга является защита «начала принципиальной наблюдаемости», этой новой формулировки старого принципа «чистого описания». Дирак, представляющий «оперативную» «кэмбриджскую» школу, не останавливается в своем докладе специально на философских вопросах. Однако, оппозиция его установкам «копенгагенцев», сказывающаяся, например, во введении непосредственно ненаблюдаемых отрицательных энергий, проявляется в его докладе достаточно определенно. Что касается Шредингера, то, не примыкая ни к одной из упомянутых школ, он занимает позицию, приближающуюся к защите «модельности» и «наглядности» физической теории. Признавая важность абстрактного математического формализма для физической теории, он (хотя и с оговорками) протестует против «начала принципиальной наблюдаемости», указывая при этом, что вытекающий из «начала» отказ от гипотез о том, «как

* Представляем вниманию читателя отрывки из издания: Современная квантовая механика Три нобелевских доклада / В. Гейзенберг, Э. Шредингер, П. А. М. Дирак ; пер. с рукописи Д. Иваненко. Ленинград, Москва : Гос. техн.-теоретич. изд-во, 1934. В текст внесена минимальная редакторская правка.

в действительности устроен мир», есть просто-напросто уклонение от трудностей, которые ставит природа перед стремящейся раскрыть ее механизм человеческой мыслью.

В общем все три доклада представляют собою довольно яркие документы, характеризующие теоретические контуры идейного размежевания, имеющего место в современной физике.

Краткие биографии докладчиков, помещенные ниже, дают общие сведения об основных вехах их жизни.

БИОГРАФИИ

Вернер Гейзенберг (Werner Heisenberg) родился в Вюрцбурге в 1901 г. Его отец, выдающийся византист, был членом-корреспондентом Академии Наук СССР. Гейзенберг прошел исключительную школу, работая в Мюнхене у Зоммерфельда, затем в Геттингене у Борна и, наконец, ассистентом Бора в Копенгагене.

Еще студентом Гейзенберг начал, с ряда статей по теории спектров, свою удивительную по разносторонности и плодотворности научную работу. В 1925 г. Гейзенберг печатает первую работу по новой квантовой механике, создавая тем самым ее первый вариант: матричную квантовую механику. В 1927 г. Гейзенберг публикует работу о принципе неопределенности, дающем обоснование новой механики.

Гейзенберг является главным представителем Боровской «копенгагенской» школы, защищающей положение о построении теории на основе «принципиально наблюдаемых» величин. Кроме создания основ Гейзенбергу принадлежат фундаментальные работы по самым разнообразным вопросам квантовой механики, в частности, по задаче многих тел, квантовой электродинамике, а также теории ферромагнетизма и строению ядер.

С 1927 г. Гейзенберг – профессор теоретической физики Лейпцигского университета; в 1933 г. он получает премию Нобеля по физике за 1932 г.

Книга Гейзенберга: «Физические принципы квантовой теории», издана ГТТИ, Л. 1932 г.; теория ядра изложена в докладе на Сольвейском конгрессе 1933 г. (печатается перевод). Большинство работ Гейзенберга напечатано в *Zeitschrift für Physik*.

Эрвин Шредингер (Erwin Schrödinger), сын известного ботаника, родился в Вене в 1887 г.; окончил Венский университет и начал там же работу по экспериментальной и теоретической физике в 1911 г. После профессур в Штутгарте, Бреслау, Цюрихе Шредингер в 1929 г. избирается членом Прусской Академии Наук и становится профессором Берлинского университета (кафедра Планка). После фашистского переворота в Германии Шредингер из протеста уехал в Оксфорд, хотя ему и не угрожал параграф о «неарийцах».

Кроме ряда отдельных работ по классической и квантовой физике, написанных, как и все его труды, замечательно ясным и остроумным языком, Шредингер создает, основываясь на идеях де Бройля, волновую механику

(1926 г.) и строит законченную теорию цветов (1920–1926 гг.). Прекрасные исследования по теории Дирака напечатаны Шредингером в 1929–1932 гг. в «Известиях Прусской Академии». В 1933 г. Шредингер делит вместе с Дираком премию Нобеля по физике за 1933 г.

Поль Адриен Морис Дирак (Paul Adrien Maurice Dirac), сын учителя языков, родился в Бристоле в 1902 г. После получения высшего технического образования Дирак специализируется по теоретической физике у Фаулера в Кембридже, где он получает стипендию.

В 1925 г., сразу же после первой работы Гейзенберга, Дирак начинает печатать свои фундаментальные работы по основам квантовой механики, используя метод скобок Пуассона. В 1927 г. Дирак строит одновременно с Йорданом общую теорию преобразований и создает теорию излучения и метод вторичного квантования. В 1928 г. появляется уравнение Дирака, в 1930 г. – объяснение отрицательных энергий. С 1930 г. Дирак член Королевского Общества. Осенью 1932 г. Дирак получает после Лармора знаменитую старейшую Лукасианскую кафедру в Кембридже, которую ранее занимали Ньютон и Стокс. В 1933 г. Дирак вместе со Шредингером получает премию Нобеля по физике за 1933 г. Дирак неоднократно читал лекции в Америке, Японии, Франции. Друг советской науки, Дирак пять раз посетил Советский Союз, принимая здесь участие в съездах, конференциях, консультациях.

Книга Дирака: «Основы квантовой механики», издана ГТТИ, Л. 1932 (с дополнениями автора). Основные работы Дирака напечатаны в «Proceedings of the Royal Society», London.

Все лауреаты – члены-корреспонденты Академии Наук СССР.

РАЗВИТИЕ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

В. Гейзенберг

Квантовая механика, о которой я буду здесь докладывать, по своей внешней форме возникла из попытки построить стройную математическую схему путем уточнения высказываний Боровского принципа соответствия. Физически новая точка зрения, которой квантовая механика отличается от классической физики, была подготовлена трудами многих исследователей, занимавшихся анализом трудностей, вскрытых в Боровской теории строения атома и в теории света.

В 1900 г. Планк, исследуя найденный им закон черного излучения, открыл в явлениях света совершенно чуждый классической физике прерывный элемент. Через несколько лет эта прерывность нашла свою наиболее яркую формулировку в гипотезе световых квантов Эйнштейна. Невозможность объединить теорию Максвелла с наглядными представлениями, связанными с гипотезой световых квантов, принудила впоследствии физиков сделать вывод, что понимания явлений излучения возможно достигнуть только путем далеко идущего отказа от наглядного описания. Открытое уже Планком и

использованное затем Эйнштейном, Дебаем и другими теоретиками обстоятельство, что элемент прерывности, найденный в явлениях излучения, играет важную роль также и в материальных процессах, нашло позднее свое выражение в Боровских основных постулатах квантовой теории. Эти постулаты вместе с квантовыми условиями атомного строения Бора – Зоммерфельда привели к качественному толкованию химических и оптических свойств атомов. Допущение основных постулатов квантовой теории состояло в непреодолимом противоречии с применением классической механики к атомным системам; с другой стороны, классическая механика, по крайней мере качественно, казалась необходимой для понимания свойств атомов. Это обстоятельство послужило новым аргументом для предположения, что понимание явлений природы, в которых играет существенную роль постоянная Планка, возможно только при значительном отказе от наглядного описания этих явлений. Классическая физика оказалась наглядным предельным случаем принципиально ненаглядной микрофизики, случаем, который осуществляется тем точнее, чем меньше Планковская постоянная сравнительно со значениями величины действия в системе.

Из этого понимания классической механики, как предельного случая квантовой, и возник принцип соответствия Бора, благодаря которому оказалось возможным перенести, по крайней мере качественно, ряд выводов классической механики на механику квантовую. В связи с началом соответствия дискутировалась возможность, что законы квантовой механики могут иметь принципиально статистический характер; особенно ясно статистическая природа их сказывалась в Эйнштейновском выводе Планковского закона излучения. Наконец, анализ связи теории излучения и теории атома, проделанный Бором, Крамерсом и Слэтером, привел к следующему положению вещей.

Согласно основным постулатам квантовой теории атомная система может находиться в дискретных стационарных состояниях, т. е. принимать дискретный ряд значений энергии; излучение и поглощение света подобной системой происходит внезапно, скачком, если речь идет об энергии атома. С другой стороны, наглядные свойства испущенного излучения описываются волновым полем, частота которого связана с разностью энергий атома в начальном и конечном состояниях соотношением: $E_1 - E_2 = h\nu$. Каждому стационарному состоянию атома сопоставлена совокупность величин, которые определяют вероятности перехода с испусканием света из этого состояния в какое-либо другое. Непосредственной связи между излучением, которое было бы испущено по классическим законам электроном, вращающимся на орбите, и этими величинами, определяющими вероятность испускания, не существует. Однако, согласно принципу соответствия Бора, каждому переходу атома можно сопоставить определенный член разложения в ряд Фурье классической орбиты и вероятность перехода подчиняется качественно тем же законам, как и интенсивность данной компоненты Фурье.

Таким образом, хотя аналогия атома с планетной системой электронов в исследованиях Резерфорда, Бора, Зоммерфельда и других авторов и привела к качественному толкованию оптических и химических свойств атомов, все

же коренное отличие атомного спектра от классического спектра электронной системы принуждает нас к отбрасыванию понятия орбиты электрона и к отказу от наглядного описания атома.

К пересмотру понятия орбиты электрона вынуждает также анализ экспериментов, необходимых для наблюдения этой орбиты. Именно, задав вопрос, каким образом возможно наблюдать движение электрона на его орбите в атоме, мы приходим к выводу, что наиболее непосредственным способом будет наблюдение электрона, скажем, в микроскоп исключительно большой разрешающей силы. Но так как освещение объекта наблюдения в этом микроскопе должно быть произведено светом весьма малой длины волны, то уже первый световой импульс, который доходит от источника света к электрону и к нашему глазу, согласно законам эффекта Комптона выбросит электрон из его орбиты. Таким образом, из всей орбиты возможно будет наблюдать только одну точку.

При такой ситуации казалось наиболее разумным с самого начала отбросить вообще понятие орбиты электрона, хотя оно и оправдывается опытами Вильсона, и только впоследствии уже исследовать, насколько понятие орбиты электрона окажется допустимым в квантовой механике.

В классической теории задание частоты, амплитуды и фазы всех испущенных атомом световых волн было бы полным эквивалентом заданию электронной орбиты. Действительно, имея амплитуду и фазу испущенной волны, мы можем однозначно определить коэффициент соответственного члена в разложении электронной орбиты в ряд Фурье; таким образом, из знания всех амплитуд и фаз вполне определяется орбита электрона. Подобным же образом в квантовой механике совокупность всех амплитуд и фаз испущенного атомом излучения можно рассматривать как полную характеристику атомной системы, хотя истолкование этих величин в смысле наличия электронной орбиты, движение по которой ведет к излучению, и невозможно. На место координаты электрона в квантовой механике становится поэтому совокупность величин, соответствующих коэффициентам Фурье классического движения. Однако эти коэффициенты не будут уже расположены по энергиям состояний и номерам гармонических обертонов, но будут соответствовать каждый раз двум стационарным состояниям атома и будут играть существенную роль для вероятностей перехода атома из одного стационарного состояния в другое. Подобная совокупность коэффициентов будет аналогична матрице, встречающейся в алгебре линейных преобразований. Совершенно таким же образом мы можем каждой величине классической механики, например импульсу или энергии электронов, сопоставить соответствующую матрицу в квантовой механике.

Чтобы выйти затем из круга простого представления эмпирического материала, необходимо связать закономерным образом матрицы, сопоставленные различным величинам, так же как соответствующие величины классической механики связываются в ней уравнениями движения. Если мы стремимся при этом к наиболее близкому соответствию между классической и квантовой механикой и берем сложение и умножение рядов Фурье за образец

для сложения и умножения матриц квантовой теории, то наиболее естественным будет определить произведение двух величин, представленных матрицами, через матрицу произведения в смысле линейной алгебры; последнее допущение напрашивается уже в виду результатов теории дисперсии Крамера – Ладенбурга.

Ввиду всего этого представлялось последовательным просто перенести уравнения движения классической физики в квантовую механику, понимая их как соотношение между матрицами, соответствующими классическим переменным. Квантовые условия Бора – Зоммерфельда, которые также оказалось возможным истолковать как соотношение между матрицами квантовой механики, вместе с уравнениями движения были достаточны теперь для определения всех матриц и тем самым всех экспериментально наблюдаемых свойств атома.

Заслугой Борна, Йордана и Дирака была разработка набросанной только что математической схемы в последовательный и практически пригодный теоретический аппарат. Прежде всего этими авторами было замечено, что квантовые условия могут быть написаны как перестановочные соотношения между матрицами, представляющими координату и импульс электрона. При этом имеют место следующие уравнения (p_r – матрицы импульса, q_r – матрицы координат):

$$\begin{aligned} p_r q_s - q_s p_r &= (h/2\pi i) \delta_{rs}; \\ q_r q_s - q_s q_r &= 0; \\ p_r p_s - p_s p_r &= 0; \delta_{rs} = \{ 1 \text{ при } r = s; 0 \text{ при } r \neq s \}. \end{aligned}$$

При помощи этих перестановочных соотношений удалось и в квантовой механике доказать наличие законов, играющих основную роль в механике классической, именно постоянство энергии, импульса и момента количества движения. Построенная таким образом математическая схема в конце концов внешне весьма похожа на классическую теорию и отличается от последней только наличием перестановочных соотношений, при помощи которых, впрочем, уравнения движения могут быть выведены из функции Гамильтона.

Однако физические следствия квантовой теории существенно отличны от выводов классической механики, что принуждает нас к подробному анализу наглядного содержания квантовой механики. В описанной до сих пор форме квантовая механика позволяет произвести рассмотрение излучения, испущенного атомом, значений энергии стационарных состояний и других характерных для этих состояний величин. Таким образом, теория согласуется с опытным материалом, накопленным исследованиями атомных спектров. Однако во всех тех случаях, когда речь идет о наглядном описании течения процесса во времени, например об истолковании Вильсоновских фотографий, математический аппарат теории, по-видимому, не дает никаких средств к адекватному описанию экспериментальных фактов. В этом пункте квантовой механике пришла на помощь волновая механика, развитая Шредингером на основе тезисов де Бройля.

В своих исследованиях, о которых будет здесь говорить сам автор, Шредингер свел вычисление значений энергии атома к проблеме собственных значений, определяемой некоторой краевой задачей в координатном пространстве соответствующей атомной системы. После того как Шредингер доказал математическую эквивалентность построенной им волновой механики с механикой квантовой, плодотворное соединение обеих столь различных физических идей привело к чрезвычайному расширению и обогащению математического аппарата квантовой теории. С одной стороны, только волновая механика позволила приступить к математическому анализу сложных атомных систем, с другой стороны, анализ связи обеих теорий привел Дирака и Йордана к развитию так называемой теории преобразований. Не имея возможности останавливаться сейчас детально на математической стороне последней теории, я ограничусь только формулировкой ее принципиального физического значения. Теория преобразований, используя физические принципы квантовой механики в своем обобщенном математическом аппарате, позволила совершенно общим образом вычислить для атомных систем вероятность наступления определенного экспериментально наблюдаемого события при заданных экспериментальных условиях.

Предполагавшаяся уже ранее в исследованиях по теории излучения и сформулированная точно в Борновской теории столкновений гипотеза, что волновая функция определяет вероятность наличия частицы, оказалась частным случаем общей закономерности и естественным следствием основных положений квантовой механики. Благодаря этому статистическому истолкованию волновой механики, а также полному выяснению того обстоятельства, что теория Шредингера имеет дело с волнами в многомерном координатном пространстве, связь идей Шредингера с первоначальными тезисами де Бройля оказалась, конечно, не столь близкой. Однако Шредингеру и позднее Йордану, Клейну и Вигнеру удалось разработать до конца в рамках математического аппарата теории также и первоначальную мысль де Бройля, возникшую еще до создания квантовой механики, о наглядных материальных волнах, распространяющихся в пространстве и времени.

Еще задолго до развития квантовой механики Паули на основании закономерностей периодической системы элементов установил известный принцип, что в определенном квантовом состоянии всегда может находиться не больше одного электрона. Перенесение этого принципа в квантовую механику оказалось возможным на основании следующего результата, показавшегося сначала совершенно неожиданным: совокупность стационарных состояний, которые может принимать атомная система, распадается на определенные классы таким образом, что атом из некоторого состояния, принадлежащего к одному классу, иногда не может перейти в какое-либо состояние другого класса под влиянием каких бы то ни было возмущений. Подобный класс состояний, как было затем совершенно ясно установлено работами Вигнера и Хунда, характеризуется определенным свойством симметрии Шредингеровской собственной функции по отношению к перестановке координат двух электронов. Ввиду принципиальной тождественности электронов всякое

внешнее возмущение атома остается неизменным при перестановке двух электронов и поэтому не дает повода к каким бы то ни было переходам между состояниями различных классов. Принцип Паули и установленная на его основе статистика Ферми – Дирака эквивалентны допущению, что в природе осуществляется только тот класс стационарных состояний, в котором собственная функция меняет знак при перестановке двух электронов. Выбор же симметричной системы термов привел бы согласно Дираку не к принципу Паули, но к так называемой статистике Бозе – Эйнштейна для электронов.

Между понятием классов стационарных состояний, подчиняющихся принципу Паули или статистике Бозе – Эйнштейна, и представлением де Бройля о волнах материи существует своеобразная связь. Пространственный волновой процесс поддается трактовке согласно принципам квантовой теории, если проанализировать его согласно теореме Фурье и рассматривать затем каждую отдельную компоненту Фурье волнового движения как систему с одной степенью свободы по обычным законам квантовой механики. Если применить этот метод квантового описания волновых процессов, оказавшийся весьма плодотворным также и в исследованиях Дирака по теории излучения, к волнам материи де Бройля, то мы получим точно те же результаты, какие дает квантовая механика совокупности материальных частиц в случае выбора симметричной системы термов. Оба метода будут согласно Йордану и Клейну эквивалентны даже тогда, когда мы учтем взаимодействие электронов, т. е. примем во внимание в волновой теории де Бройля энергию поля, вызванную непрерывно распределенным пространственным зарядом.

Эти работы выяснили, что сравнение атома с планетной системой, состоящей из ядра и электронов, не является единственно возможной наглядной картиной, которую мы можем нарисовать для атома. Напротив, очевидно столь же правильно представлять себе атом как облако заряда и использовать эту картину, согласно принципу соответствия, для получения качественных заключений о поведении атома. Однако более детальное рассмотрение этих выводов является уже делом волновой механики.

Возвратимся теперь к математической схеме квантовой механики; применение ее к физическим проблемам частью вытекало из первоначальных основных допущений теории, частью покоилось на теории преобразований, построенной при помощи волновой механики. Теперь речь идет о том, чтобы установить наглядное содержание теории путем ее сравнения с классической физикой.

В классической физике целью исследования являлось определение объективных, протекающих в пространстве и времени, явлений и исследование законов, определяющих течение процессов по начальным данным. Проблема считалась решенной в классической физике, если удавалось доказать, что какой-либо процесс объективно имел место в пространстве и времени, и показать, что он подчиняется законам классической физики, сформулированным в дифференциальных уравнениях. Способ, каким было достигнуто познание этого процесса, перечисление наблюдений, которые привели к его экспериментальному наблюдению, являлись совершенно несущественными. Точно

так же для заключений классической теории не играл роли вопрос, путем каких наблюдений проверялись выводы теории. Однако в квантовой теории мы встречаемся с совершенно иным положением вещей. Уже тот факт, что математическая схема квантовой механики не может быть понимаема как наглядное описание процессов, протекающих в пространстве и времени, показывает, что в квантовой механике вовсе не идет речь об объективном установлении пространственно-временных событий.

Напротив, математическая схема квантовой механики дает возможность вычислить лишь величину вероятности для какого-либо экспериментального результата, основанного на экспериментальном знании предыдущего состояния атомной системы, поскольку последняя не была подвержена никаким иным возмущениям, кроме тех, которые требуются самим экспериментом. То обстоятельство, что даже при наиболее полном экспериментальном задании системы для определенного результата следующего эксперимента можно указать только его вероятность, показывает, что каждое наблюдение приводит к некоторому прерывному изменению математических величин, характеризующих атомный процесс, и, следовательно, к прерывному изменению самого физического явления. В то время как в классической теории способ наблюдения был несущественным для течения процесса, в квантовой теории возмущение, с которым связано каждое наблюдение атомных явлений, играет решающую роль. Так как, далее, результат наблюдения вообще приводит только к высказываниям о вероятности определенных результатов более поздних наблюдений, то, как показал Бор, решающим для непротиворечивого построения квантовой механики является учет принципиально неподдающейся контролю доли рассматриваемого возмущения. Подобное отличие классической физики от физики атомной понятно, ибо для тяжелых тел, например планет, вращающихся вокруг Солнца, давление солнечного света, отражающегося от их поверхности и необходимого для наблюдения, не играет никакой роли; для мельчайших же частиц материи каждое наблюдение, благодаря малой массе, означает существенное вмешательство в их физическое поведение.

Возвратимся поэтому к математической схеме квантовой механики и ее применению к физическим проблемам – возмущение играет затем важную роль при установлении границ, внутри которых возможно наглядное описание атомных процессов. Если бы существовали эксперименты, которые позволяли бы провести точное измерение всех сторон атомной системы, необходимых для ее классического описания, которые давали бы, например, точные значения для положения и скорости каждого электрона системы в каждый данный момент, то все равно результаты этих экспериментов не могли бы быть использованы в нашей математической схеме, больше того, они бы прямо ей противоречили. Таким образом, здесь, очевидно, опять играет роль та же принципиально не поддающаяся контролю часть возмущения, вызванного самим измерением, которая не позволяет провести точного измерения классических величин и тем самым делает возможным применение квантовой механики. Более детальное исследование математической стороны теории

показывает нам, что между точностью, с которой может быть установлено положение частицы, и точностью, с которой одновременно может быть измерен ее импульс, существует определенное соотношение. Именно произведение вероятных ошибок при измерении положения и импульса всегда будет по меньшей мере равняться постоянной Планка, деленной на 4π . Таким образом, всегда должно иметь место

$$\Delta p \Delta q \geq h/4\pi,$$

где p и q обозначают канонически сопряженные переменные. Эти соотношения неопределенности для результатов измерения классических переменных являются необходимым условием того, что результат измерения может быть выражен в математической схеме квантовой теории. На ряде примеров Бор показал, каким образом непременно связанное с каждым наблюдением возмущение в самом деле приводит к тому, что нижняя граница, установленная соотношениями неопределенности, не может быть перейдена. То обстоятельство, что часть этого возмущения остается принципиально неизвестной, покоится, согласно Бору, в конце концов, на неопределенности, которая вносится самим понятием измерения.

Действительно, экспериментальное описание каких бы то ни было пространственно-временных процессов всегда предполагает некоторую твердую систему (например, координатную систему, в которой покоится наблюдатель), относительно которой и производятся все измерения. Допуская, что эта система является «твердой», мы тем самым отказываемся заранее от знания ее импульса, так как понятие «твердый» как раз и означает, что какие бы то ни было изменения импульса системы при взаимодействии с ней не должны иметь места. Принципиально необходимая неопределенность, допущенная в этом месте, распространяется затем дальше через измерительный аппарат на атомные процессы.

При таком положении вещей естественно попытаться объединить объект наблюдения, измерительный аппарат и наблюдателя в одну квантово-механическую систему и тем самым устранить всю неопределенность. Здесь важно, однако, подчеркнуть, что самый акт измерения по необходимости является наглядным, так как в физике в конце концов речь всегда идет только об описании пространственно-временных процессов. Поведение наблюдателя и его измерительного прибора должно поэтому анализироваться по законам классической физики, ибо в противном случае вообще не имела бы места никакая физическая проблема. Поэтому внутри измерительных приборов, так же как было подчеркнуто Бором, все процессы должны рассматриваться в смысле классической теории, как детерминированные; последнее является, кроме того, необходимым предположением для возможности однозначно заключить, что, собственно, произошло, на основании результатов измерения. Обычная схема классической физики, объективирующая результаты наблюдения, при помощи допущения процессов в пространстве и времени, переносится, следовательно, также и в квантовую теорию и применяется здесь до тех пор, пока она не находит свою принципиальную границу, символизируемую

постоянной Планка, сталкиваясь с ненаглядными чертами атомных процессов. Для атомных процессов наглядное описание возможно только внутри известных границ точности, и внутри этих границ также всегда имеют место законы классической физики.

Ввиду наличия границ точности, установленных соотношениями неопределенности, классическая картина атома не может быть однозначно определена. Напротив, основой для наглядного представления атома являются в равной мере как корпускулярная, так и волновая картины.

Законы квантовой механики имеют принципиально статистический характер. Если мы установим путем эксперимента у какой-либо атомной системы все определяющие ее данные, то результат будущего наблюдения, вообще говоря, не может быть точно предсказан. Но в каждый позднейший момент времени существуют наблюдения, результаты которых могут быть предсказаны точно; для других наблюдений можно лишь вывести вероятности того или иного экспериментального результата. Значительная степень определенности, присущая также и законам квантовой механики, приводит, например, к тому, что законы сохранения энергии и импульса имеют место в полной строгости. Эти законы могут быть проверены с любой точностью и выполняются затем с точностью, с которой они были доказаны. Статистический характер законов квантовой механики сказывается, однако, в том, что точное исследование энергетического состояния исключает одновременное наблюдение соответственного процесса в пространстве и времени.

Наиболее ясным анализом оснований квантовой механики мы обязаны исследованиям Бора, который в особенности подчеркнул значение понятия дополнителности для толкования квантово-механических закономерностей. Уже соотношения неопределенности дают пример того, как в квантовой механике точное знание одной переменной может исключать точное знание других переменных. Это соотношение дополнителности между различными аспектами одного и того же физического процесса действительно является характерным для всего типа закономерностей квантовой механики. Как я только что указал, описание энергетических закономерностей находится в исключавшем соотношении к исследованию пространственно-временного течения событий. Подобным же образом рассмотрение химических свойств молекулы является дополнительным к исследованию движений отдельных электронов в молекуле; наблюдение явлений интерференции стоит в дополнительном соотношении к наблюдению отдельного светового кванта. Наконец, и области применения классической и квантовой механики также можно охарактеризовать с этой точки зрения. Классическая физика представляет тот вид стремления к познанию природы, при котором мы стараемся заключить об объективных процессах, по существу, исходя из наших ощущений; поэтому мы отказываемся здесь от учета влияний, которые оказывают все наблюдения на наблюдаемый объект. Классическая физика как раз и кончается в том месте, где нельзя уже отказаться от учета влияния наблюдения на исследуемые процессы. Квантовая механика, наоборот, предлагает возможность рассмотрения

атомных процессов путем частичного отказа от их описания в пространстве и времени и их объективирования.

Прежде чем закончить этот обзор квантовой механики, я позволю себе совсем кратко остановиться на вопросе, чего можно ожидать от дальнейшего развития этой области знания. Излишне упоминать при этом, что развитие теории должно также основываться на исследованиях де Бройля, Шредингера, Борна и Дирака. Внимание физика-теоретика прежде всего привлекает здесь вопрос о том, каким образом можно соединить друг с другом требования специальной теории относительности и теории квант. Несмотря на исключительные успехи, достигнутые Дираком в этом направлении, о которых здесь будет говорить сам автор, все же остается открытым вопрос, возможно ли будет удовлетворить, не впадая в противоречия, требованиям обеих теорий без одновременного определения зоммерфельдовской постоянной тонкой структуры.

Важнейшие указания для дальнейшего развития квантовой механики можно получить также из экспериментов, относящихся к строению атомных ядер. Анализ этих экспериментов при помощи теории Гамова, по-видимому, указывает на то, что между элементами атомного ядра действуют силы, несколько отличающиеся от сил, определяющих строение атомной оболочки. Опыты Штерна показывают далее, что поведение тяжелых элементарных частиц не может быть описано при помощи математического аппарата дираковской теории электрона. Таким образом, в будущем мы должны быть готовы ко всяким неожиданностям, которые могут возникнуть как в области ядерной физики, так и при исследовании космических лучей. Как бы, однако, ни шло дальнейшее развитие теории, предыдущая история квантовой механики указывает на то, что понимание неясных еще сторон строения атома может быть достигнуто только путем дальнейшего отказа от наглядности и стремления к объективированию. У нас, пожалуй, нет оснований сожалеть об этом. Действительно, вспоминая о значительных гносеологических трудностях, с которыми приходилось бороться наглядному представлению об атомах прежней физики, мы можем надеяться, что развивающаяся теперь абстрактная атомная физика окажется в будущем более гармоничной составной частью всего великого здания науки.

ОСНОВНАЯ ИДЕЯ ВОЛНОВОЙ МЕХАНИКИ

Э. Шредингер

Когда луч света проходит через оптический прибор, например трубу или фотографический объектив, он испытывает на каждой преломляющей или отражающей поверхности изменение направления. Мы можем построить ход луча, если известны оба простых закона, которые управляют этими изменениями направления: закон преломления, открытый двести лет назад Снеллиусом, и закон отражения, известный уже больше чем две тысячи лет назад Архимеду.

Ферма сформулировал закон распространения луча света с гораздо более общей точки зрения. Свет распространяется в различных средах с различной скоростью, и путь луча определяется так, как будто бы лучу было важно возможно быстрее достигнуть той точки, в которую он приходит. (Заметим при этом, что за начальную и конечные точки можно взять любые две точки вдоль луча). Малейшее отклонение от действительного пути означало бы замедление. В этом заключается знаменитый принцип кратчайшего оптического пути Ферма, замечательным образом определяющий всю судьбу светового луча в одном – единственном положении, даже и в том случае, если свойства среды изменяются не скачком на какой-либо поверхности, но постепенно от точки к точке. Примером последнего является земная атмосфера. Чем глубже проникает в нее падающий извне луч света, тем медленнее распространяется он во все более и более плотном воздухе; хотя разница в скорости распространения и будет чрезвычайно незначительной, принцип Ферма все же требует при этом, чтобы путь луча света был вогнутым по отношению к земле, ибо тогда луч несколько дольше будет задерживаться в высших «более быстрых» слоях и придет к цели скорее, чем на более коротком прямом пути.

Я думаю, вы все замечали, что солнце, находясь у горизонта, кажется не круглым, но сплюснутым, так что его вертикальный диаметр представляется укороченным. Это также есть следствие искривления лучей. Согласно волновой теории света лучи имеют, собственно говоря, только фиктивное значение. Они не являются физическими траекториями каких бы то ни было световых частиц, но лишь математическим вспомогательным построением, так называемыми ортогональными траекториями волновых поверхностей, т. е. также воображаемыми линиями; последние направлены в каждой точке перпендикулярно к волновой поверхности в ту сторону, в которую движется последняя.

Представляется удивительным, что столь важный всеобщий принцип относится непосредственно к этим математическим вспомогательным линиям, а не к волновым поверхностям, ввиду чего принцип Ферма можно было бы рассматривать как некоторый математический курьез. На самом деле все обстоит совершенно иначе. Только с точки зрения волновой теории принцип Ферма становится вполне понятным и перестает быть чудом. Действительно, с волновой точки зрения так называемая кривизна луча света является гораздо более понятной, чем поворот волновой поверхности, который тривиальным образом должен иметь место, если соседние части волновой поверхности распространяются с различной скоростью; точно так же, например, если рота солдат выполняет команду «захождения направо», то солдаты делают шаги различной величины: правофланговый – наименьший, левофланговый – наибольший шаг. В нашем примере с преломлением луча в земной атмосфере кусочек волновой поверхности WW должен обязательно проделать поворот направо к $W'W'$, так как его левая часть лежит в более высоком слое менее плотного воздуха и поэтому движется быстрее, чем правая часть, лежащая ниже.

При ближайшем рассмотрении оказывается, что принцип Ферма по своему содержанию совершенно эквивалентен тривиальному и само собой

разумеющемуся утверждению, что при заданной переменной от точки к точке скорости света фронт волны должен загибаться указанным образом. Я не имею возможности доказывать это здесь, но попытаюсь сделать указанное утверждение правдоподобным. Вернемся опять к примеру марширующего отряда солдат. Пусть для того, чтобы сохранить полную правильность фронта, солдаты соединены длинной палкой, которую каждый твердо держит в руках. Сейчас ничего не будет говориться о захождении, команда гласит просто: «Пусть каждый идет или бежит как можно быстрее». Если характер рельефа почвы медленно меняется от точки к точке, то сначала, скажем, правое, затем левое крыло фронта будет двигаться быстрее, и сами собой будут осуществляться повороты фронта. Через некоторое время мы заметим, что пройденный путь не является прямолинейным, но был как-то искривлен. Тот факт, что этот криволинейный путь в точности совпадает с кратчайшим в смысле времени прибытия в данный пункт при заданном рельефе, является по меньшей мере весьма правдоподобным, так как ведь каждый солдат старался двигаться как можно быстрее.

Таким образом, принцип Ферма представляется просто тривиальной квинтэссенцией волновой теории. Поэтому совершенно удивительным показалось открытие, сделанное в один прекрасный день Гамильтоном, что и действительное движение материальных точек в силовом поле (например, планет вокруг Солнца или брошенного камня в поле тяжести Земли) подчиняется совершенно такому же общему принципу, получившему имя своего автора и сделавшему последнее знаменитым. Хотя принцип Гамильтона и не говорит совсем точно, что материальная точка выбирает наиболее быстрый путь, но его утверждение столь близко, аналогия с принципом кратчайшего оптического пути столь непосредственна, что является загадочной. Казалось, что природа как будто осуществила одну и ту же закономерность двумя различными способами. Один раз, в случае света, при помощи довольно ясной игры волн, другой раз, в случае материальных точек, где положение вещей было непонятно, если только не стараться и здесь также говорить о волновой природе.

Мельчайшие последние частицы материи, которые мы сейчас с гораздо большим правом называем «материальными точками», казались тогда еще чем-то совершенно гипотетическим. Только после открытия радиоактивности развитие экспериментальной техники привело к тому, что оказалось возможным изучать свойства отдельных корпускул или частиц; в настоящее время возможно даже остроумным способом Вильсона фотографировать и (при помощи стереофотографии) весьма точно измерять пути отдельных частиц. В пределах точности этих измерений для движения корпускул подтверждаются те же механические законы, что и для больших тел, планет и т.д. Впрочем, выяснилось, что, конечно, ни молекула, и ни отдельный атом не могут считаться «последними камнями» материи, но что и атом является весьма сложной системой. В нашем представлении возникли картины строения атомов из частиц, по-видимому, аналогичные картине планетной системы. Вполне естественным было попытаться сперва сохранить здесь те же законы движения,

которые столь замечательно оправдались для больших тел. Это значит, что к внутреннему поведению атома также была применена механика Гамильтона, которая, как я указал выше, формулируется в гамильтоновом принципе. То обстоятельство, что этот принцип весьма аналогичен оптическому принципу Ферма, было почти совсем забыто. Если об этом и вспоминали, то усматривали здесь только забавную случайность математической теории.

Положение вещей было довольно безнадежным. Если бы старая механика была совсем отброшена, дело не обстояло бы еще столь скверно, у нас были бы открыты возможности для создания новой механики. Мы же стояли перед трудной задачей спасти сущность механики, чье дыхание ясно чувствовалось в микрокосме, и в то же время, так сказать, выпросить у нее признания квантовых условий, в качестве вытекающих из ее оснований положений, а не грубых внешних требований.

Выход был найден в упоминавшейся уже возможности усмотреть в принципе Гамильтона также результат игры волн, который, собственно, и лежит в основе движения материальных точек точно так же, как мы уже давно привыкли видеть волны в явлениях света с их принципом Ферма. Отдельная траектория материальной точки теряет, впрочем, вследствие этого свой непосредственный физический смысл и становится чем-то фиктивным, вроде отдельного изолированного луча света. Но сущность теории, минимальный принцип, не только остается незатронутым, но лишь при волновом способе рассмотрения раскрывает свое истинное простое значение, как уже указывалось выше. Новая теория, собственно говоря, вовсе не является новой; она представляет собой органическое продолжение, хотелось бы сказать, более тонкое толкование старой теории.

Но каким же образом могло привести это новое, более «тонкое» толкование к заметно иным результатам, как смогло оно устранить трудности, встретившиеся в атоме, с которыми старая теория не могла справиться? Каким образом прежнее «грубое вмешательство» квантовых условий стало терпимым, или даже оказалось связанным с развитием новых идей?

Эти вопросы лучше всего разъяснить также путем оптической аналогии. Я назвал выше с полным правом принцип Ферма квинтэссенцией волновой теории света. Несмотря на это, он не может избавить нас от более точного изучения самого волнового процесса. Так называемые явления дифракции и интерференции можно понять, только проследив в деталях движение волн, так как при этом речь идет не только о том, куда в конце концов придет волна, но также о том, в какой фазе придет она туда в данный момент времени. При старых, более грубых, экспериментах эти явления играли роль только незначительных деталей и ускользали от наблюдения. Как только, однако, на них было обращено внимание и они были правильно волновым образом истолкованы, оказалось нетрудным придумать опыты, в которых волновая природа света проявляется не только в деталях, но совсем ясно во всем характере явления.

Вторым, еще более простым примером является тень, которую дает небольшой точечный источник света от непрозрачного предмета. Чтобы

построить форму тени, мы должны проследить каждый луч света и посмотреть, не мешает ли ему непрозрачное тело достичь экрана. Край тени образуется теми лучами света, которые, проходя мимо, еще касаются края предмета. Из опыта известно, что край тени даже при точечном источнике света и совершенно резкой границе предмета, дающего тень, в действительности не будет резким. Причина этого совершенно та же, что и в прежнем случае. Фронт волны, так сказать, разрезается предметом, что приводит к образованию нерезкого края тени, который был бы непонятен, если бы отдельные лучи света являлись самостоятельными и распространялись независимо друг от друга.

Это явление, которое также обозначается дифракцией, у больших тел вообще не слишком ярко выражено. Но если тело, дающее тень, имеет незначительные размеры хотя бы в одном направлении, то дифракция будет проявляться тогда, прежде всего, в том, что вообще не будет иметь место собственно тени, во-вторых же, и значительно ярче, в том, что этот небольшой предмет сам окажется светящимся и испускающим свет по всем направлениям (впрочем, преимущественно под малыми углами к падающему свету). Конечно, каждый из вас наблюдал так называемую «солнечную пыль» на пути луча света, проникающего в темную комнату. Небольшие стебли травы и паутинные нити на вершине холма, за которым прячется солнце, или волосы человека, стоящего против солнца, светятся часто замечательно красиво в дифрагированном свете, на чем покоится также возможность видеть дым и туман.

Возвратимся опять от оптики к механике и постараемся полностью использовать аналогию между ними. Старой механике в оптике соответствует мысленное оперирование с изолированными, независимыми друг от друга световыми лучами. Новой волновой механике соответствует волновая теория света. Переходя от старого к новому представлению, мы выигрываем в возможности учитывать явление дифракции, или, лучше сказать, нечто весьма аналогичное явлению дифракции света; эти явления в механике, как и в оптике, говоря вообще, не должны играть особой роли; в противном случае старое представление механики не могло бы столь долгое время нас удовлетворять. Но не трудно догадаться, что в известных случаях явление дифракции, которой пренебрегалось, должно быть весьма заметным, целиком управляющим механическим процессом и представляющим для старой теории неразрешимую трудность; это будет иметь место тогда, когда вся механическая система по своим размерам сравнима с длиной волны «материальных волн», играющих для механических процессов ту же роль, как световые волны для процессов оптических.

Дифракция является причиной того, почему в этих крошечных системах атомов старое представление оказалось непригодным; оно остается применимым с большой точностью к грубым механическим процессам, но уже не к тонкой игре в областях порядка одной или немногих длин волн. Чрезвычайной неожиданностью было открытие, что здесь при новом волновом представлении сами собой исчезают все те странные добавочные требования, которые были насильно втиснуты в старую теорию, чтобы приспособить

последнюю к описанию атома и суметь как-нибудь понять его реальное поведение.

Мы видим, существенным пунктом является то обстоятельство, что размеры атома и длины волн гипотетических волн материи являются величинами примерно одного порядка. Вы, конечно, спросите, является ли чистой случайностью, что при нашем исследовании строения материи мы как раз в этом месте сталкиваемся с величиной порядка длины волны. Вы спросите затем, откуда вообще известно об этих длинах волн материи, представляющих совершенно новый инструмент теории, никогда и нигде прежде не наблюдавшийся.

Конечно, это совпадение размеров отнюдь не является простым случаем, и нам не нужно делать никакого нового предположения. Размеры длин волн получаются сами собой из теории, и величина их приводит к следующему замечательному факту. Опыты Резерфорда и Чедвика над рассеянием альфа-лучей, можно сказать, доказали, что тяжелое ядро атома значительно меньше самого атома и может поэтому рассматриваться в дальнейшем как точечный центр притяжения. Вместо электронов мы вводим гипотетические волны, оставляя их длину волны пока что совершенно неопределенной, ибо мы о ней ничего не знаем. Тогда в наших вычислениях будет стоять некоторая буква, например, a , обозначающая какое-то еще неизвестное число. К этому мы уже привыкли, и ничто не мешает нам вычислить, что атомное ядро должно вызывать дифракцию этих волн аналогично небольшой пылинке в случае света. Так же, как там, мы получим, что размеры области возмущения, окружающей ядро, тесно связаны с величиной длины волны и будут одного порядка с последней. Теперь мы должны проделать решающий шаг: мы отождествляем область возмущения или арену дифракции с атомом; мы утверждаем, что атом в действительности является ничем иным, как дифракционным явлением электронных волн, так сказать, пойманных атомным ядром. Тот факт, что величина атома и длина волны будут одного порядка, не является уже больше случайностью, но представляется очевидным. Однако мы не знаем еще значений ни той ни другой величины, так как в наших расчетах все еще стоит одна неопределенная постоянная, которую мы называли через a . У нас имеются две возможности, взаимно контролирующие друг друга, для определения этой неизвестной. Во-первых, мы можем выбрать ее так, чтобы внешние проявления атома и прежде всего испускаемые им спектральные линии, как известно, измеренные весьма точно, получались бы в количественном согласии с опытом. Во-вторых, можно выбрать неизвестную величину так, чтобы арена дифракции оказалась совпадающей с размерами атома. Оба эти определения (из которых второе, впрочем, будет гораздо менее точным ввиду неясности понятия «величина атома») вполне согласуются друг с другом. Мы можем, наконец, заметить, что неопределенная постоянная физически имеет на самом деле размерность не длины, но величины действия, т. е. энергии, умноженной на время. В таком случае является весьма естественным подставить для нее значение универсальной постоянной кванта действия Планка, хорошо известное из законов теплового излучения. Оказывается, что при всей

возможной в настоящее время точности мы возвращаемся к первому (наиболее точному) определению.

Таким образом, теория обходится с минимумом новых предположений. В ней содержится единственная произвольная постоянная, которой мы должны придать численное значение, хорошо известное из старой квантовой теории; таким путем мы получаем, во-первых, правильную величину дифракционной площадки, которую мы можем разумным образом отождествить с атомом, и можем, во-вторых, количественно правильно вычислить все проявления атома, испущенный им свет, работу ионизации и т. д.

Я попытался здесь развить перед вами основную идею волновой теории материи в возможно более простой форме. Разрешите мне сознаться теперь, что, следуя стремлению возможной простоты, я несколько приукрасил положение вещей. Это не относится к полноте, с которой были подтверждены экспериментом все, достаточно осторожно сделанные, выводы теории; но речь идет о принципиальной легкости и простоте, с которой все эти следствия были получены. Я не имею здесь в виду трудности математические, всегда в конце концов тривиальные, но именно трудности основных принципов. Конечно, легко заявить, что мы должны перейти от представления траектории к системе волновых поверхностей, перпендикулярных к ней. Но эти волновые поверхности, даже если мы будем рассматривать их небольшой участок, охватывают все же некоторый узкий пучок возможных траекторий и находятся со всеми ними в одинаковом соотношении. Согласно старому представлению одна из этих траекторий выделяется в каждом конкретном случае как «действительная» из всех остальных «просто возможных». В новой теории дело обстоит иначе. Мы сталкиваемся здесь со всей глубиной логической противоположности между случаем: «или – или» (механика точки) и случаем «и – и» (волновая механика).

Дело не обстояло бы так плохо, если бы мы должны были вовсе оставить старую теорию и заменить ее новой. К сожалению, речь идет не об этом. С точки зрения волновой механики бесконечное множество возможных траекторий точки является чем-то фиктивным, ни одна из них не имеет преимущества быть реально осуществленной в каком-либо конкретном случае, но, как я уже упоминал выше, мы во многих опытах действительно наблюдаем пути отдельных частиц. Волновое представление может это объяснить только с большим трудом или вообще не в состоянии дать на это ответ. Нам дьявольски трудно объявить эти следы траекторий, которые мы видим, только узкими пучками, равноправных возможных путей, которые связаны друг с другом волновыми поверхностями. Однако эти связи необходимы, чтобы понять явление дифракции и интерференции, которые можно наглядно продемонстрировать на той же частице с такой же отчетливостью, а не только заключить о них на основании теоретических представлений об атоме.

Хотя дело и обстоит таким образом, что мы в каждом конкретном частном случае можем ответить на вопрос, не впадая в противоречие с какой-либо из двух точек зрения, но мы не можем более оперировать с такими принятыми и как будто необходимыми понятиями, как «действительный» или «только

возможный»; никогда нельзя сказать, что в действительности имеет место или в действительности происходит, но лишь указать, что будет наблюдаться в данном частном случае. Должны ли мы навсегда удовлетвориться подобным положением вещей? Принципиально, конечно, да. Принципиально требование, что точная наука в конце концов должна стремиться к описанию действительно наблюдаемого, вовсе не является новым. Вопросом является лишь то, должны ли мы будем отныне отказаться связывать это описание с какой-либо ясной гипотезой о том, как в действительности устроен мир. Многие хотят уже сегодня заявить об этом отказе. Но мне кажется, что тем самым мы несколько уклоняемся от трудностей.

Я охарактеризовал бы современное состояние наших знаний следующим образом. Луч или траектория частицы отвечают продольной связи процесса распространения (т. е. в направлении распространения), волновая же поверхность соответствует поперечной связи, т. е. перпендикулярно к направлению. Оба способа связи без сомнения являются реальными: один доказывается фотографиями Вильсона, другой – интерференционными опытами. Охватить их единой картиной нам до сих пор еще не удалось. Только в крайних случаях перевешивает поперечная, слоистая, или же, наоборот, лучевая продольная связь настолько, что мы надеемся обойтись при помощи одной волновой или одной корпускулярной картины.

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОНОВ И ПОЗИТРОНОВ

П.А.М. Дирак

Физики-экспериментаторы обнаружили, что материя состоит из маленьких частиц различного сорта, причем частицы каждого сорта в точности подобны друг другу. Некоторые из этих частиц, наверное, являются сложными, т. е. состоят из других частиц более простой природы. Однако существуют другие частицы, сложность которых не была показана до сих пор и, как мы надеемся, никогда не будет доказана, так что мы считаем их элементарными и основными.

На основании общих философских соображений хотелось бы, как кажется на первый взгляд, иметь возможно меньшее число элементарных частиц, лучше всего один сорт, или, в крайнем случае, два, так, чтобы вся материя была построена из них. Однако результаты эксперимента показывают, что основных частиц должно быть больше. В самом деле, число элементарных частиц стремилось довольно катастрофически увеличиваться в течение последних лет.

Пожалуй, такое положение вещей не столь скверно, так как более близкое рассмотрение показывает, что нельзя провести строгого различия между элементарными и сложными частицами. Для интерпретации некоторых новейших экспериментов необходимо предположить, что частицы могут создаваться и уничтожаться. Поэтому, если мы наблюдали какую-либо частицу, вылетевшую из другой, мы не можем с уверенностью утверждать, что

последняя является сложной, так как первая частица могла оказаться созданной вновь. Различие между элементарными и сложными частицами становится поэтому условным. Одного этого соображения достаточно, чтобы принудить нас оставить привлекательную с философской точки зрения мысль, что вся материя построена из одного или может быть двух сортов кирпичиков.

Я хотел бы остановиться здесь на обсуждении более простого сорта частиц и посмотреть, что можно сказать о них на основании чисто теоретических аргументов. Наиболее простыми видами частиц являются: 1. Фотоны, или световые кванты, из которых состоит свет. 2. Электроны и открытые недавно позитроны, являющиеся чем-то вроде зеркального изображения электронов и отличающиеся от последних только знаком электрического заряда. 3. Тяжелые частицы – протоны и нейтроны.

Я буду рассматривать здесь почти исключительно электроны и позитроны не потому, что они наиболее интересны, но потому, что теория для них была развита наиболее полно. В самом деле, вряд ли можно сделать какое-либо теоретическое заключение о свойствах остальных частиц. С одной стороны, фотоны столь просты, что легко укладываются в любую теоретическую схему, так что теория не накладывает каких-либо ограничений на их свойства. Протоны же и нейтроны, с другой стороны, представляются слишком сложными, и до сих пор не было открыто какое-либо надежное основание для построения их теории.

Вопрос, которого мы должны коснуться прежде всего, заключается в том, каким образом вообще теория может дать какие-либо сведения о свойствах элементарных частиц. В настоящее время существует общая система квантовой механики, которую можно применить для описания движения любого сорта частиц, каковы бы ни были свойства последних. Однако эта общая система квантовой механики не пригодна для случая скоростей, сравнимых со скоростью света, когда начинают играть роль эффекты теории относительности. В настоящее время не существует релятивистской квантовой механики (т. е. пригодной в случае больших скоростей), которая могла бы применяться к частицам с произвольными свойствами. Поэтому, подвергая квантовую механику релятивистскому обобщению, мы накладываем тем самым ограничения на свойства частиц. Таким путем мы можем вывести ряд заключений о частицах из чисто теоретических соображений, основанных на общих физических принципах.

Этот метод оказался удачным в случае электронов и позитронов. Следует надеяться, что в будущем аналогичная теория будет построена и для других частиц. Я хочу описать здесь общие черты теории электронов и позитронов, показав, каким путем можно вывести свойства спина («вращения») электрона и заключить о существовании позитронов с подобными же свойствами спина, способных притом уничтожаться при столкновении с электронами.

Мы имеем прежде всего уравнение, связывающее кинетическую энергию W и количество движения p_r ($r = 1, 2, 3$) частицы в релятивистской классической механике:

$$W^2/c^2 - p_r^2 - m^2c^2 = 0. \quad (1)$$

Отсюда возможно получить волновое уравнение квантовой механики, подразумевая под W и p_r операторы $i\hbar/2\pi \cdot \partial/\partial t$ и $-i\hbar/2\pi \cdot \partial/\partial x_r$ и действуя левой частью уравнения на волновую функцию ψ . Теперь мы можем написать волновое уравнение

$$[W^2/c^2 - p_r^2 - m^2c^2]\psi = 0. \quad (2)$$

Вспомнив теперь общее требование квантовой механики, чтобы всякое волновое уравнение было линейным относительно оператора W или $\partial/\partial t$, мы видим, что наше уравнение ему не удовлетворяет. Мы должны заменить его каким-то уравнением, линейным в W , а, чтобы уравнение было релятивистски инвариантным, оно должно быть также линейным относительно p_r . Таким образом, мы приходим к рассмотрению уравнения вида

$$[W/c - \alpha_r p_r - \alpha_0 mc]\psi = 0. \quad (3)$$

Это уравнение включает в себе четыре новые переменные α_r и α_0 , которые являются операторами, действующими на функцию ψ . Мы предположим, что они удовлетворяют следующим условиям:

$$\alpha_\mu^2 = 1; \alpha_\mu \alpha_\nu + \alpha_\nu \alpha_\mu = 0 \text{ для } \mu \neq \nu; \mu, \nu = 0, 1, 2, 3;$$

а также, что α коммутируют со всеми p и W . Эти свойства α делают уравнение (3) до некоторой степени эквивалентным уравнению (2), так как, умножив (3) слева на $W/c + \alpha_r p_r + \alpha_0 mc$, мы получим точно уравнение (2). Новые переменные α , которые мы должны ввести, чтобы получить релятивистское волновое уравнение, линейное в W , дают спин электрона. Из общих принципов квантовой механики легко вывести, что переменные α приводят к значению спинового момента количества движения, равного половине кванта действия, деленного на 2π , и к значению магнитного момента, равного магнетону Бора и направленному против момента количества движения. Эти результаты находятся в полном согласии с экспериментом. На самом деле они и были впервые получены из спектроскопических наблюдений и подтверждены впоследствии теорией.

Величины α приводят также к некоторым совершенно неожиданным явлениям, связанным с движением электрона. Этот вопрос был подробно исследован Шредингером. Оказывается, что электрон, который представляется нам медленно движущимся, в действительности должен проделывать колебательное движение очень большой частоты и малой амплитуды, которое накладывается на наблюдаемое нами равномерное движение. В результате этого колебательного движения скорость электрона всегда равняется скорости света. Это следствие теории не может быть непосредственно проверено экспериментом, так как частота колебательного движения столь высока, а амплитуда столь незначительна. Но мы должны доверять этому следствию теории, так

как другие выводы из нее, неразрывно связанные с только что указанным парадоксальным следствием, как, например, закон рассеяния света электроном, подтверждаются экспериментом.

Наши уравнения обладают еще одним важным свойством, на которое я хотел бы указать здесь и которое привело к предсказанию позитрона. Из уравнения (1) мы видим, что оно допускает для кинетической энергии W или положительные значения, большие mc^2 , или отрицательные значения, меньшие $-mc^2$. Этот результат сохраняет свою силу и при переходе к квантовому уравнению (2) или (3). Таким образом, эти квантовые уравнения, будучи интерпретированы согласно общей схеме квантовой динамики, допускают в качестве возможных результатов измерения кинетической энергии W или какие-либо значения, большие mc^2 , или же значения, меньшие $-mc^2$.

В действительности кинетическая энергия частицы всегда является положительной. Итак, мы видим, что наши уравнения допускают для электрона два вида движения, из которых только один соответствует привычному. Другой вид движения соответствует электронам с весьма странными свойствами; например, более быстрому движению соответствует меньшая энергия; чтобы заставить такой электрон остановиться, нужно придать ему энергию. Можно было бы поэтому попытаться ввести в теорию в качестве нового допущения, что только один из видов движения встречается в действительности. Но это приводит к серьезной трудности, так как мы находим из теории, что электрон под действием возмущения может перейти из состояния движения с положительной энергией в состояние движения с отрицательной энергией. Поэтому, даже если мы предположим, что все электроны в мире находятся вначале в состояниях положительной энергии, через некоторое время часть из них окажется в состояниях отрицательной энергии. Таким образом, допуская состояния отрицательной энергии, теория предсказывает нечто, по-видимому не соответствующее чему-либо известному из эксперимента, но что мы, однако, не можем отбросить просто путем нового предположения. Итак, мы должны найти физический смысл отрицательных состояний.

Более детальное рассмотрение поведения электронов в этих состояниях в электромагнитном поле показывает, что они соответствуют движению электрона с положительным зарядом вместо обычного отрицательного, т. е. тому, что экспериментаторы называют теперь позитроном. Поэтому можно было бы попытаться допустить, что электроны в состояниях отрицательной энергии как раз являются позитронами. Но такое решение вопроса не годится, так как наблюдаемые на опыте позитроны, наверное, не имеют отрицательных энергий. Мы можем, однако, установить связь между электронами в состояниях отрицательной энергии и позитронами иным, значительно менее прямым образом.

Мы воспользуемся принципом Паули, согласно которому в каждом состоянии движения может находиться только один электрон. Допустим теперь, что в известном нам мире почти все состояния отрицательной энергии для электронов заняты как раз одним электроном в каждом состоянии и что равномерное заполнение всех состояний отрицательной энергии является

совершенно ненаблюдаемым для нас. Допустим далее, что какое-либо незанятое состояние отрицательной энергии, будучи отклонением от равномерности, наблюдаемо и как раз является позитроном.

Незанятое состояние отрицательной энергии, или дырка, как мы будем называть его для краткости, будет обладать положительной энергией, так как оно является местом, где имеется недостаток отрицательной энергии. В самом деле, дырка ведет себя совершенно подобно обычной частице, и, отождествив ее с позитроном, мы наиболее разумным способом избавляемся от трудности, связанной с появлением отрицательных энергий в наших уравнениях. С этой точки зрения позитрон является точно зеркальным изображением электрона, имеющим ту же массу, но противоположный заряд. Эти выводы были уже в общих чертах подтверждены экспериментам. Позитрон должен затем иметь такой же, как у электрона, спин, но это заключение не было еще проверено на опыте. На основании нашей теоретической картины мы должны ожидать, что обычный электрон положительной энергии может упасть в дырку и заполнить ее, причем освободившаяся энергия будет выделена в виде электромагнитного излучения. Это будет соответствовать процессу, в котором электрон и позитрон взаимно уничтожаются. Обратный процесс, именно создание электрона и позитрона из электромагнитного излучения, тоже может иметь место. Эти процессы по-видимому были обнаружены экспериментально и в настоящее время исследуются более детально.

Теория электронов и позитронов, которую я только что набросал здесь, является логически замкнутой картиной, которая согласуется со всеми известными экспериментальными фактами. Было бы желательно построить столь же удовлетворительную теорию и для протонов. Пожалуй, можно было бы предположить, что та же самая теория применима и к протонам. Это привело бы к возможности существования отрицательно заряженных протонов, являющихся зеркальным изображением обычных, положительно заряженных. Недавние экспериментальные результаты Штерна, касающиеся спинового магнитного момента протона, противоречат, однако, подобной теории протонов. Так как протон значительно тяжелее электрона, то вполне возможно, что для него требуется значительно более сложная теория, хотя сейчас нельзя сказать, какой она должна быть.

Во всяком случае, я считаю вероятным существование отрицательных протонов, ибо, поскольку мы можем еще опираться на теоретические выводы, между положительным и отрицательным электрическими зарядами имеется полная и совершенная симметрия, и если эта симметрия действительно носит фундаментальный характер, то должно оказаться возможным обращать заряд любого сорта частиц. Конечно, отрицательные протоны будет гораздо труднее обнаружить экспериментально, так как для этого необходима значительно большая энергия, соответственно большей массе.

Если мы станем на ту точку зрения, что полная симметрия между положительным и отрицательным электрическими зарядами является фундаментальным законом природы, то мы должны рассматривать как своего рода случайность, что земля, и, вероятно, вся Солнечная система содержат избыток

обычных отрицательных электронов и положительных протонов. Вполне возможно, что некоторые звезды построены иным путем, именно главным образом из позитронов и отрицательных протонов. Конечно, в мире должно быть одинаковое число звезд каждого сорта. Оба сорта звезд будут иметь в точности одинаковые спектры, и в настоящее время нет возможности различить их какими-либо астрономическими методами.

**FROM THE BOOK “MODERN QUANTUM MECHANICS:
THREE NOBEL REPORTS”**

DOI: 10.22363/2224-7580-2026-2-33-50
EDN: GFGLJU

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА КАК ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕТАФИЗИКА: ПРОБЛЕМА РЕАЛЬНОСТИ И ВРЕМЕНИ

А.Ю. Севальников*

*Институт философии РАН
Российская Федерация, 109240, Москва, ул. Гончарная, д. 12, стр. 1*

Аннотация. В статье рассматривается проблема реальности в квантовой механике в её физическом и метафизическом измерениях. Анализируются исторические предпосылки становления квантовой теории, особенности её математического формализма, а также изменения представлений о наблюдаемом и ненаблюдаемом. Особое внимание уделяется принципу неопределённости, ЭПР-парадоксу, неравенствам Белла, Леггетта и Леггетта – Гарга, а также экспериментам с отложенным выбором и «квантовым ластиком». Показано, что современные эксперименты подтверждают предсказания квантовой механики и ставят под сомнение применимость классического реализма к квантовым объектам. Обосновывается тезис о том, что квантовые объекты не могут быть описаны в терминах классической пространственно-временной онтологии до акта измерения. В этой связи предлагается метафизическая интерпретация квантовой реальности через различение потенциального и актуального, а также через анализ категорий возможности, действительности и времени в традиции Аристотеля, Гегеля и Хайдеггера. Делается вывод о необходимости расширения онтологических и эпистемологических оснований современной физики.

Ключевые слова: квантовая механика, реальность, наблюдение, время, причинность, потенциальность, онтология

Проблема реальности в квантовой механике остаётся одной из наиболее сложных и дискуссионных в современной физике, находясь в центре научного внимания более века. Квантовая теория формирует представление о реальности, существенно отличающееся от классических моделей, разработанных как в физике, так и в западноевропейской философии.

Результаты экспериментов, направленных на проверку фундаментальных оснований квантовой механики, противоречат классическому реализму, согласно которому элементарные объекты обладают определёнными свойствами независимо от акта наблюдения. В квантовой теории предполагается, что такие объекты имеют иной онтологический статус до момента измерения; в частности, они не существуют в пространстве-времени. При этом «несуществование» не означает полного отсутствия бытия, как это утверждается в рамках квантового антиреализма. Речь идёт о признании различных модусов

* E-mail: sevalnicov@rambler.ru

бытия, не сводимых к пространственно-временному, в которых следует рассматривать квантовые объекты.

Современные исследования нередко характеризуют квантовую физику как форму «экспериментальной метафизики», в рамках которой онтологические утверждения получают эмпирическую проверку. На сегодняшний день отсутствуют экспериментальные результаты, противоречащие квантовой теории; напротив, новые данные подтверждают и углубляют её нетривиальные выводы.

Особое значение имеют исследования, связанные с проверкой неравенств Леггетта – Гарга, экспериментами типа «квантового ластика» и другими работами, указывающими на сложные временные корреляции, включая ситуации, в которых различие между причиной и следствием оказывается иным, нежели то, которое укоренилось в рамках современной философии. Подобные эффекты интерпретируются как проявление нелокальности времени и относятся исключительно к квантовой области.

Накопленный экспериментальный материал требует не только физической интерпретации, но и метафизического обоснования. В этой связи анализ понятия реальности приобретает ключевое значение для дальнейшего теоретического осмысления квантовой механики.

В развитии квантовой механики принято различать «старую» и «новую» стадии. Период 1900–1925 гг. рассматривается как этап становления квантовой теории. Его начало связывается с докладом Макса Планка от 14 декабря 1900 г. «О проблеме излучения абсолютно чёрного тела», а завершение – со статьёй В. Гейзенберга «О квантотеоретической интерпретации кинематических и механических соотношений» (29 июля 1925 г.) [1], ознаменовавшей переход к новому этапу развития теории.

Указанная работа выявила ряд проблем, впоследствии приобретших фундаментальный характер. Её появление было обусловлено научным контекстом, сформированным в Мюнхенском университете под руководством Арнольда Зоммерфельда, где Гейзенберг проходил обучение совместно с Вольфгангом Паули. В рамках данного научного семинара рассматривалась задача вывода законов спектра излучения атома водорода, которая на протяжении длительного времени не находила решения. Эти исследования способствовали формированию новых теоретических подходов, положивших начало квантовой механике.

Принципиально значимым является то обстоятельство, что математический аппарат, предложенный Гейзенбергом, не был выведен из заранее сформулированных физических принципов, а носил эвристический характер. В отличие от классической механики, основанной на законах Ньютона, а также теории относительности Эйнштейна, опирающейся на чётко заданные постулаты, квантовая механика на момент своего становления не обладала фундаментальным концептуальным основанием.

Впоследствии были сформированы три эквивалентных математических формализма квантовой теории: матричная механика, волновая механика Шрёдингера и метод континуального интегрирования Фейнмана (1946 г.).

Несмотря на различие используемых математических средств, указанные формализмы приводят к эквивалентным физическим результатам.

Таким образом, одной из ключевых особенностей классической квантовой механики является отсутствие вывода её математического аппарата из более общих принципов. Создатели квантовой механики не располагали системой оснований, из которых могла бы быть дедуцирована её структура. В этом контексте уместно говорить об «уроке квантовой механики» (Дж. А. Уиллер), указывающем на необходимость пересмотра традиционных представлений о соотношении физической теории и её онтологических оснований.

Уже в статье 1925 г., с которой связывается становление новой квантовой механики, В. Гейзенберг в имплицитной форме формулирует методологическую установку, впоследствии получившую интерпретацию как «урок квантовой механики». В более развернутом виде данная проблематика проявляется в его дискуссии с А. Эйнштейном (1926 г.), реконструируемой на основе текста Гейзенберга «Часть и целое», в главе «Квантовая механика и беседа с Эйнштейном».

Анализ указанного источника позволяет выявить как историко-научный, так и концептуальный контекст обсуждения. Речь идёт о докладе Гейзенберга на физическом коллоквиуме Берлинского университета – одном из ключевых научных центров того времени, где работали М. Планк, А. Эйнштейн, М. фон Лауэ и В. Г. Нернст. Представление новой квантовой механики в данной научной среде обусловило постановку вопросов, выходящих за пределы собственно физического описания и затрагивающих философские основания теории.

В ходе последующей беседы с Эйнштейном предметом обсуждения становится отказ от классического представления об электронных орбитах. Данная позиция подвергается Эйнштейном критике с точки зрения классического реализма, апеллирующего к наблюдаемости траекторий частиц (в частности, в камере Вильсона). Тем самым фиксируется противоречие между классическими представлениями о физической реальности и новыми принципами теоретического описания.

В ответ на данное возражение Гейзенберг формулирует следующую позицию: «Орбиты электронов в атоме наблюдать нельзя, – так примерно отвечал я, – но по излучению, исходящему от атома при разрядке, можно непосредственно заключить о частотах колебаний и о соответствующих амплитудах электронов в атоме. Знание всех колебаний и амплитуд в математическом выражении – это ведь и по понятиям прежней физики может служить чем-то вроде эрзаца знания электронных орбит. Поскольку же разумно включать в теорию только величины, поддающиеся наблюдению, мне казалось естественным допустить лишь эти данные, так сказать, в качестве представителей орбит электронов» [2. С. 190–191].

Данная позиция может быть интерпретирована как выражение принципа операционализма, в соответствии с которым в структуру физической теории включаются исключительно наблюдаемые величины. Тем самым осуществляется отказ от классической онтологии, предполагающей существование

объектов с определёнными свойствами независимо от условий наблюдения, и формируется новая эпистемологическая установка, лежащая в основании квантовой механики. Таким образом, анализ рассматриваемого эпизода позволяет зафиксировать переход от классического к неклассическому типу научной рациональности, в рамках которого изменяется как статус теоретических объектов, так и принципы их описания.

С формированием новой квантовой механики в научный оборот вводится различие между «наблюдаемыми» и «ненаблюдаемыми» величинами, которое в 1920–1930-е гг. становится центральным предметом дискуссий и вновь актуализируется в связи с современными экспериментами, направленными на проверку фундаментальных оснований квантовой теории.

В рамках данного подхода, например, Гейзенберг относит такое понятие, как траектория движения электрона в атоме, к числу ненаблюдаемых величин. Это ставит вопрос о содержании самого понятия «ненаблюдаемого», который и становится предметом обсуждения в его дискуссии с А. Эйнштейном. Принципиально важно, что ненаблюдаемость не тождественна несуществованию. Так, элементарные частицы, включая электрон, не поддаются непосредственному наблюдению, однако их онтологический статус в физике не подвергается сомнению.

Вместе с тем в интерпретации Гейзенберга речь идёт не о частице как таковой, а о траектории её движения в атоме. Отказ включать данную величину в теоретическое описание может создавать впечатление отрицания её существования. Именно против такой интерпретации выступает Эйнштейн, апеллируя к экспериментальным ситуациям, в частности к наблюдаемости треков электронов в камере Вильсона.

Тем самым дискуссия между Гейзенбергом и Эйнштейном смещается в эпистемологическую плоскость и затрагивает вопрос о том, какие именно величины – наблюдаемые или ненаблюдаемые – должны составлять основание физической теории. Однако лежащая в её основе онтологическая проблема оставалась нерешённой. На момент обсуждения Гейзенберг не располагал концептуальным аппаратом, позволяющим дать на неё исчерпывающий ответ; он появился лишь в 1927 г. с введением принципа неопределённости.

Из принципа неопределённости следует, что точное определение одной из сопряжённых величин (например, координаты частицы) делает невозможным одновременное точное задание другой (импульса), и наоборот. Дальнейшее развитие этого положения приводит к принципиальному выводу: параметры квантовой системы, соответствующие некоммутирующим операторам, не могут рассматриваться как обладающие определёнными значениями до акта измерения. Данная проблематика была впервые систематически проанализирована А. Эйнштейном в совместной работе с Б. Подольским и Н. Розеном «Можно ли считать квантовомеханическое описание реальности полным?» (1935 г.).

В указанной работе формулируется критика стандартной интерпретации квантовой механики и утверждается, что «если количество движения частицы известно, то её координата не имеет физической реальности» [3. С. 606].

Авторы в результате формулируют альтернативу: «или 1) квантовомеханическое описание реальности неполно, или 2) когда операторы, соответствующие двум физическим величинам, не коммутируют, эти две величины не могут быть одновременно реальными» [3. С. 606].

Тем самым ставится под сомнение полнота описания физической реальности при помощи волновой функции. В заключительной части статьи авторы указывают на нелокальность квантово-механического описания реальности, с чем они не могут согласиться: «...реальность Р и Q ставится в зависимость от процесса измерения, производимого над первой системой, хотя этот процесс никоим образом не влияет на вторую систему. Никакое разумное определение реальности не должно, казалось бы, допускать этого» [Там же].

Эйнштейн, рассматривая две альтернативы, сформулированные в статье, склонялся к первому из указанных выводов, предполагая неполноту квантовой механики. Однако последующее развитие экспериментальной физики, включая исследования второй половины XX – начала XXI в., не выявило противоречий с квантовой теорией и, напротив, подтвердило её предсказания. Это приводит к выводу о том, что квантовые объекты не могут быть интерпретированы как обладающие определёнными свойствами в классическом пространственно-временном смысле до акта измерения.

В данном контексте показательно высказывание В. Гейзенберга о том, что «атомы не вещи», они обладают иным онтологическим статусом. Сходную позицию развивает Г.-П. Дюрр в работе *Es gibt keine Materie!* (2012) [22], название которой носит полемический характер и акцентирует необходимость пересмотра традиционных представлений о материи.

Таким образом, возникает парадоксальная ситуация: микроскопические объекты, составляющие макроскопические тела, обладают иным модусом существования, нежели сами макрообъекты. Это противоречит как интуициям классической физики, так и положениям новоевропейской философии и требует разработки новой онтологической и эпистемологической рамки.

Дополнительную остроту данной проблематике придают современные эксперименты, в частности проверки неравенств Леггетта – Гарга и так называемые «опыты с квантовым ластиком». Их результаты свидетельствуют о наличии нетривиальных временных корреляций, при которых результаты измерений могут зависеть от последующих экспериментальных условий. В ряде случаев фиксируются ситуации, в которых изменение условий в более поздний момент времени приводит к переинтерпретации ранее полученных результатов, причём соответствующие события не связаны классической причинно-следственной зависимостью. Данные эффекты требуют специального анализа и будут рассмотрены далее.

Современное состояние исследований в области квантовой механики всё чаще характеризуется как этап «экспериментальной метафизики», в рамках которого вопросы, традиционно относимые к философии, такие как природа реальности, статус существования и несуществования, а также направленность («стрела») времени, становятся предметом экспериментальной

проверки. В связи с этим в последние годы наблюдается значительный рост числа работ, посвящённых данной проблематике.

Обобщая результаты современных экспериментов, можно выделить несколько ключевых положений. Во-первых, все проведённые на сегодняшний день эксперименты подтверждают предсказания квантовой механики. Во-вторых, полученные данные свидетельствуют о несостоятельности метафизических установок классического реализма применительно к квантовым объектам. В частности, опровергается тезис о том, что физические объекты обладают определёнными свойствами в пространстве и времени независимо от процедуры измерения, а также положение о невозможности дальнего действия и мгновенных корреляций между пространственно разделёнными системами.

Особый интерес представляют эксперименты с отложенным выбором и так называемые «опыты с квантовым ластиком», каждый из которых направлен на анализ специфических аспектов квантовой реальности. Вместе с тем ключевую роль в эмпирической проверке фундаментальных положений квантовой теории сыграли эксперименты по проверке неравенств Белла, активно развивавшиеся начиная с 1980-х гг. К 2015 г. были реализованы серии экспериментов, в которых устранены основные методологические «лазейки», допускавшие классическую интерпретацию результатов [4. Р. 14].

Обобщённый вывод этих исследований заключается в следующем: для квантовых систем оказываются неприменимыми либо принципы классического реализма, либо принцип локальности, либо оба одновременно. Экспериментально установлено существование нелокальных (мгновенных) корреляций между «запутанными» квантовыми частицами; при этом передача классической информации со скоростью, превышающей скорость света, остаётся невозможной.

Нарушение неравенств Белла фактически даёт ответ на дилемму, сформулированную в рамках ЭПР-парадокса: либо квантово-механическое описание реальности является неполным, либо некоммутирующие величины не могут одновременно обладать физической реальностью. Экспериментальные данные свидетельствуют в пользу полноты квантово-механического описания и, в частности, исключают возможность введения локальных скрытых параметров.

Однако из этого непосредственно не следует окончательный отказ от реалистической интерпретации: теоретически допустима модель нелокальной реальности, в рамках которой свойства квантовых объектов сохраняют существование в пространстве-времени. Для проверки данной возможности были предложены неравенства Леггетта, направленные на тестирование более широкого класса реалистических теорий [5].

Результаты соответствующих экспериментов демонстрируют нарушение неравенств Леггетта [6], что существенно усиливает выводы, полученные ранее. Таким образом, проблема не сводится к нелокальности квантовых корреляций: под сомнение ставится сама применимость классического понятия реальности к квантовым объектам и их свойствам.

Следовательно, совокупность экспериментальных данных приводит к более радикальному заключению: классическая онтология, предполагающая существование физических свойств независимо от акта измерения, не может быть сохранена в рамках квантовой теории.

Квантовая теория формулирует ряд положений, принципиально противоречащих классическим представлениям о движении и свойствах физических объектов. В квантовой механике отсутствует понятие определённой траектории частицы в классическом смысле. В рамках классической физики движение объекта может быть описано через однозначную траекторию с параметрами, выражаемыми вещественными числами. В квантовой теории до акта измерения невозможно приписать системе определённые значения физических величин такого типа.

Для эмпирической проверки данного положения были предложены неравенства Леггетта – Гарга, направленные на тестирование возможности классического (макрореалистического) описания эволюции квантовой системы [7. Р. 857]. Эти неравенства устанавливают ограничения, которым должна удовлетворять система при условии наличия определённых значений, наблюдаемых в каждый момент времени и отсутствия влияния измерения на её динамику. Экспериментальные проверки показали нарушение неравенств Леггетта – Гарга, что исключает возможность описания квантовой эволюции в терминах классической траектории, локального реализма или скрытых параметров [8].

Существенное значение для понимания природы квантовой реальности имеет двухщелевой эксперимент, традиционно интерпретируемый как демонстрация корпускулярно-волнового дуализма. Однако подобная интерпретация является упрощённой. В классической постановке эксперимента поток квантовых частиц проходит через экран с двумя щелями и регистрируется на детекторе, где наблюдается интерференционная картина, характерная для волновых процессов. При закрытии одной из щелей интерференция исчезает, что обычно трактуется как свидетельство двойственной природы квантовых объектов.

Анализ показывает, что данная картина не может быть адекватно описана в терминах классических волн. Речь идёт не о физических волнах в пространстве, а о волновой функции, обладающей иным онтологическим статусом. В этой связи центральной становится проблема её онтологической интерпретации. Принципиально важным является то обстоятельство, что интерференционная картина исчезает не только при физическом закрытии одной из щелей, но и в случае, когда в эксперименте реализована возможность получения информации о пути частицы, даже если измерение фактически не осуществляется. Таким образом, наблюдаемый результат оказывается зависимым от самой возможности измерения.

Данное обстоятельство указывает на фундаментальную роль процедуры измерения в квантовой механике и свидетельствует о несводимости квантового описания к классическим представлениям. В этом контексте показательным высказывание Н. Бора о том, что отсутствие концептуальных

трудностей при интерпретации подобных экспериментов свидетельствует о недостаточном понимании их физического содержания.

В связи с изложенными результатами возникает вопрос о механизме влияния измерительной процедуры на свойства квантовой системы: каким образом частица «реагирует» на наличие измерительного устройства и на каком этапе определяется её наблюдаемое поведение. Для прояснения данной проблемы Дж. Уилером был предложен эксперимент с отложенным выбором [9]. Концептуально данный эксперимент направлен на установление зависимости между моментом принятия решения о типе измерения (корпускулярного или волнового) и поведением квантового объекта. В частности, предполагается варьирование временного интервала между моментом выбора способа измерения и моментами прохождения частицей экспериментальной установки, что позволяет поставить вопрос о том, когда именно формируются наблюдаемые свойства системы. Следует отметить, что стандартный двухщелевой эксперимент не даёт возможности однозначно разрешить данную проблему.

Содержательно схема эксперимента с отложенным выбором предполагает, что решение о характере измерения принимается после того, как квантовая частица уже прошла область (две щели), в которой в классическом описании должно было бы определиться её поведение. Тем самым исключается возможность интерпретации результатов в терминах предсуществующих свойств частицы. Основной вывод, сформулированный Уилером, заключается в том, что квантовые явления не могут быть адекватно описаны в рамках корпускулярно-волнового дуализма. Они представляют собой особый тип феноменов, несводимый ни к классической картине частиц, ни к волновому описанию, ни к их комбинации.

В этой связи Уилер формулирует так называемый «основной урок квантовой механики»: «Никакой квантовый феномен не может считаться таковым, пока он не является регистрируемым (наблюдаемым) феноменом».

Данный вывод концептуально согласуется с результатами анализа ЭПР-парадокса и последующих экспериментальных исследований [10. Р. 966–968]. Он указывает на то, что квантовый объект не обладает определёнными свойствами в классическом смысле до процедуры измерения, а его физические характеристики актуализируются в процессе взаимодействия с измерительным устройством.

Среди различных типов квантовых экспериментов особое значение имеют эксперименты с так называемым «квантовым ластиком» [11]. Их анализ позволяет уточнить роль информации и измерения в формировании наблюдаемых свойств квантовых систем.

В рамках модифицированного двухщелевого эксперимента показано, что регистрация информации о пути частицы (например, с помощью детекторов у щелей) приводит к исчезновению интерференционной картины. Однако при последующем «стирании» этой информации интерференция может быть восстановлена. Это указывает на то, что результат эксперимента определяется не только фактом измерения, но и наличием или отсутствием информации о системе. Данные эксперименты демонстрируют возможность обратимости

некоторых аспектов измерительного процесса. В отличие от стандартного представления о необратимом коллапсе волновой функции «квантовый ластик» показывает, что при определённых условиях возможно восстановление зафиксированного состояния. Ещё более радикальные выводы следуют из экспериментов по «квантовому ластiku с отложенным выбором» [12]. Оказывается, что зафиксированный результат измерения можно изменить «из будущего». В этих схемах решение о характере обработки информации принимается после регистрации частицы, причём в пространственно удалённой области. Так, в одном из экспериментов, реализованном на расстоянии 144 км, регистрация одного фотона сопровождалась последующей манипуляцией с коррелированным (запутанным) фотоном, что влияло на интерпретацию результатов измерения первого [13]. При этом временной интервал между регистрацией и выбором способа измерения составлял сотни микросекунд.

Подобные результаты ещё не свидетельствуют о прямом влиянии будущего на прошлое в классическом смысле, однако однозначно указывают на существование нетривиальных временных корреляций в квантовых системах. В частности, они могут интерпретироваться как проявление нелокальности не только в пространстве, но и в структуре временных связей. Альтернативно такие эффекты могут рассматриваться как отражение того, что свойства квантовой системы актуализируются не в момент «события» как такового, а в более широком контексте экспериментальной конфигурации – в конечном итоге, когда «квантовое событие» полностью завершено. В целом это требует переосмысления как самого понятия времени, так и понятия причинности. Таким образом, эксперименты типа «квантового ластика» существенно углубляют понимание взаимосвязи между измерением, информацией и онтологическим статусом квантовых объектов, одновременно демонстрируя ограниченность классических представлений о причинности и реальности.

Рассматривая проблему наблюдения в квантовой механике, В. Гейзенберг подчёркивал необходимость различения потенциального и актуального. Тем самым обсуждение непосредственно выходит в область метафизики, где проблема соотношения возможного (потенциального) и действительного (актуального) восходит к аристотелевской традиции и занимает центральное место в онтологии.

Идея различения модусов бытия – потенциального и актуального – оказывается методологически продуктивной для интерпретации квантовых явлений. В этой связи возникает вопрос о характере перехода от потенциального состояния системы к её наблюдаемому актуальному состоянию, а также о роли наблюдения в данном процессе.

Дополнительную сложность представляет вопрос о статусе квантовой реальности вне наблюдения, в частности в условиях отсутствия наблюдателя. Различные интерпретации предлагают противоположные ответы: от утверждения независимого существования физической реальности до отрицания осмысленности подобных утверждений вне контекста измерения.

Переход от потенциального к актуальному в квантовой механике имеет принципиально неклассический характер. В рамках стандартного формализма он описывается посредством редукции волновой функции, представляющей собой дискретный переход, не выводимый из уравнений динамики. Таким образом, в структуре теории фиксируется разрыв между эволюцией системы, описываемой в терминах комплекснозначных величин, и результатами измерения, выражаемыми действительными значениями наблюдаемых. Попытки устранить данный разрыв в рамках единого непрерывного описания, в том числе в интерпретациях, основанных на универсальности волновой функции, сталкиваются с проблемой интерпретации её онтологического статуса.

В этой связи возникает вопрос о том, что именно описывает волновая функция: физическое состояние в классическом смысле или особую форму потенциального бытия, несводимую к актуализированным наблюдаемым величинам. Далее встаёт другой вопрос: если волновая функция обладает определённым бытием, то носит ли оно онтологический или эпистемологический характер? Не буду останавливаться на деталях; укажу лишь, что эксперименты не подтверждают эпистемологического характера волновой функции (см., например, [14; 15]).

Следующий аспект связан с интерпретацией соотношения потенциального и актуального в терминах квантовой теории. В формализме квантовой механики вероятность обнаружения системы в заданном состоянии, описываемом волновой функцией $\psi(r, t)$, определяется квадратом её модуля:

$$dW = \psi(r, t)\psi^*(r, t)dV,$$

где ψ^* – комплексно-сопряжённая функция. Соответственно, ненаблюдаемое состояние системы описывается волновой функцией (или оператором в гейзенберговском представлении), тогда как наблюдаемые величины выражаются через действительные значения, получаемые из $|\psi|^2$.

Данное соотношение указывает на принципиальную двойственность описания: комплекснозначная структура, характеризующая потенциальное состояние системы, при переходе к наблюдаемым величинам преобразуется в действительные значения вероятностей. В философском плане это может быть интерпретировано как переход от потенциального к актуальному, сопровождающийся преобразованием структуры описания.

Возникновение наблюдаемого состояния в квантовой механике имеет дискретный характер (скачок) и в стандартной интерпретации связано с редукцией волновой функции. С точки зрения наблюдателя отдельные квантовые события (например, распад радиоактивного ядра или регистрация частицы на детекторе) проявляются как случайные. Это обстоятельство исторически интерпретировалось как свидетельство индетерминизма квантовой теории.

Однако более корректным представляется рассматривать данную ситуацию не как отказ от причинности, а как необходимость её переосмысления. Классическое новоевропейское понимание причинности, основанное

преимущественно на действующей причине, оказывается недостаточным для описания квантовых процессов. В этой связи актуализируется более широкая концепция причинности, восходящая к аристотелевской традиции и включающая различные типы причинных оснований.

На наш взгляд, онтологическую структуру реальности наиболее адекватно описывает тетрактида – некая четверица, составленная из двух пар противоположных начал. Эта четверица, намеченная уже у Аристотеля, используется и Гегелем, а впоследствии и Хайдеггером. Она логично объединяет четыре модуса бытия, четыре формы времени и четыре формы причинности. Модусы бытия представлены парами: бытие – небытие (меон) и действующее начало – бытие актуальное. Бытие связывается с формой вечного времени, меон – с формой настоящего времени, действующее начало – с формой будущего времени, а бытие актуальное – с формой прошедшего времени, а не настоящего, как могло бы показаться на первый взгляд. В своё время на это указывал А.Ф. Лосев, трактуя Гегеля.

На наш взгляд, квантовая механика не столько устраняет причинность, сколько требует её расширенного философского осмысления, учитывающего множественность модусов бытия и соответствующих им форм причинной обусловленности, о чём мы кратко говорили выше. В целом эта тетрактида представляет собой развёрнутую триаду понятий классической метафизики: необходимое – возможное – действительное. Возможное само по себе двойственно: это всегда пара – активная и пассивная возможность. Данная пара обнаруживается не только в западной метафизике, но и в китайской традиции (концепция инь-ян), а также в индийской философии (Пуруша и Праkritи).

Ещё раз обратимся к модусам бытия. Вторая пара противоположных начал представлена категориями возможного и действительного. Возможное трактуется как источник движения, «находящийся в ином и само являющееся иным», и соотносится с действующей причиной. В этом качестве оно связано с направленностью в будущее, выступая как принцип становления. Это и есть аристотелевское понятие «дьюнамис». Его можно соотнести с активной возможностью, которая воздействует на меон, то есть на неоформленное бытие, в результате чего возникает бытие действительное. Заметим, что здесь проявляется формальная сторона квантовой механики: оператор действует на волновую функцию, в результате чего получается определённое (действительное) значение наблюдаемой величины.

Действительное представляет собой осуществлённость и соотносится с целевой причиной, что позволяет связать его с формой прошлого времени. Подобная интерпретация восходит к классической философской традиции, представленной, в частности, у Гегеля и Лосева.

Центральное значение для анализа времени имеет понятие настоящего. Вопрос о природе времени сводится, по существу, к интерпретации настоящего момента времени. Классическое определение Аристотеля – «время есть число движения по отношению к предыдущему и последующему» («Физика», 219b) требует интерпретации в контексте современной проблематики.

В данном определении фиксируется связь времени с движением и, шире, с изменением.

С этой точки зрения время не может рассматриваться как самостоятельная сущность, отделённая от физических процессов. Оно не существует вне событий и изменений материального мира. Данная позиция получает дальнейшее развитие в философии Гегеля, где время интерпретируется как форма становления, неотделимая от реальности: «не во времени всё возникает и преходит, а само время есть это становление...» («Философия природы», § 258).

Таким образом, время обладает реляционным характером и неразрывно связано с процессами изменения. В гегелевской трактовке выявляется его антиномическая природа: реальное, с одной стороны, отличается от времени, а с другой – тождественно ему. Это указывает на внутреннюю противоречивость самой категории времени.

В истории философии предложено несколько типов его интерпретации: циклическое и линейное, реляционное и субстанциальное, динамическое и статическое, непрерывное и дискретное. Рассматриваемый подход предполагает синтез указанных характеристик в рамках единой концептуальной схемы. В силу ограничений объёма далее акцент будет сделан лишь на ключевых аспектах данной конструкции.

В рамках анализа природы времени существенное значение имеет противопоставление реляционного и субстанциального подходов. Современная физика убедительно демонстрирует реляционный характер времени, проявляющийся в его зависимости от физических процессов и состояний систем. Однако данный уровень описания относится к сфере проявленного, тогда как вопрос о происхождении времени требует обращения к метафизическим основаниям.

С точки зрения метафизики исток времени связывается с абсолютным началом. Уже у Платона время определяется как «подвижный образ неподвижной вечности», что указывает на его производный характер по отношению к вечному. В дальнейшем данная линия получает развитие в философии Гегеля, где время рассматривается в контексте развертывания духа через процесс самоотрицания и полагания инобытия.

В гегелевской системе природа интерпретируется как форма инобытия идеи, как её внешнее существование. Соответственно, становление мира во времени связано с процессом «впадения духа во время», то есть с переходом от абсолютного к его внешнему проявлению. В этом смысле время выступает как форма осуществления духа в инобытии.

Анализ данной концепции получает критическое осмысление в философии М. Хайдеггера. В § 82 «Бытия и времени» он указывает, что у Гегеля историческое развитие духа мыслится как протекающее во времени, однако остаётся неясным, каким образом возможно само «впадение» духа во время. Хайдеггер подчёркивает, что, несмотря на попытку Гегеля установить структурное родство духа и времени через категорию отрицания отрицания, происхождение времени остаётся непрояснённым. В результате время выступает

как нечто данное по отношению к духу, что сохраняет онтологическую неопределённость их взаимосвязи (см. [16. С. 19–20, 49–50; 17. С. 428, 435]).

Тем самым выявляется фундаментальная трудность: с одной стороны, время мыслится как производное от абсолютного, с другой – как необходимое условие его проявления. Данная антиномия указывает на ограниченность как чисто реляционного, так и чисто субстанциального подходов и требует их синтеза в более общей онтологической перспективе.

Традиционная метафизика опирается на триаду категорий: необходимое – возможное – действительное. При этом категория возможного выполняет функцию опосредования между необходимым и действительным и выступает в качестве своего рода «среднего термина». Возможное, с одной стороны, противопоставляется необходимости, а с другой – служит переходным звеном к действительности. В этом смысле необходимое сохраняет трансцендентный статус по отношению к возможному, тогда как действительное представляет собой результат его осуществления.

В классических интерпретациях, в частности в неоплатонической традиции, данный переход нередко описывался в терминах эманации, где действительное мыслится как «истечение» из возможного. В этом случае действительность интерпретируется как форма саморазвертывания или самополагания возможного. В гегелевской философии, напротив, предлагается иная схема, восходящая к традиционной метафизике, но переосмысляющая её в терминах диалектики. Уже понятие возможного как «начало движения, находящееся в ином или само являющееся иным» (Аристотель, «Метафизика», V, 12), фиксирует принцип двойного отрицания: возможность определяется через «иное» по отношению как к своему источнику, так и к своему результату. Сходная характеристика обнаруживается и в аристотелевском понимании времени, которое определяется как всегда «иное и иное» (Аристотель, «Физика», 215a). Эта структура двойственной *иного* впоследствии получает развитие в диалектике Гегеля и становится предметом анализа у Хайдеггера.

Возможное, таким образом, выполняет двойную функцию: оно связано с трансцендентным основанием (эйдетическим бытием) и одновременно выступает как «иное» по отношению к реализованной действительности, которая может быть понята как завершённость или осуществлённость (энтелехия). Будучи определённым через инаковость, возможное порождает действительное посредством своего рода самоотрицания.

В философии Хайдеггера данный переход интерпретируется как «перепад» или разрыв между различными модусами бытия. Возникновение действительного носит дискретный характер и не сводится к непрерывному переходу. Подобная структура позволяет интерпретировать квантовые процессы как проявление аналогичного разрыва: наблюдаемое состояние возникает не как результат плавной эволюции, а как акт актуализации, имеющий характер скачка, для нас кажущийся случайным, но в действительности являющийся целостным процессом, жёстко детерминированным вечным, эйдетическим началом.

Таким образом, течение времени может быть связано с данным переходом между модусами возможного и действительного, что указывает на его фундаментально неклассический, дискретный и антиномический характер.

Ключ к пониманию времени в рассматриваемом подходе связан с диалектической структурой бытия, прежде всего с принципом «отрицания отрицания», который одновременно разделяет и связывает два противоположных горизонта – вечное и проявленное. Именно в этой перспективе раскрывается связь времени с процессом становления.

Аристотель определяет время как «число движения по отношению к предыдущему и последующему» («Физика», 219b); при этом само движение, точнее его начало, характеризуется через категорию возможности: «возможностью (или способностью) называется начало движения, которое находится в ином или само есть иное» («Метафизика», V, 12). Сопоставление этих определений позволяет интерпретировать время как количественную характеристику изменения, имеющего структуру инаковости.

В этом контексте движение понимается не только как физическое перемещение, но прежде всего как актуализация, то есть процесс становления сущего. Актуализация носит динамический характер и неразрывно связана со временем. В этом отношении время может быть понято как «число становления» (в гегелевской интерпретации) или как структура актуализации (в терминах хайдеггеровского анализа).

Рассмотрение времени в рамках метафизической тетрактиды позволяет интерпретировать его как производное от более фундаментальных онтологических оснований. В этом смысле мгновение выступает как точка пересечения вечного и временного, отражая присутствие неизменного в изменяющемся. Подобное понимание соотношения времени и вечности имеет глубокие корни в философской традиции.

Так, в работах Ханса Урса фон Бальтазара подчёркивается, что время не является самодостаточной реальностью, а существует в соотнесённости с вечностью, которая одновременно учреждает и ограничивает его: «Чтобы время могло длиться, в него внедряется Божия вечность... Трансцендентность этой имманентно входящей во время вечности позволяет ей в любой момент актуализировать себя в нём как иное и вечное...» [18. С. 40–41].

Таким образом, время предстаёт как антиномическая структура, в которой сочетаются трансцендентное и имманентное, непрерывность и разрыв, становление и завершённость. Это позволяет рассматривать его не как самостоятельную субстанцию, а как форму проявления более глубоких онтологических процессов.

В контексте анализа природы времени представляется значимой позиция М. Хайдеггера о том, что исходные философские определения могут содержать смыслы, выходящие за пределы первоначального замысла. В этом отношении аристотелевское определение времени как «числа движения по отношению к предыдущему и последующему» («Физика», 219b) допускает более глубокую интерпретацию.

Особого внимания требует понятие «числа» ($\alpha\rho\iota\theta\mu\acute{o}\varsigma$), которое в греческом контексте связано не только с количественным измерением, но и с идеями ритма, соразмерности и упорядоченности. Тем самым время может быть интерпретировано не просто как количественная характеристика движения, но как структурированная форма становления, обладающая внутренней ритмикой.

Данный подход позволяет соотнести различные концепции времени – реляционную и субстанциальную, линейную и циклическую. В физическом мире время проявляется как линейное и направленное, что связано с его укоренённостью в процессе осуществления (энтелехии). Как отмечает М. Хайдеггер, невозможность «обращения» времени обусловлена его экзистенциальной направленностью к завершению [18. С. 426].

Современные экспериментальные исследования в квантовой механике придают данной проблематике новое измерение. В частности, рассмотренные выше эксперименты с «квантовым ластиком» и проверка неравенств Леггетта – Гарга демонстрируют существование нетривиальных временных корреляций, при которых результаты измерений оказываются зависимыми от условий, задаваемых в более поздние моменты. При этом соответствующие события не связаны классической причинно-следственной зависимостью.

Подобные эффекты не свидетельствуют о нарушении причинности или «обратном течении времени», однако указывают на более сложную структуру временных отношений. Они могут быть интерпретированы как проявление глубокой реляционности времени, в которой настоящее соотнесено не только с прошлым, но и с будущим.

В этом контексте аристотелевское определение времени приобретает дополнительный смысл: «число движения» определяется через отношение к «предыдущему и последующему», что указывает на фундаментальную зависимость настоящего от целостной временной структуры. Подобная интерпретация оказывается созвучной современным подходам к «квантовому времени», в частности моделям, развиваемым в работах С. Ллойда, хотя их концептуальное содержание не совпадает полностью.

Таким образом, совмещение классической метафизики и современных квантовых исследований позволяет выявить более сложное, антиномическое понимание времени, выходящее за рамки как чисто физического, так и традиционного философского описания.

Одной из интерпретаций эффекта «квантового ластика» является гипотеза обратного хода времени и ретропричинности. Идея обратимого времени имеет длительную историю: она обсуждалась в классической электродинамике, получила развитие в квантовой теории в связи с работами П. Дирака и была проанализирована Г. Рейхенбахом в контексте проблемы направления времени. В квантовой электродинамике концепция двунаправленного времени была предложена в рамках теории взаимодействия частиц Дж.А. Уилера и Р. Фейнмана. В современной литературе данные идеи используются для интерпретации квантовых корреляций, включая результаты экспериментов, связанных с неравенствами Белла. Так, М.С. Лейфер и М.Ф. Пьюзи предложили

модель, в которой допускается ретропричинное влияние измерения на предшествующее состояние системы, что достигается посредством симметричного рассмотрения пространственно-временных параметров (см. [19]).

С точки зрения философии такая теория не нова. Представление о потоке времени, направленном из будущего в прошлое, уже использовал бл. Августин в своей «Исповеди» (кн. XI). Сходные идеи были высказаны М. Хайдеггером в докладе «Понятие времени» (1924). В нём он прямо говорит: «Происшествия суть во времени; это не означает, что они имеют время, но, происходя и присутствуя [*daseiend*], они встречаются как проходящие насквозь через некоторое настоящее. Всё происходящее выкатывается из бесконечного будущего в безвозвратное прошлое» [20. С. 90].

Тем не менее введение ретропричинности сталкивается с рядом принципиальных возражений. В частности, специальная теория относительности допускает существование событий, пространственно-временной интервал между которыми исключает возможность причинного взаимодействия. Именно такие конфигурации реализуются в экспериментах типа «квантового ластика», что делает проблематичным введение направленной «обратной» стрелы времени. Если и пытаться ввести подобный ход времени, то он должен протекать мгновенно из будущего в прошлое. Вместе с тем существуют экспериментальные указания на то, что ситуация может быть иной: в марте 2018 г. были опубликованы результаты, свидетельствующие в пользу одновременной «смеси», суперпозиции причины и следствия в квантовой области.

Дополнительные экспериментальные данные, в частности результаты 2018 г., указывают на возможность квантовой суперпозиции причинно-следственных связей, при которой различие между причиной и следствием оказывается неопределённым [21]. Это позволяет предположить, что в квантовой области традиционное понятие временной направленности утрачивает применимость.

В рамках рассматриваемого подхода время возникает как результат перехода от потенциального к актуальному, сопровождающегося разрывом между различными модусами бытия. Тем самым временность может быть интерпретирована как производная структура, отражающая процесс актуализации и связанную с ним диалектику перехода.

Литература

1. *Heisenberg W.* Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen // *Zeitschrift für Physik*. 1925. 33. S. 879–893.
2. *Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое. Москва : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1989.
3. *Эйнштейн А., Подольский Б., Розен Н.* Можно ли считать квантовомеханическое описание реальности полным? // *Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Том III.* Москва : Наука, 1966.
4. *Merali Z.* Quantum “spookiness” passes toughest test yet // *Nature*. 2015. Vol. 525 (7567).
5. *Leggett A.J.* Nonlocal hidden-variable theories and quantum mechanics: An incompatibility theorem // *Foundation of Physics*. 2003. Vol. 33, no. 10. P. 1469–1493.

6. *Romero J. et al.* Violation of Leggett inequalities in orbital angular momentum subspaces // *New Journal of Physics*. 2010. Vol. 12, no. 12. P. 123007.
7. *Leggett A.J., Garg A.* Quantum mechanics versus macroscopic realism: Is the flux there when nobody looks? // *Physical Review Letters*. 1985. Vol. 54, no. 9. P. 857–860.
8. *Robens C. et al.* Ideal negative measurements in quantum walks disprove theories based on classical trajectories // *Physical Review*. 2015. Vol. 5, no. 1. P. 011003.
9. *Wheeler J.A.* *Quantum Theory and Measurement* / J.A. Wheeler, W.H. Zurek (eds.) 1984. P. 182–213.
10. *Jacques V. et al.* Experimental realization of Wheeler's delayed-choice gedanken experiment // *Science*. 2007. Vol. 315 (5814). P. 966–968.
11. *Ma X., Kofler J., Zeilinger A.* Delayed-choice gedanken experiments and their realizations // *arXiv preprint arXiv:1407.2930*. 2014.
12. *Yoon-Ho Kim, Yu R., Kulik S.P., Shih Y.H., Scully Marlan O.* A Delayed “Choice” Quantum Eraser // *Physical Review Letters*. 2000. Vol. 84, no. 1. P. 1–5. doi: 10.1103/PhysRevLett.84.1.
13. *Ma X. et al.* Quantum erasure with causally disconnected choice // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2013. Vol. 110 (4). P. 1221–1226.
14. *Pusey M. F., Barrett J., Rudolph T.* On the reality of the quantum state // *Nature Physics*. 2012. Vol. 8 (6).
15. *Ringbauer M., Duffus B., Branciard C. et al.* Measurements on the Reality of the Wavefunction // *Nature Physics*. 2015. Vol. 11. P. 249–254.
16. *Гегель Г.В.Ф.* Сочинения. Т. II. Философия природы. Москва ; Ленинград, 1932.
17. *Хайдеггер М.* Бытие и время. Москва : Ad Marginem, 1997.
18. *Бальтазар Ханс Урс фон.* Целое во фрагменте. Москва : Истина и жизнь, 2001.
19. *Matthew Leifer, Matthew Pusey.* Is a time symmetric interpretation of quantum theory possible without retrocausality? // *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 2017. Vol. 473. Article no. 20160607. URL: arXiv:1607.07871
20. *Хайдеггер М.* Понятие времени: доклад перед Марбургским теологическим обществом, июль 1924 // 'Ερμηνεία. Журнал философских переводов. 2015. №1 (7). С. 90.
21. *Goswami K., Giarmatzi C., Kewming M., Costa F., Branciard C., Romero J., White A.G.* Indefinite Causal Order in a Quantum Switch // *Physical Review Letters*. 2018. Vol. 121. Article no. 090503. DOI: 10.1103/PhysRevLett.121.09050322.
22. *Дюрр Г.-П.* Материи не существует! / пер. с нем. И.А. Рыбаковой. Москва : Директ-Медиа, 2022. 72 с.

QUANTUM MECHANICS AS EXPERIMENTAL METAPHYSICS: THE PROBLEM OF REALITY AND TIME

A.Yu. Sevalnikov*

*Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences
12/1 Goncharnaya St, Moscow, 109240, Russian Federation*

Abstract. This article addresses the problem of reality in quantum mechanics in both its physical and metaphysical dimensions. It analyses the historical preconditions for the emergence of quantum theory, the distinctive features of its mathematical formalism, and the transformation of

* E-mail: sevalnicov@rambler.ru

concepts concerning the observable and the unobservable. Particular attention is devoted to the uncertainty principle, the EPR paradox, Bell's inequalities, the Leggett and Leggett–Garg inequalities, as well as delayed-choice and “quantum eraser” experiments. It is demonstrated that contemporary experiments confirm the predictions of quantum mechanics and call into question the applicability of classical realism to quantum objects. The paper substantiates the thesis that quantum entities cannot be described in terms of classical spatio-temporal ontology prior to the act of measurement. In this context, a metaphysical interpretation of quantum reality is proposed through the distinction between the potential and the actual, as well as through an analysis of the categories of possibility, actuality, and time within the traditions of Aristotle, Hegel, and Heidegger. The study concludes by arguing for the necessity of expanding the ontological and epistemological foundations of modern physics.

Keywords: quantum mechanics, reality, observation, time, causality, potentiality, ontology

DOI: 10.22363/2224-7580-2026-2-51-59
EDN: GFWLCZ

ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

А.А. Печенкин*

*Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН
Российская Федерация, 125315, Москва, ул. Балтийская, д. 14*

Аннотация. Информационная интерпретация квантовой механики возникла в конце прошлого века в связи с новыми концептуальными проблемами, поставленными квантовой информатикой. Как показывают литературные ссылки, в нынешнем веке она стала одной из популярных интерпретаций. В статье речь идет о концептуально проработанной версии этой интерпретации, выдвинутой австрийским физиком-экспериментатором А. Цайлингером. Информационная интерпретация Цайлингера ставит во главу угла понятие «высказывание», акцентирует ту информацию, которую непосредственно несет эксперимент, проводимый физиком-экспериментатором. Информационная интерпретация проливает свет на понятие спутанного состояния, ставшее актуальным в связи с развитием квантовой информатики.

Ключевые слова: копенгагенская интерпретация, дополнительность, высказывание, элементарное высказывание, спутанность

Что такое интерпретация квантовой механики?

Вообще говоря, интерпретацией называют приписывание значений элементом формальной системы. Например, приписывание значений «общезначимо», «выполнимо» и «истинно» формулам исчисления предикатов. Когда речь идет об интерпретации квантовой механики, слово «интерпретация» используется в широком смысле.

Во-первых, под интерпретацией имеется в виду эмпирическая интерпретация математического аппарата этой теории (описание того, каким образом математический формализм соотносится с возможными результатами измерения и со статистическими частотами, с которыми эти результаты появляются, когда измерение проводится неоднократно).

Во-вторых, интерпретация – это формулирование физической картины мира, фундаментальных понятий, которые определяют и объединяют постановку и решение теоретических задач, позволяющих излагать квантовую механику как систематическую научную дисциплину, читать лекционные курсы и писать учебники. В квантовой механике – это в первую очередь «физическая система», «состояние физической системы», «наблюдаемая».

* E-mail: a_pchenk@yahoo.com

Проблема интерпретации встала перед теоретиками уже на первых парах формирования теории (конец 1920-х – начало 1930-х гг.). Новая квантовая механика сразу же возникла как математическая схема, как исчисление. Эта схема продолжала развиваться. Надо было понять, какие физические понятия имеются в виду, когда применяется эта схема.

«Как не раз бывало в истории физики, – писал В.А. Фок, – математическая часть теории, вместе с некоторыми формальными рецептами, связывающими теорию с опытом, была построена раньше, чем были выработаны соответствующие физические понятия. Аппарат нерелятивистской квантовой механики, не содержащий никаких внутренних противоречий, успешно применялся к решению конкретных задач атомной физики, но физическое толкование его оставалось долгое время неясным. Все острее и острее стала ощущаться необходимость надлежащей физической интерпретации готового аппарата квантовой механики» [1. С. 461].

В большинстве современных учебников квантовая механика излагается с позиции копенгагенской интерпретации, выдвинутой Н. Бором и поддержанной В. Гейзенбергом, В. Паули, М. Борном и рядом других физиков, принимавших участие в разработке квантовой механики как физической теории. В Советском Союзе копенгагенскую интерпретацию поддерживали такие крупные физики, как М.А. Марков и В.А. Фок, последний, правда, сопровождал эту поддержку критическими замечаниями философского характера. Копенгагенская интерпретация присутствует в таком известном курсе теоретической физики, как курс Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица. С позиций этой интерпретации написана книга В.Е. Тарасова «Квантовая механика. Лекции по основам теории» (издание 2000, 2020 гг.). В русском переводе изданы книги Д. Бома, А. Мессиа, «Фейнмановские лекции по физике», в которых также присутствует копенгагенская интерпретация.

Нельзя, однако, не заметить, что по вопросу интерпретации квантовой механики у физиков никогда не было единомыслия. Уже в 1920-е годы американский физик, внесший вклад в концептуальную разработку квантовой механики, Дж. Слэтер предложил статистическую (ансамблевую) интерпретацию. Эту интерпретацию поддержал ряд физиков из США и из СССР. Статистическую (ансамблевую) интерпретацию поддержал также австрийский философ К. Поппер, изложив ее в своей книге «Логика научного открытия» (1934 г.). Правда, в послевоенные годы он отошёл от этой интерпретации.

Историческое развитие интерпретации квантовой механики прослежено в книге М. Джеммера, опубликованной в 1974 году [2]. События конца XX века и новейшая история представлена в коллективном труде по истории квантовых интерпретаций, изданном *Oxford University Press* в 2022 году [3] (книга была переиздана в 2025 г.).

Информационная интерпретация. Общая характеристика

Что такое информационная интерпретация квантовой механики? Строгого определения здесь нет, как, впрочем, нет строгого и общепринятого

определения копенгагенской интерпретации и вообще других интерпретаций. В первом приближении эта интерпретация, согласно которой состояние квантовой системы «представляет собой лишь наши знания, информацию, получаемую при измерении квантовых систем» [4]. «Информация может быть относительно всего экспериментального устройства, включая „приготовление состояния“ и измерительное устройство... Информация может также включать элементы, которые достигаются, когда экспериментальные результаты становятся известными и подвергаются неожиданному изменению. Это свойство может быть привлечено, чтобы ввести редукцию вектора состояния как чисто ментальный процесс, возникающий при приведении к нынешнему состоянию информации» [4].

Е.А. Мамчур указывает на логическую и методологическую близость информационной интерпретации некоторым ранним версиям копенгагенской интерпретации. «С позиции ранней версии копенгагенской интерпретации, – говорится в статье Е.А. Мамчур, – то, что в квантовой механике характеризуется как состояние квантовой системы, не имеет отношения к реальному миру, а представляет собой лишь наши знания, информацию, полученную в процессе измерения квантовых систем. С точки зрения некоторых из копенгагенцев редукция волновой функции происходит в сознании наблюдателя, и не потому, что здесь осуществляется некий уникальный физический процесс, а потому, что состояние квантовой системы является конструктором наблюдателя, а не объективным свойством физической системы» [4] (см. также [5]).

Е.А. Мамчур отмечает, что в публикациях Н. Бора, появившихся в конце 1920-х и в 1930-е годы, обозначился новый мотив. Н. Бор стал рассуждать о «квантовом явлении» – о целостной структуре, включающей наблюдаемый объект (электрон, фотон и т.д.), прибор и (порой) физика, проводящего эксперимент. «Всякое наблюдение атомных явлений включает такое взаимодействие последних со средствами наблюдения, которым нельзя пренебречь», – писал Н. Бор [6. С. 31]. «Ни один результат опыта, касающегося явления, в принципе, лежащего вне области классической физики, не может быть истолкован как дающий информацию о независимых свойствах объекта, свойствах объекта самого по себе», – писал он также [6. С. 283].

«Процитированные высказывания Н. Бора, – пишет Е.А. Мамчур, – разграничивают две интерпретации квантовой механики, которые имелись в виду выше: копенгагенскую интерпретацию и информационно-теоретическую. Эти высказывания были взяты на вооружение в первой из них, во второй же речь шла о ранних высказываниях Бора и Гейзенберга, высказываниях, характеризующих корпускулярно-волновой дуализм» [4].

«Информационная интерпретация отрицает объективное существование волновой функции и вектора состояния, приписывая им статус математических абстракций, исключительная роль которых сводится к инструменту вычислений», – пишет профессор физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова В.А. Белинский. «Это сразу снимает ряд вопросов к большинству квантовых парадоксов. Например, нету проблем с коллапсом волновой функции так как ее в природе не существует...» [7. С. 1335].

«В основе информационной интерпретации, – пишет далее В.А. Белинский, – лежит гипотеза о том, что результат измерения квантовой системы зависит от той информации, которую получил наблюдатель в ходе эксперимента или имеет потенциальную возможность ее получить. Например, если можно узнать, через какую щель проникает квантовая частица в ходе двухщелевого опыта, то поведение квантовой системы радикально меняется – интерференция исчезает» [7. С. 1335].

В статье Белинского присутствует также идеологическая характеристика информационной интерпретации, характеристика в рамках дилеммы «материализм – идеализм». «Это идеалистическая теория, – пишет В.А. Белинский, – поскольку согласно ей в основе лежит информация, а не материя. Этим она близка позитивизму копенгагенской интерпретации, но идет гораздо дальше, фактически ставя под вопрос основы научного метода познания. Ведь если нету объективной реальности, то что мы тогда познаем?» [7. С. 1335].

«Подчеркивание роли информации приводит к другой популярной интерпретации квантовой механики, – пишет французский физик автор книг и философских статей по интерпретации квантовой механики Ф. Лало, завершив обзор последних изложений копенгагенской интерпретации. – Информация может касаться всего экспериментального устройства, включающего приготовление состояния и измерительное приспособление... Информация может также включать в свой состав то, что достигается, когда экспериментальные результаты становятся известными. Она может претерпевать изменения, когда эти результаты неожиданно изменяются. Это свойство информации может быть привлечено, чтобы трактовать редукцию вектора состояния как чисто ментальный процесс, простирающийся от того места, где измерение имело место, к окружению (включая наблюдателя)» [8. С. 46].

Как и многие другие физики, Ф. Лало подчеркивает, что информационная точка зрения на квантовую механику стала популярной в связи с развитием новой области квантовых исследований – квантовой информатики.

Информационная интерпретация А. Цайлингера

Австрийский физик лауреат Нобелевской премии по физике (2022 г.) А. Цайлингер в самом конце прошлого века предложил свою версию информационной интерпретации, версию, которую можно назвать концептуальной. В последующем эта интерпретация была усовершенствована им совместно с его бывшим аспирантом Ч. Брукнером. В последующем изложении мы, однако, будем следовать статье Цайлингера, опубликованной в 1999 году.

Хотя Цайлингер лояльно относится к копенгагенской интерпретации, он смещает акценты. На логическое первое место у него выходят не понятия дополненности и дуализма, а элементарные высказывания, непосредственно фиксирующие то, с чем физик имеет дело, проводя эксперименты. «В отличие от теории относительности квантовая механика до сих пор еще не базируется на общепризнанных основаниях. В настоящей статье предполагается, что

упущенные принципы могут быть распознаны исходя из того факта, что все наше знание, составляющее физику, может быть выражено в высказываниях и что элементарная система представляет истинностное значение одного высказывания, то есть несет один бит информации. Следовательно, мы исходим из того, что элементарной единицей знания служит результат, полученный при одном специфическом измерении. Обязательная случайность других данных (других измерений) возникает тогда, как необходимое следствие» [9. Р. 634].

Хотя Цайлингер на Э. Маха не ссылается, его философия несёт отпечаток идей этого австрийского физика и философа. Цайлингер ищет элементы мира, нейтральные по отношению к физическому и психическому. Это «элементарны высказывания», которые, с одной стороны, интерсубъективно проверяемы (фиксируют эксперименты и наблюдения, воспроизводимые одним и тем же физиком в разных ситуациях и даже в разных лабораториях, а также в принципе и другими физиками), а с другой стороны, «теоретически нагружены», предполагают технику проекционных операторов, входящую в математический аппарат квантовой механики, сформулированный И. фон Нейманом в его «Математических основаниях квантовой механики».

«Мы получаем знание, то есть информацию о каком-либо объекте только посредством наблюдения, — пишет Цайлингер. — Любое понятие о реальности должно базироваться на наблюдении. Однако отсюда не следует, что реальность — это чисто субъективный человеческий конструкт. Из наших наблюдений мы можем конструировать объекты реальности. Предсказания, построенные на таких специфических моделях реальности, могут быть кем-то проверены. Мы получаем интерсубъективное соглашение, дарующее объективность нашим мысленно сконструированным структурам» [9. Р. 633–634].

В отличие от обычного изложения квантовой механики в учебниках, А. Цайлингер и другие сторонники информационной интерпретации подчёркивают понятие события как уникального явления, в котором объединяются природа, изучаемая физиком, физический эксперимент, конструируемый физиком, и индивидуальный подход данного физика.

«Согласно стандартному пониманию квантовой механики, — пишет Цайлингер, — специфический результат объективно случаен, если система не находится в собственном состоянии оператора проектирования, описывающего измерение. Действительно, рассмотрим состояние $|\psi\rangle$, которое является собственным состоянием проекционного оператора $P = |\psi\rangle\langle\psi|$ с собственным значением 1. Это просто означает, что квантовая система, описанная этим состоянием, будет с определенностью обнаружена как находящаяся в состоянии $|\psi\rangle$, если измерение осуществляется соответствующим прибором.

Чтобы анализировать информационное содержание элементарных систем, разложим систему, которая может быть представлена счётным числом высказываний, на составляющие системы. Естественно допустить, что каждая из составляющих систем будет представлена меньшим числом высказываний. Однако, что же дальше? Что нам даст такой процесс разбиения систем? Очевидно, предел будет достигнут тогда, когда мы придем к системе,

представляемой только одним высказыванием. Такие системы мы будем называть элементарными.

Элементарная система представляет истинностное значение одного высказывания. Элементарная система несет 1 бит информации» [9. С. 635].

Цайлингер отмечает, что данное предложение может рассматриваться как определение того, что такое элементарная система. В структуре информационной интерпретации редукция волнового пакета не находит себе места. Информационное содержание конечно. Квантовая система не несет информацию, которая позволила бы ответить на все вопросы, которые могли бы быть сформулированы исходя из эксперимента.

«Наше описание физического мира состоит из высказываний, – пишет Цайлингер. – Любой физический объект может быть описан совокупностью высказываний. Полное описание – это обычно длинный список высказываний. В обычной жизни мы рассматриваем эти высказывания как описывающие те свойства, которыми объект действительно обладает обычно еще до наблюдения. Теперь зададим себе два вопроса. Как мы приходим к этим высказываниям и как мы можем их верифицировать? Отвечая на первый вопрос, мы говорим, что такие высказывания приобретаются посредством того, что мы наблюдали. Это не обязательно единичное наблюдение и не обязательно наблюдения в какое-то одно время и в каком-то одном месте.

Отвечая на второй вопрос, мы замечаем, что любое такое суждение может быть верифицировано посредством будущего наблюдения. Мы таким образом отмечаем, что любое свойство, которое может быть приписано объекту, возникает только из наблюдений и остаётся за ним пока, оно не противоречит дальнейшим наблюдениям. Объект, стало быть, полезный конструкт, обусловленный наблюдениями» [9. Р. 636].

«Мы знаем, т.е. обладаем информацией об объекте только благодаря наблюдению. Таким образом, любое понятие о реальности должно базироваться на наблюдении. Однако отсюда не следует, что реальность есть субъективный человеческий конструкт. Исходя из наших наблюдений мы можем мысленно конструировать объекты реальности. Предсказания, основывающиеся на наблюдениях, могут быть проверены каждым. В результате мы приходим к интерсубъективному соглашению о модели и таким образом наделяем мысленно сконструированные объекты смыслом объективности» [9. Р. 636].

Цайлингер по-своему свидетельствует в пользу невозможности «скрытых параметров» в квантовой механике. «Возьмём следующий пример: спин частицы с полуцелым спином обеспечивает истинностное значение только одного высказывания. В нашем случае это следующее высказывание: „Измерение спина вдоль оси Z с определённой точностью даёт результат +“. Спин частицы несёт ответ только на один вопрос, а именно – на вопрос „Каков спин вдоль оси Z ?“. Только если мы действительно осуществляем измерение в Z базисе, результат измерения будет определённым. Поскольку это только та информация, которую мы можем получить, измеряя спин, только та информация, которую несет спин, измерение вдоль любого другого направления должно с

необходимостью содержать элемент случайности. Мы отмечаем, что этот элемент случайности неустраним, т.е. он не может быть элиминирован путем сведения к скрытым свойствам, в противном случае система несла бы более, чем один бит информации» [9. Р. 636].

Информационная интерпретация и спутанные системы

Статья Цайлингера, о которой здесь идет речь, состоит из двух частей. В первой (см. выше) формулируется та интерпретация квантовой механики, которую отстаивает автор, а именно – информационная интерпретация. Во второй Цайлингер прилагает эту интерпретацию к одному из трудных явлений квантовой физики – явлению спутанных (entangled) состояний.

Простым примером квантовой спутанности является ЭПР-пара (пара электронов, задействованных в мысленном эксперименте Эйнштейна – Подольского – Розена, призванном продемонстрировать неполноту квантовой теории). ЭПР аргумент был сформулирован в 1935 году, в том же году Н. Бор опубликовал ответ на этот аргумент.

Однако понятие ЭПР пары и спутанности обрели свою собственную жизнь. Что же такое спутанность? Воспользуемся формулировкой Д. Бома. У нас есть пара электронов с противоположными спинами. Мы, однако, не знаем спины этих электронов, рассматриваемых по отдельности. Пусть один из электронов был отправлен куда-то далеко от места приготовления этой пары. Тем не менее, проведя измерение спина электрона, который остался в нашем распоряжении, мы определяем и спин электрона, который был отправлен куда-то далеко. Далее, рассуждали Эйнштейн, Подольский и Розен (в интерпретации Бома), а каков был спин этого электрона до измерения. Поскольку на удаленный электрон не было оказано никакого физического воздействия, естественно предположить, что и до измерения этот электрон обладал тем же спином, что и спин, обнаруженный в результате измерения.

Нас, однако, в контексте изложения статьи Цайлингера интересует сам феномен спутанности. На этот феномен указывал еще Э. Шредингер, обсуждая эксперимент Эйнштейна – Подольского – Розена в 1935 году «Когда две системы, про которые нам известны их состояния по их взаимной репрезентации, входят во временное физическое взаимодействие благодаря действующим между ними силам и когда после некоторого временного взаимодействия эти системы расходятся снова, они уже не могут описываться так, как раньше, когда каждая из них представляла саму себя. После взаимодействия системы становятся спутанными» [10. С. 555].

Феномен спутанности приобрёл большой удельный вес благодаря развитию квантовой информатики. Дж Баб в своей статье, помещённой в Стенфордской энциклопедии по философии, называет спутанность важным природным ресурсом, подобным энергии.

Рассуждения Цайлингера по вопросу спутанности можно было бы сформулировать в виде афоризма: целое больше суммы частей, составляющих это целое. Конкретнее: информационное содержание спутанной системы

превышает сумму информационных содержаний тех ее частей, которые в ней спутаны.

«Вместо того, чтобы выбирать высказывания, которые описывали бы индивидуальные составляющие системы, мы можем альтернативно выбрать высказывания, которые описывают результаты совместных наблюдений. Рассмотрим высказывание „два спина одинаковы вдоль оси Z . Ясно, что мы тогда имеем две возможности: два спина могут быть оба направлены вверх по оси Z или два спина могут быть оба направлены вниз по оси Z “.

Если это всё, что мы знаем, система не описана полностью. Мы использовали только одно возможное высказывание, т.е. один бит информации. Правильный путь полного описания системы требует предположить спин одного компонента системы, т.е. допустить истинностное значение высказывания „спин направлен вверх по оси Z “ Тогда мы имеем два высказывания, поскольку другое высказывание неминуемо возникает, а именно – высказывание: „спин 2 направлен вниз по оси Z “

Однако возможен другой путь: дополнить описание системы „две частицы имеют один и тот же спин по оси Z “. Вместо того чтобы выбирать второе высказывание как высказывание о свойствах индивидов, мы можем выбрать второе высказывание как описывающее совместные свойства. Это может быть высказывание, устанавливающее для некоторого другого направления то, что два спина равны вдоль этого направления.

Это состояние не содержит информации об индивидах, вся информация содержится в совместных свойствах. Действительно, теперь не существует какой-либо информации, несомой индивидами, так как два бита информации исчерпываются определением этого максимально спутанного состояния и нету возможности зашифровать информацию об индивидах» [9. Р. 636].

Заключение

Квантовая механика, возникшая в 1925 году, вновь стала предметом оживлённых философских дискуссий. Статьи Цайлингера – один из компонентов этих дискуссий и их надо воспринимать в контексте тех вопросов, которые ставятся в ходе этих дискуссий, и в контексте тех точек зрения, которые формулируются их участниками. В частности, необходимо учитывать критические замечания, которые были ими высказаны.

Литература

1. Фок В. А. Об интерпретации квантовой механики // Успехи физических наук. 1957. Т. 62. Вып. 4. С. 461–472.
2. Jammer M. The philosophy of quantum mechanics. The interpretations of quantum mechanics in historical perspective. New York : Wiley, 1974. XI. 536 p.
3. The Oxford Handbook of the History of Quantum Interpretations. Oxford University Press, 2022. XIV. 1296 p. (переиздано, 2025).
4. Мамчур Е. А. В поисках информационной интерпретации квантовой механики // Электронный философский журнал Vox. 2016. Вып. 20. <http://vox-journal.org>.

5. Мамчур Е. А. Информационно-теоретический поворот в интерпретации квантовой механики // Вопросы философии. 2020. № 4. С. 51–71.
6. Бор Н. Избранные научные труды. Москва : Наука, 1971. Т. 2. 676 с.
7. Белинский В. А. Парадокс друга Вигнера. Объективной реальности не существует? // Успехи физических наук. 2020. Т. 190. № 12. С. 1335–1342.
8. Laloe F. Quantum mechanics is routinely used in laboratories with great success but no consensus in its interpretation has emerged // The Oxford Handbook of the History of Quantum Interpretations. Oxford University Press, 2022. P. 7–51.
9. Zeilinger A. Informational interpretation of quantum mechanics // Foundations of Physics. 1999. Vol. 29, no. 4. P. 630–645.
10. Schrödinger E. Discussion of probability relations between separate systems // Proceedings of the Cambridge Philosophical Society. 1935. Vol. 31. P. 555–563.

THE INFORMATIONAL INTERPRETATION OF QUANTUM MECHANICS

A.A. Pechenkin*

*S. Vavilov Institute of the History of Science and Technology
of Russian Academy of Sciences
14 Baltiyskaya str., Moscow, 125315, Russian Federation*

Abstract. At the beginning of this century, the new interpretations of quantum mechanics became popular. This is informational interpretation. The paper concentrates on the version of this interpretation, which has been proposed by the Nobel Prize winner A. Zeilinger and emphasizes his contribution to the concept of entangled states.

Keywords: Copenhagen interpretation, complementarity, proposition, elementary proposition, entanglement

* E-mail: a_pechenk@yahoo.com

DOI: 10.22363/2224-7580-2026-2-60-75
EDN: GKVQW

ВЫРОЖДЕННЫЕ БИНАРНЫЕ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНЫХ ОТНОШЕНИЙ КАК СПОСОБ ОПИСАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ЧАСТИЦ

А.Г. Жилкин^{*}

*Институт астрономии РАН
Российская Федерация, 119017, Москва, ул. Пятницкая, д. 48*

Аннотация. В работе рассмотрен альтернативный способ описания взаимодействующих элементарных частиц в бинарной геометрофизике, опирающийся на использование вырожденных бинарных систем комплексных отношений симметричного ранга. С метафизической точки зрения анализируется прообраз электромагнитного взаимодействия электронов и позитронов. Показано, что исходная вырожденная бинарная структура ранга (4, 4; а) эквивалентна совокупности наведенных невырожденных бинарных структур ранга (3, 3). В каждой наведенной бинарной системе комплексных отношений, описывающей элементарный процесс взаимодействия двух отдельных частиц, имеют место прообразы уравнений Дирака и Максвелла.

Ключевые слова: бинарная геометрофизика, метареляционная парадигма, парадигмы теоретической физики, электромагнитное взаимодействие, уравнение Дирака, уравнения Максвелла.

Введение

В бинарной геометрофизике [1; 2] отдельная бинарная система комплексных отношений (БСКО) интерпретируется как *элементарный процесс*, в котором мир переходит из одного своего состояния в другое. При этом ограничиваются рассмотрением только симметричных бинарных структур. Совокупность всех возможных элементарных процессов составляет *универсум*. По своим характеристикам БСКО оказываются вполне эквивалентными монадам Лейбница [3; 4]. Отдельные элементарные процессы можно трактовать как материальные проекции монад.

Бинарная геометрофизика опирается на монистическую парадигму теоретической физики, поскольку использует одну обобщенную категорию [1; 2]. В качестве единого первоначала физической реальности рассматривается *бинарная предгеометрия*, которая в целом представляет собой универсальную мировую субстанцию. Кроме нее больше ничего нет. Весь мир и есть

^{*} E-mail: zhilkin@inasan.ru

эта универсальная субстанция. Тем не менее бинарная предгеометрия проявляет себя одновременно и в виде субстрата как совокупность отдельных элементарных процессов (БСКО). Другими словами, к бинарной предгеометрии можно подходить как с позиции холизма, так и с позиции редукционизма. Теория БСКО строится на основе трех метафизических принципов: дуалистичности, тринитарности и симметрии [5].

Для описания свободных элементарных частиц используются невырожденные БСКО симметричных рангов. Например, теория свободных электронов и позитронов строится на базе БСКО минимального нетривиального ранга (3, 3) [2; 6]. В работах Ю.С. Владимирова (см., например, [2; 7]) для учета взаимодействия предлагалось использовать так называемое *базовое отношение*. Для случая невырожденной БСКО ранга (4, 4) оно записывается в виде следующего окаймленного определителя, составленного из парных отношений

$$\left\{ \begin{matrix} \alpha\beta\mu\nu \\ ijmn \end{matrix} \right\} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & u_{i\alpha} & u_{i\beta} & u_{i\mu} & u_{i\nu} \\ 1 & u_{j\alpha} & u_{j\beta} & u_{j\mu} & u_{j\nu} \\ 1 & u_{m\alpha} & u_{m\beta} & u_{m\mu} & u_{m\nu} \\ 1 & u_{n\alpha} & u_{n\beta} & u_{n\mu} & u_{n\nu} \end{vmatrix}. \quad (1)$$

Это выражение интерпретировалось как прообраз лагранжиана взаимодействия двух элементарных частиц, каждая из которых составлена из двух пар элементов. Первой частице соответствуют элементы (i, α) и (j, β) , а вторая частица составлена из пар (m, μ) и (n, ν) . Наглядная схема такой интерпретации в виде аналога диаграммы Фейнмана представлена на рис. 1.

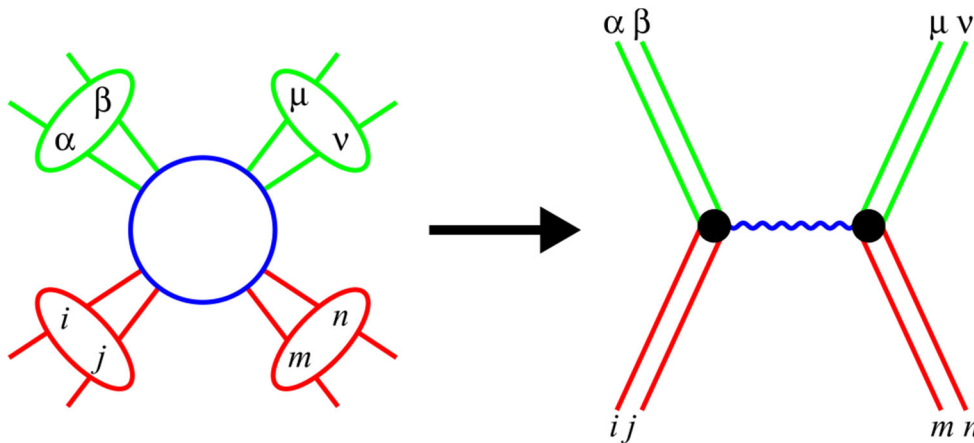


Рис. 1. Возможная интерпретация базового отношения БСКО ранга (4, 4) как прообраза лагранжиана взаимодействия двух элементарных частиц

Источник: составлено автором.

Вместе с тем следует заметить, что в рамках данного подхода пока не удалось получить необходимый результат. Поэтому возникает естественная

мысль попробовать другие возможности описания взаимодействующих частиц. Прежде всего, проанализируем основные недостатки прежнего подхода.

Обратим внимание на то, что такое описание опирается на дополнительный постулат в виде выражения (1) для прообраза лагранжиана взаимодействия, который требует отдельного обоснования. В теории свободных элементарных частиц прообраз лагранжиана не рассматривается, а вместо этого выводится алгебраическое тождество, играющее роль прообраза уравнения Дирака. Кроме того, при описании взаимодействия частиц не раскрывается цель получения прообраза лагранжиана, ведь из него в конечном счете должно следовать динамическое уравнение. Нельзя не отметить, что при таком подходе невырожденная БСКО ранга (4, 4) обладает некоторой «двуликостью». С одной стороны, она описывает элементарный процесс, связанный со свободными адронами. С другой стороны, эта же БСКО описывает взаимодействие, например, двух электронов. Поскольку в экспериментах такие процессы легко различаются, они должны четко различаться и в теории. Наконец, при таком подходе не находится места для вырожденных БСКО, которые также являются полноценными решениями функциональных уравнений, описывающих свойства фундаментальной симметрии [8; 9].

В данной работе анализируется альтернативный вариант описания взаимодействующих частиц на основе вырожденных БСКО симметричного ранга. Оказывается, что подобный способ позволяет не только преодолеть вышеуказанные недостатки, но и получить новые интересные результаты.

1. Прообраз электромагнитного взаимодействия

Рассмотрим вырожденную БСКО ранга (4, 4; a), закон фундаментальной симметрии которой описывается равенством

$$\Phi_{(4,4;a)} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & v_{i\alpha} & v_{i\beta} & v_{i\gamma} & v_{i\delta} \\ 1 & v_{j\alpha} & v_{j\beta} & v_{j\gamma} & v_{j\delta} \\ 1 & v_{k\alpha} & v_{k\beta} & v_{k\gamma} & v_{k\delta} \\ 1 & v_{s\alpha} & v_{s\beta} & v_{s\gamma} & v_{s\delta} \end{vmatrix} = 0. \quad (2)$$

Выберем пару *опорных элементов* l и λ из нижнего и верхнего множеств соответственно. Тогда легко показать, что исходный закон (2) можно переписать в виде

$$\Phi_{(4,4;a)} = - \begin{vmatrix} u_{i\alpha} & u_{i\beta} & u_{i\gamma} \\ u_{j\alpha} & u_{j\beta} & u_{j\gamma} \\ u_{k\alpha} & u_{k\beta} & u_{k\gamma} \end{vmatrix} = 0, \quad (3)$$

где

$$u_{i\alpha} = v_{i\alpha} - v_{l\alpha} - v_{i\lambda} + v_{l\lambda}. \quad (4)$$

Последняя формула для бинарной предгеометрии является аналогом известной в евклидовой геометрии теоремы косинусов. Примененная к самим опорным элементам, она дает нулевые значения парных отношений, $u_{i\lambda} = u_{l\alpha} = u_{l\lambda} = 0$.

Полученное равенство (3) справедливо для произвольного набора из трех элементов нижнего и верхнего множеств. Это означает, что оно описывает закон фундаментальной симметрии невырожденной БСКО ранга (3, 3). С другой стороны, данная БСКО возникает для конкретной пары опорных элементов и, следовательно, она является *наведенной*. Выбирая различные опорные элементы в вырожденной БСКО ранга (4, 4; а), мы будем получать различные наведенные невырожденные БСКО ранга (3, 3). Простой подсчет показывает, что данная вырожденная БСКО ранга (4, 4; а) порождает N^2 наведенных невырожденных БСКО ранга (3, 3), где N – число элементов в каждом из множеств.

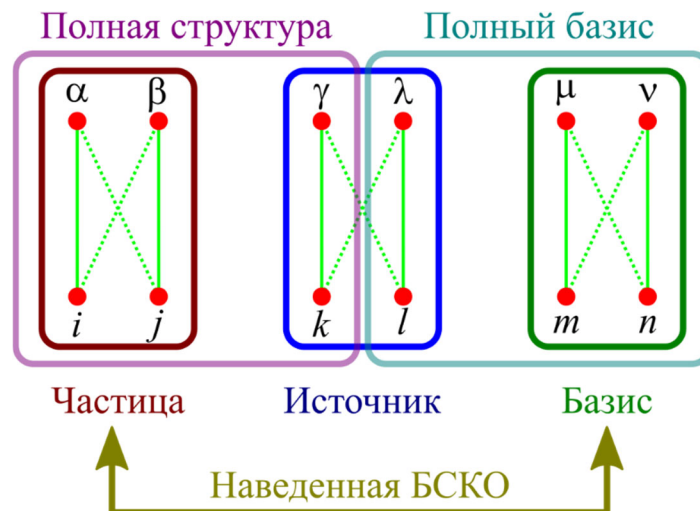


Рис. 2. Основные группы элементов в модели взаимодействующих частиц на базе БСКО ранга (4, 4; а). Первая группа (i, α) и (j, β) формирует выделенную частицу. Вторая группа (k, γ) и (l, λ) относится к источнику поля. Третья группа (m, μ) и (n, ν) является базисом в наведенной БСКО ранга (3, 3). Отмечены также полный базис, полная структура и наведенная БСКО ранга (3, 3)

Источник: составлено автором.

Это говорит о том, что теория БСКО ранга (4, 4; а) имеет дело с частицами того же типа, что и теория БСКО ранга (3, 3). В качестве этих частиц можно рассматривать электроны и позитроны [2; 6]. Базис в вырожденной БСКО ранга (4, 4; а) состоит из трех пар эталонных элементов. Поэтому описываемая структура также должна состоять из трех компонент. Если первые две компоненты связать с рассматриваемой частицей, то оставшуюся пару элементов можно ассоциировать с одной из компонент (левой или правой) второй частицы. Таким образом, данная трехкомпонентная структура будет

описывать связанное состояние выделенной частицы, находящейся во взаимодействии с некоторой другой частицей.

Выберем базис, построенный на трех эталонных элементах (m, n, l) из нижнего множества и трех эталонных элементах (μ, ν, λ) из верхнего множества. Рассмотрим некоторую структуру, описываемую тремя элементами (i, j, k) из нижнего множества и тремя элементами (α, β, γ) из верхнего множества (см. рис. 2). Выбирая опорные элементы (l, λ) , мы выделяем наведенный базис, построенный из оставшихся эталонных элементов (m, n) и (μ, ν) . Из трех пар неэталонных элементов можно выделить две сопряженные пары (i, α) и (j, β) , которые описывают рассматриваемую элементарную частицу. Тогда оставшуюся пару (k, γ) в совокупности с парой опорных элементов (l, λ) можно связать со второй частицей, взаимодействующей с первой. Такую процедуру можно осуществить всегда. Однако, фиксируя пару элементов (k, γ) , приходится использовать не произвольную, а вполне определенную пару опорных элементов (l, λ) . Другими словами, речь идет об использовании вполне конкретной наведенной БСКО ранга $(3, 3)$ при описании процесса взаимодействия двух частиц.

Вторая частица в такой картине не является полноценной. Она как бы расщеплена на две компоненты. Одна компонента относится к описываемой структуре, а вторая формируется опорными элементами. При описании процесса взаимодействия в рамках наведенной БСКО ранга $(3, 3)$ от второй частицы берется только одна компонента, левая или правая. Поэтому взаимодействие выделенной частицы происходит только с левой или правой компонентой второй частицы.

Таким образом, процесс взаимодействия носит *киральный* характер, поскольку в нем изначально проявляется отличие между левым и правым. Для описания полной картины необходимо использовать две наведенные БСКО ранга $(3, 3)$. В одной из них опорными элементами являются (l, λ) , а в другой – (k, γ) . В такой трактовке вторая частица является источником взаимодействия, а первая частица – приемником. Оставшиеся структуры (двухкомпонентная частица и наведенный базис) относятся к наведенной БСКО ранга $(3, 3)$. Поскольку рассматриваются такие элементарные частицы, как электроны и позитроны, то, следовательно, данная модель описывает прообраз электромагнитного взаимодействия.

2. Прообраз динамики

Анализ показывает, что выделенная трехкомпонентная структура должна обладать следующим свойством инвариантности:

$$j^a k_a + k^a i_a + i^a j_a = q, \quad \beta^{\dot{a}} \gamma_{\dot{a}} + \gamma^{\dot{a}} \alpha_{\dot{a}} + \alpha^{\dot{a}} \beta_{\dot{a}} = q^*, \quad (5)$$

где i^a , $\alpha^{\dot{a}}$ – двухкомпонентные спиноры, а q – некоторое комплексное число. Как и в теории свободных элементарных частиц [2; 6], следует считать, что спинорные инварианты самих частиц являются нормированными,

$$i^a j_a = \pm 1, \quad \alpha^{\dot{a}} \beta_{\dot{a}} = \pm 1, \quad (6)$$

где верхние знаки соответствуют частицам (электронам), а нижние – античастицам (позитронам). Оставшиеся спинорные инварианты

$$j^a k_a = s_1, \quad k^a i_a = s_2, \quad \beta^{\dot{a}} \gamma_{\dot{a}} = s_1^*, \quad \gamma^{\dot{a}} \alpha_{\dot{a}} = s_2^*, \quad (7)$$

не являются нормированными. Значения величин s_1 и s_2 в отдельности не сохраняются в случае общих преобразований базиса. Однако они остаются инвариантными относительно чисто спинорных преобразований в наведенной БСКО ранга (3, 3).

Каждой паре сопряженных элементов можно поставить в соответствие четырёхмерный изотропный вектор. Для выделенной частицы с учетом условия нормировки спинорных инвариантов (6) сумма этих векторов дает единичный времениподобный вектор u^μ , который ассоциируется с вектором скорости. Для второй частицы можно построить только изотропный вектор, который обозначим через k^μ . Это позволяет определить времени-подобный вектор $U^\mu = u^\mu + k^\mu$, который играет роль прообраза *обобщенного импульса* частицы во внешнем поле. Отсюда, в частности, следует, что изотропный вектор k^μ можно рассматривать в качестве прообраза *потенциала электромагнитного поля*.

В теории свободных элементарных частиц на базе БСКО ранга (3, 3) имеет место алгебраическое тождество, играющее роль прообраза уравнения Дирака [2, 6]. Если последовательно применить аналогичный подход к случаю вырожденной БСКО ранга (4, 4; а), то получается не одно, а два соответствующих алгебраических тождества. Для записи этих тождеств объединим пары двухкомпонентных спиноров $(i^a, \beta_{\dot{a}})$ и $(k^a, \gamma_{\dot{a}})$ в четырехкомпонентные элементарные *дираковский* и *майорановский* биспиноры

$$\psi = \begin{pmatrix} i^a \\ \beta_{\dot{a}} \end{pmatrix}, \quad \psi_* = \begin{pmatrix} k^a \\ \gamma_{\dot{a}} \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Здесь спиноры i^a и $\beta_{\dot{a}}$ являются различными, а k^a и $\gamma_{\dot{a}}$ – сопряженными. Тогда упомянутые тождества могут быть представлены в виде

$$U^\mu \gamma_\mu \psi + S_1 \psi_* \mp \psi = 0, \quad (9)$$

$$U^\mu \gamma_\mu \psi_* + S_2 \psi - i S_1 \psi^C = 0, \quad (10)$$

где матрицы

$$S_1 = \text{diag}(s_1^*, s_1^*, s_2, s_2), \quad S_2 = \text{diag}(s_2^*, s_2^*, s_1, s_1), \quad (11)$$

а значок C означает зарядовое сопряжение. Первое алгебраическое соотношение (9) следует трактовать, как прообраз уравнения Дирака для частицы во

внешнем поле. Второе соотношение (10) представляет собой прообраз уравнений Максвелла.

Следует отметить любопытное обстоятельство. В уравнениях (9) и (10) прообраз электромагнитного поля описывается двумя величинами: изотропным вектором k^μ и майорановским биспинором ψ_* . Вектор k^μ является прообразом потенциала электромагнитного поля. При переходе к квантовому пределу из него получается безмассовое векторное поле A^μ , квантами которого являются обычные фотоны – безмассовые нейтральные бозоны со спином 1. Для майорановского биспинора ψ_* в аналогичном случае получилось бы безмассовое спинорное поле, квантами которого являются безмассовые нейтральные фермионы со спином 1/2 (фотино). Таким образом, на доквантовом уровне прообраз электромагнитного поля обладает свойством *суперсимметрии* [10]. Если бы это свойство в полной мере сохранилось в квантовом пределе, то у нас получилось бы суперсимметричное электромагнитное поле, квантами которого являются фотоны и фотино. Однако, как показывает анализ, при переходе к квантовой электродинамике остается только векторное поле A^μ , а майорановское поле ψ_* исчезает. Что касается электронов, то для них свойства суперсимметрии в уравнениях (9) и (10) проявляются менее явно.

Матрицы S_1 и S_2 , входящие в уравнения (9) и (10), характеризуют интенсивность электромагнитного взаимодействия. Анализируя переход к квантовой электродинамике, можно установить, что спинорные инварианты (7) оказываются равными

$$s_1 = \sqrt{4\pi\alpha_e} e^{i\chi_1}, \quad s_2 = \sqrt{4\pi\alpha_e} e^{i\chi_2}, \quad (12)$$

где χ_1, χ_2 – произвольные фазы, $\alpha_e = e^2/\hbar c$ – константа электромагнитного взаимодействия (постоянная тонкой структуры). Спинорные инварианты s_1 и s_2 отличаются только фазами. При этом численное значение амплитуды $|s_1| = |s_2| \approx 0,3$ близко к единице.

3. Прообразы категорий теоретической физики

С точки зрения метафизики можно выделить несколько категорий, используемых в теоретической физике для описания физической реальности [1]. В первую очередь выделяются *базовые* категории *частиц*, *пространства-времени* и *поля*. Эти категории являются тремя необходимыми элементами для описания классической схемы взаимодействия и, следовательно, полной динамики физической системы. Данную ситуацию можно наглядно представить в виде метафизического треугольника [11], показанного на левой диаграмме (рис. 3). Вершины этого треугольника обозначают три указанные базовые категории, а его внутренняя часть символизирует саму физическую реальность.

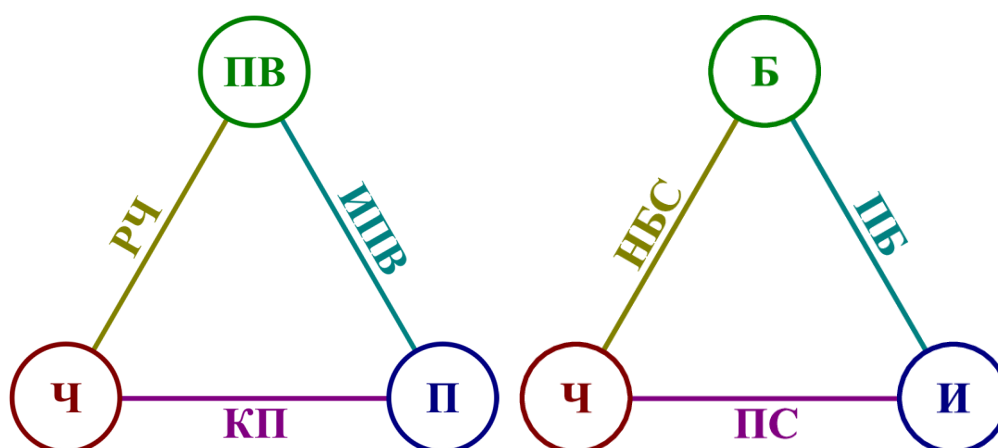


Рис. 3. Категории теоретической физики (слева) и их прообразы в рамках теории БСКО ранга (4, 4; а) (справа): Ч – частицы; П – поле; ПВ – пространство-время; ИПВ – искривленное пространство-время; КП – квантовое поле; РЧ – реляционные частицы; И – источник взаимодействия; Б – наведенный базис; ПБ – полный базис; ПС – полная структура; НБС – наведенная бинарная структура ранга (3, 3)

Источник: составлено автором.

В рамках триалистических парадигм при построении физических теорий все три базовые категории рассматриваются как самостоятельные и независимые. Можно выделить три подхода, которые соответствуют как бы взглядам на физическую реальность с точки зрения трех вершин метафизического треугольника. В *геометрическом* подходе мы изучаем физическую реальность с точки зрения базовой категории пространства-времени (верхняя вершина). В *теоретико-поле*вом подходе физическая реальность рассматривается с точки зрения базовой категории поля (правая нижняя вершина). Наконец, в *механистическом* подходе исследование строится с точки зрения базовой категории частиц (левая нижняя вершина).

В дуалистических парадигмах для построения физической теории необходимо опереться не на три, а лишь на две категории. При этом из двух базовых категорий формируется одна обобщенная *сверхкатегория* [12–14], а оставшаяся третья базовая категория остается в исходном виде. На метафизическом треугольнике (см. левую диаграмму на рис. 3) сверхкатегориям удобно соотносить его стороны, поскольку они как раз опираются на две вершины. В результате снова получаем три сверхкатегории: *квантовое поле* (нижняя сторона), *искривленное пространство-время* (правая сторона) и *реляционные частицы* (левая сторона).

При построении физической теории в рамках дуалистической парадигмы мы как бы изучаем физическую реальность с точки зрения некоторой стороны метафизического треугольника, которой соответствует данная сверхкатегория. При этом в качестве второй категории используется базовая категория, соответствующая противоположной вершине. Так, например, в геометрическом подходе мы изучаем физическую реальность с точки зрения сверхкатегории искривленного пространства-времени (правая сторона) с использованием базовой категории частиц (левая нижняя вершина). Такая картина физической реальности рассматривается в ОТО. В теоретико-поле

физическая реальность исследуется с точки зрения сверхкатегории квантового поля (нижняя сторона) с использованием базовой категории пространства-времени (верхняя вершина). Это соответствует квантовой теории. Наконец, в механистическом подходе физическая реальность трактуется с точки зрения сверхкатегории реляционных частиц (левая сторона) с использованием базовой категории поля (правая нижняя вершина). Такой вариант следует соотнести с реляционной теорией [12–15], которая к настоящему моменту еще окончательно не построена.

Бинарная геометрофизика опирается на монистическую парадигму теоретической физики [1]. В основе этой теории лежит единое первоначало в лице бинарной предгеометрии, которая проявляется как в виде субстрата (отдельные бинарные структуры), так и в виде субстанции (множество всех бинарных структур).

В сверхкатегориях, используемых в дуалистических парадигмах теоретической физики, можно усмотреть зачатки соответствующих двух базовых категорий. К примеру, в сверхкатегории искривленного пространства-времени несложно увидеть базовые категории пространства-времени и поля. В самом деле, в отсутствии кривизны эта сверхкатегория непосредственно переходит в базовую категорию пространства-времени. Если же кривизна является ненулевой, но пренебрежимо слабой, то всю ситуацию можно представить так, как если бы в плоском пространстве времени было распределено некое гравитационное поле.

Эти соображения наводят на мысль, что в бинарной геометрофизике, основанной на монистической парадигме, также должны в некоторой форме проявляться базовые категории и сверхкатегории теоретической физики. Теория свободных элементарных частиц, построенная на базе БСКО ранга (3, 3), не является полноценной, поскольку не учитывает взаимодействие. Следовательно, в такой теории невозможно указать соответствия всем категориям теоретической физики. Теория взаимодействующих элементарных частиц, построенная на базе БСКО ранга (4, 4; a), является в определенном смысле полноценной. Поэтому в ней подобные соответствия должны иметь место.

Посмотрим еще раз на схему, приведенную на рис. 2. Нетрудно увидеть, что выделенные группы элементов позволяют провести естественную аналогию между ними и категориями теоретической физики. Можно сказать, что выделенные нами три сущности, формирующиеся на двух парах элементов, представляют собой прообразы базовых категорий. Прообразом базовой категории частиц служат элементарные частицы, которые формируются на двух парах сопряженных элементов, например на парах (i, α) и (j, β) . Прообразом базовой категории пространства-времени является наведенный базис, сформированный на эталонных элементах (m, n) и (μ, ν) при учете опорных элементов. Прообраз базовой категории поля можно связать с источником взаимодействия, формирующимся на третьей паре элементов из описываемой структуры (k, γ) , а также на паре опорных элементов (l, λ) .

Поэтому все три базовые категории явно проявляются в виде своих прообразов. Эта мысль наглядно поясняется на правой диаграмме рис. 3, где в терминах БСКО ранга $(4, 4; a)$ изображен аналог метафизического треугольника, показанного на левой диаграмме. Конечно, в бинарной геометрофизике прообразы базовых категорий не являются независимыми сущностями, а увязаны в общую самосогласованную схему, подчиняющуюся закономерностям БСКО ранга $(4, 4; a)$.

Не составляет труда указать и прообразы сверхкатегорий. Им соответствуют группы, составленные из трех пар сопряженных элементов. Полный базис, составленный из трех пар эталонных элементов (m, n, l) и (μ, ν, λ) , следует считать прообразом сверхкатегории искривленного пространства-времени. При этом он включает в себя как наведенный базис (прообраз категории пространства-времени), так и часть источника (прообраз категории поля) в виде опорных элементов. Этому прообразу соответствует правая сторона треугольника, изображенного на правой диаграмме рис. 3. Далее, описываемая в теории БСКО ранга $(4, 4; a)$ полная структура, составленная из трех пар выделенных элементов (i, j, k) и (α, β, γ) , представляет собой прообраз сверхкатегории квантового поля. Она включает в себя элементарную частицу (прообраз категории частиц) и часть источника (прообраз категории поля) в виде одной из компонент второй элементарной частицы. Данному прообразу соответствует нижняя сторона треугольника, показанного на правой диаграмме рис. 3. Наконец, у нас еще остается наведенная БСКО ранга $(3, 3)$, закон фундаментальной симметрии которой также определяется тремя парами элементов. Формально она описывает левую (i, α) или правую (j, β) компоненту выделенной частицы (прообраз категории частиц) на основе наведенного базиса, сформированного на эталонных элементах (m, n) и (μ, ν) при учете опорных элементов. Эту наведенную БСКО ранга $(3, 3)$ или даже всю их совокупность следует соотносить с прообразом сверхкатегории реляционных частиц. Она включает в себя элементарную частицу (прообраз категории частиц) и наведенный базис (прообраз категории пространства-времени). Такому прообразу соответствует левая сторона треугольника, показанного на правой диаграмме (рис. 3).

Представленная на рис. 2 и 3 схема позволяет наметить пути осуществления предельных переходов от бинарной геометрофизики к трем дуалистическим теориям. Для этого в первую очередь необходимо выделить одну из трех базовых категорий, используя в качестве основы ее прообраз. Тогда оставшаяся часть единого первоначала физической реальности будет отвечать за формирование соответствующей сверхкатегории.

Для перехода к квантовой теории необходимо прежде всего выделить базовую категорию пространства-времени. Поскольку ее прообразом является наведенный базис, то данная базовая категория должна формироваться из него с помощью некоторой процедуры усреднения [16]. В результате такого предельного перехода полная структура перейдет в сверхкатегорию квантового поля, а именно во взаимодействующие между собой спинорное (электронно-позитронное) и электромагнитное квантовые поля. Аналогичным

образом можно наметить способы осуществления и других предельных переходов. Для перехода к ОТО следует выделить базовую категорию частиц, используя её прообраз в виде элементарной частицы и некоторую специальную процедуру усреднения. Переход к реляционной теории осуществляется путём выделения базовой категории поля на основе её прообраза в виде источника взаимодействия. При этом также должна использоваться некоторая специфическая процедура усреднения.

4. Преобразования вырожденных БСКО

Закон фундаментальной симметрии для невырожденных БСКО ранга (3, 3) обладает конформной инвариантностью [2; 4]. Это приводит к тому, что такие БСКО порождают *конформные пучки*. В физически допустимом конформном пучке можно выделить большое количество *конформных струй*, которым соответствуют отдельные *реальности*. Каждая такая реальность характеризуется своими независимыми значениями физических констант. Мы живем в одной из таких реальностей [4; 17]. Подобная точка зрения соответствует концепции мультивселенной, в которой мир трактуется как совокупность реально существующих параллельных вселенных [18]. Отсюда с позиций бинарной геометрофизики возникает новый взгляд на проблему антропного принципа.

Нетрудно убедиться, что закон фундаментальной симметрии (2) для вырожденных БСКО ранга (4, 4; а), основанный на использовании окаймленного определителя, не обладает свойством конформной инвариантности. Оказывается, однако, что существует другое глобальное преобразование, по отношению к которому этот закон остаётся инвариантным. Этим преобразованием является глобальная *трансляция*, которая описывается выражением

$$\tilde{v}_{i\alpha} = v_{i\alpha} + c'_i + c'_\alpha, \quad (13)$$

где c'_i, c'_α – произвольные комплексные числа. Иначе говоря, если исходные парные отношения $v_{i\alpha}$ удовлетворяют закону фундаментальной симметрии (2) для вырожденной БСКО ранга (4, 4; а), то и новые парные отношения $\tilde{v}_{i\alpha}$ будут удовлетворять тому же закону.

Путем выбора пары опорных элементов, удастся получить разложение

$$v_{i\alpha} = u_{i\alpha} + w_{i\alpha}, \quad (14)$$

где парные отношения $u_{i\alpha}$ удовлетворяют закону фундаментальной симметрии (3) для невырожденной БСКО ранга (3, 3), а

$$w_{i\alpha} = v_{i\lambda} + v_{l\alpha} - v_{l\lambda}. \quad (15)$$

Нетрудно проверить, что коэффициенты $w_{i\alpha}$ подчиняются закону фундаментальной симметрии для вырожденной БСКО ранга (2, 2; а)

$$\Phi_{(2,2;a)} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & w_{i\alpha} & w_{i\beta} \\ 1 & w_{j\alpha} & w_{j\beta} \end{vmatrix} = 0. \quad (16)$$

Полученный результат означает, что мы разложили исходную вырожденную БСКО ранга (4, 4; а) на композицию невырожденной БСКО ранга (3, 3) и вырожденной БСКО ранга (2, 2; а). При этом данное разложение носит локальный характер, поскольку основано на выборе конкретной пары опорных элементов.

С учетом выбора опорных элементов l и λ в БСКО ранга (4, 4; а) рассмотрим комбинированное преобразование следующего вида:

$$\tilde{v}_{i\alpha} = \tilde{u}_{i\alpha} + \tilde{w}_{i\alpha}, \quad (17)$$

$$\tilde{u}_{i\alpha} = c_i c_\alpha u_{i\alpha}, \quad \tilde{w}_{i\alpha} = w_{i\alpha} + c'_i + c'_\alpha. \quad (18)$$

Очевидно, что преобразование трансляции, определяемое коэффициентами c'_i и c'_α , не изменяет закон фундаментальной симметрии (16) для вырожденной БСКО ранга (2, 2; а), которому удовлетворяют парные отношения $w_{i\alpha}$. Первое соотношение в (18) описывает конформное преобразование наведенной невырожденной БСКО ранга (3, 3). Поэтому соответствующий закон фундаментальной симметрии (3) также остается в силе. Покажем, что общее преобразование (17) не изменяет закон (2) для вырожденной БСКО ранга (4, 4; а).

В первую очередь, избавляемся от коэффициентов c'_i и c'_α , поскольку закон фундаментальной симметрии для вырожденной БСКО ранга (4, 4; а) остается инвариантным относительно глобального преобразования трансляции (13). Далее, с учетом того обстоятельства, что парные отношения $w_{i\alpha}$ определяются выражениями вида (15), параметры $v_{i\lambda}$, $v_{l\alpha}$, а также и дополнительное слагаемое $v_{l\lambda}$ можно расценивать как коэффициенты некоторого глобального преобразования трансляции. В результате приходим к соотношению

$$\begin{vmatrix} 0 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & \tilde{v}_{i\alpha} & \dots & \tilde{v}_{i\gamma} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \tilde{v}_{k\alpha} & \dots & \tilde{v}_{k\gamma} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & \tilde{u}_{i\alpha} & \dots & \tilde{u}_{i\gamma} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \tilde{u}_{k\alpha} & \dots & \tilde{u}_{k\gamma} \end{vmatrix}. \quad (19)$$

Определитель справа можно разложить по первой строке, а затем каждый полученный определитель снова разложить по первому столбцу. Итоговое выражение будет содержать сумму и разность определителей ранга 3×3 , компонентами которых будут всевозможные парные отношения вида $\tilde{u}_{i\alpha}$. Все

такие определители равны нулю, поскольку эти парные отношения удовлетворяют закону фундаментальной симметрии (3) для невырожденной БСКО ранга (3, 3). Следовательно, полный определитель также будет равен нулю. Отсюда получается, что парные отношения $\tilde{v}_{ia}$ по-прежнему будут удовлетворять закону фундаментальной симметрии (2) для вырожденной БСКО ранга (4, 4; а). Подчеркнём ещё раз, что рассмотренные комбинированные преобразования (17), (18) не носят общего характера. Они привязаны к конкретным опорным элементам и, следовательно, являются локальными.

Глобальные трансляции вырожденной БСКО ранга (4, 4; а) никак не затрагивают наведённые невырожденные БСКО ранга (3, 3). Преобразования трансляции (13) не изменяют парные отношения u_{ia} , поскольку они влияют только на величины w_{ia} , формирующие наведённую БСКО ранга (2, 2; а). Рассмотрим одну из наведённых БСКО ранга (3, 3), соответствующую опорным элементам l и λ . Конформные преобразования данной БСКО приводят к изменению парных отношений u_{ia} , а следовательно, и парных отношений v_{ia} в исходной вырожденной БСКО ранга (4, 4; а). Это означает, что конформный сдвиг одной из наведённых БСКО ранга (3, 3) приводит к сдвигу (неконформному) исходной вырожденной БСКО ранга (4, 4; а) (рис. 4). Сдвиг исходной БСКО ранга (4, 4; а) тут же приводит к сдвигу (также неконформному) и всех остальных наведённых БСКО ранга (3, 3).

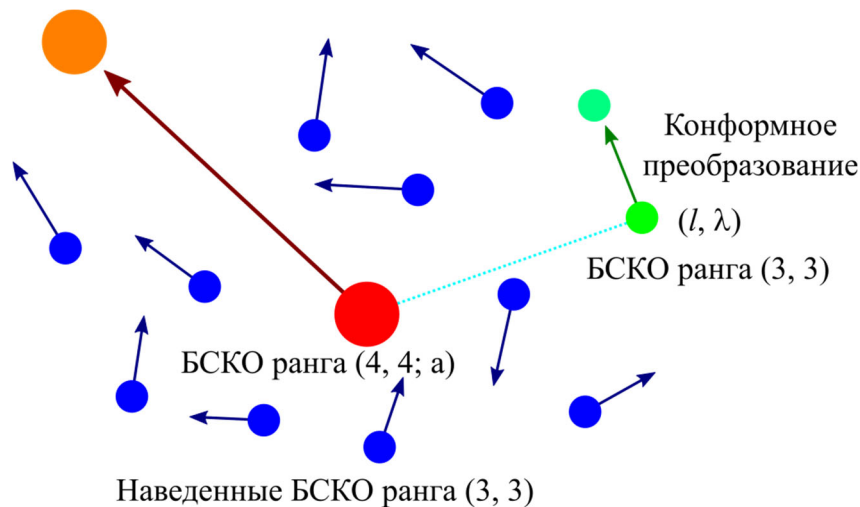


Рис. 4. Конформное преобразование одной из наведённых БСКО ранга (3, 3), соответствующей опорным элементам l и λ , вызывает неконформное смещение исходной БСКО ранга (4, 4; а). Это, в свою очередь, приводит к неконформному смещению всех остальных наведённых БСКО ранга (3, 3)

Источник: составлено автором.

Произвольные конформные преобразования данной наведённой БСКО ранга (3, 3) порождают некоторый конформный пучок, в котором участвует как сама исходная БСКО ранга (4, 4; а), так и весь остальной набор наведённых БСКО ранга (3, 3). Ясно, что подобную процедуру можно осуществить с любой другой наведённой БСКО ранга (3, 3). В результате мы получим не

один конформный пучок, а совокупность из N^2 пучков, где N – количество элементов в каждом множестве. Все вместе они описывают весь возможный набор конформных преобразований данной вырожденной БСКО ранга $(4, 4; a)$. Эту совокупность пучков можно назвать *конформным сверхпучком*, который порождается данной вырожденной БСКО ранга $(4, 4; a)$.

Таким образом, по сравнению со случаем невырожденных БСКО ранга $(3, 3)$ [4; 17] здесь добавляется ещё один уровень, соответствующий сверхпучкам. С точки зрения вырожденных БСКО ранга $(4, 4; a)$ универсум состоит из конформных сверхпучков, а те, в свою очередь, уже распадаются на отдельные конформные пучки. Такая структура универсума выглядит более сложно, однако она отражает тринитарный характер взаимодействия частиц и, кроме того, вполне может быть учтена теми способами, которые применялись ранее для случая свободных элементарных частиц [16]. В частности, в квантовом пределе трёхуровневая структура универсума (конформные сверхпучки, конформные пучки, конформные струи) позволяет прийти к концепции квантового поля.

Заключение

В работе проанализирована возможность описания взаимодействующих элементарных частиц на базе вырожденных БСКО симметричного ранга. Рассмотрен прообраз электромагнитного взаимодействия между электронами и позитронами. Предлагаемый в статье подход позволяет преодолеть недостатки, присущие ранее предлагавшимся подходам [2; 7].

Развиваемая теория взаимодействующих частиц не содержит никаких дополнительных постулатов. Вместо прообраза лагранжиана можно сразу получить алгебраические соотношения, играющие роль прообразов динамических уравнений. Кроме того, достигается определенное равноправие между вырожденными и невырожденными БСКО симметричных рангов: невырожденные БСКО описывают свободные элементарные частицы, а вырожденные БСКО используются для описания их взаимодействия.

Анализ показывает, что вырожденная БСКО может быть представлена как совокупность наведенных невырожденных БСКО меньшего ранга. Поэтому в такой теории взаимодействующих частиц осуществляется естественный переход к частному случаю свободных частиц. В каждой наведенной БСКО имеют место прообразы уравнений Дирака и Максвелла.

В рамках предложенной модели можно усмотреть прообразы базовых категорий и сверхкатегорий теоретической физики. Данное обстоятельство позволяет наметить путь предельных переходов к дуалистическим теориям. Для этого необходимо выделить какую-либо базовую категорию на основе ее прообраза, а затем осуществить некоторую специфическую процедуру усреднения. В частности, предельный переход к квантовой теории может быть осуществлен по аналогии со случаем свободных элементарных частиц [17].

По сравнению со случаем свободных частиц, описываемых в рамках невырожденных БСКО ранга $(3, 3)$ [16], для взаимодействующих частиц

добавляется еще один уровень строения универсума, соответствующий конформным сверхпучкам. В результате возникает трёхуровневая структура универсума, включающая в себя конформные сверхпучки, конформные пучки и конформные струи. Такая структура выглядит полноценной с точки зрения метафизического принципа тринитарности [5; 11]. В частности, в квантовом пределе такое строение универсума естественным образом приводит к концепции квантового поля.

Автор выражает благодарность Ю.С. Владимирову и И.А. Бабенко за полезные обсуждения.

Работа выполнена в рамках госзадания по теме «Численное моделирование течений в околозвёздных оболочках и атмосферах экзопланет (Шифр – ЭКЗОПЛАНЕТЫ) (FFWN-2024-0006)».

Литература

1. Владимиров Ю. С. Метафизика. Москва : БИНОМ, 2009. 568 с.
2. Владимиров Ю. С. Основания физики. Москва : БИНОМ, 2008. 455 с.
3. Лейбниц Г. В. Сочинения : в 4 томах. Т. 1. Москва : Мысль, 1982. С. 413–429.
4. Жилкин А. Г. Бинарные системы комплексных отношений как материальные проекции монад Лейбница // Метафизика. 2025. № 1 (55). С. 69–83.
5. Владимиров Ю. С. Метафизические основания физики. Москва : ЛЕНАНД, 2024. 240 с.
6. Жилкин А. Г. Описание свободных элементарных частиц в бинарной геометрофизике // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2024. № 3–4. С. 53–66.
7. Владимиров Ю. С. Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. 2. Теория физических взаимодействий. Москва : Московский государственный университет, 1998. 448 с.
8. Кулаков Ю. И. Теория физических структур. Новосибирск : Альфа Виста, 2004. 851 с.
9. Владимиров Ю. С. Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. 2. Теория систем отношений. Москва : Московский государственный университет, 1996. 262 с.
10. Весс Ю., Беггер Д. Суперсимметрия и супергравитация. Москва : Мир, 1986. 184 с.
11. Жилкин А. Г. Феноменология Сверхличности. Москва : Янус-К, 2019. 368 с.
12. Жилкин А. Г. Реляционная физика с точки зрения метафизики // Метафизика. 2014. № 2 (12). С. 49–67.
13. Жилкин А. Г. Реляционный принцип полного поглощения // Метафизика. 2020. № 2 (36). С. 34–49.
14. Жилкин А. Г. Аналогия между принципом эквивалентности и реляционным принципом полного поглощения // Метафизика. 2023. № 1 (47). С. 40–56.
15. Жилкин А. Г. Реляционные частицы как мера динамики поля // Метафизика. 2024. № 1 (51). С. 33–51.
16. Жилкин А. Г. Предельный переход к уравнению Дирака из бинарной геометрофизики // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2024. № 3–4. С. 67–79.
17. Жилкин А. Г. Конформные пучки бинарных систем комплексных отношений // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2025. № 3. С. 31–43.
18. Пенроуз Р. Путь к реальности, или Законы, управляющие Вселенной. Москва ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007. 912 с.

DEGENERATE BINARY SYSTEMS OF COMPLEX RELATIONS AS A WAY OF DESCRIBING INTERACTING PARTICLES

A.G. Zhilkin*

*Institute of Astronomy of the Russian Academy of Sciences
48 Pyatnitskaya St, Moscow, 119017, Russian Federation*

Abstract. The paper considers an alternative way of describing interacting elementary particles in binary geometrophysics, based on the use of degenerate binary systems of complex relations of symmetric rank. From a metaphysical point of view, the prototype of the electromagnetic interaction of electrons and positrons is analyzed. It is shown that the original degenerate binary structure of rank $(4, 4; a)$ is equivalent to a set of induced non-degenerate binary structures of rank $(3, 3)$. In each induced binary system of complex relations, describing the elementary process of interaction of two separate particles, there are prototypes of the Dirac and Maxwell equations.

Keywords: binary geometrophysics, metarelational paradigm, paradigms of theoretical physics, electromagnetic interaction, Dirac equation, Maxwell equations.

* E-mail: zhilkin@inasan.ru

МЕТАФИЗИКА И МЕТОДОЛОГИЯ

DOI: 10.22363/2224-7580-2026-2-76-84
EDN: GMQNWH

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПЛЮРАЛИЗМ В СОВРЕМЕННОЙ КОСМОЛОГИИ

В.Н. Князев^{1,2}, А.А. Дементьев¹

¹*Московский педагогический государственный университет
Российская Федерация, 119991, Москва, ул. Малая Пироговская, д. 1, стр. 1*

²*Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
Российская Федерация, 111250, Москва, ул. Красноказарменная, д. 14*

Аннотация. В статье выражено авторское понимание методологического плюрализма, неизбежно реализующегося в современной космологии. Авторы опираются на анализ результатов исследований, целью которых стало выявление конкурирующих подходов к решению фундаментальных методологических проблем в космологии. Эпистемологическая роль методологии плюрализма чрезвычайно значима не только для раскрытия динамики исторического развития астрофизики и космологии, но и для осмысления их современного состояния. В работе выявлены противоборствующие позиции исследователей, предлагающих конкурирующие методологические подходы в контексте сложившихся тенденций в современной космологии, и идеи, способные нейтрализовать негативное влияние некоторых из них. Представлено обоснование ограниченности традиционного мышления в космологии и предложено решение для противодействия его влиянию. В работе использованы ключевые эпистемологические тезисы, позволившие допустить, что чем большее количество космологических моделей, тем выше шансы на получение в последующем оптимально верных и адекватных представлений о Вселенной.

Ключевые слова: космология, методология, плюрализм, космологическая постоянная, знания о Вселенной, Фейерабенд

Введение

При решении методологических проблем космологии возникли противоречия между старыми и новыми теориями из-за появления знаний на основе новых фактических данных [1. С. 17]. Несоответствия возникают потому, что наука основана на опыте, а наблюдения нельзя проверить теоретически

нейтральным способом. Теоретические и эмпирические подходы подчас трудно разделить. В силу известной методологической установки о «теоретической нагруженности фактов» мы не можем отделить эмпирические данные от наших сущностных представлений об объектах [2. С. 33]. Поэтому эмпирические данные – главный критерий обоснования сущности того или иного космологического феномена [3. С. 213].

Современная космология создает довольно полную картину астрофизических явлений в их развитии. При этом методологический консенсус в космологии скорее отсутствует из-за влияния личностных и социальных ценностей ученых, которые критикуют существующие теории [4].

С нашей точки зрения, в активно эволюционирующей космологической науке конкурирующее противоборство подходов, выраженных во взглядах сторонников различных научных школ, – это значимая тема в философии науки. Например, в современных исследованиях предлагается множество объяснений того, что такое космологическая постоянная Λ . Четверть века назад, когда наблюдательные данные об ускоренном расширении были новыми, на уровне установленных значений предлагалось большое число вариативных объяснений: получаемые данные свидетельствовали о возможной калибровке или определенных ошибках измерений, эволюции светимости сверхновых, присутствии серой пыли или других астрофизических эффектах [5. С. 47].

После сбора данных о скорости расширения, полученных в результате многочисленных независимых исследований, сообщество астрофизиков и космологов на рубеже XX–XXI веков пришло к парадигмальному мнению о том, что расширение Вселенной ускоряется. В настоящее время продолжается поиск объяснений, которые применимы к различным источникам наблюдений, образующих методологический плюрализм в современной космологии.

Ныне существует минимум шесть основных трактовок космологической постоянной Λ :

- постоянная, возникающая из физической материи, как некая модификация стандартной модели физики элементарных частиц. В этой трактовке Λ рассматривается как результат каких-то свойств материи, которые не учтены в стандартной физике элементарных частиц [6. С. 8];
- фундаментальная константа природы – измеряемый параметр (как и гравитационная постоянная G или постоянная Ньютона) [7. С. 81];
- эффект темной энергии в качестве нового типа массы-энергии, которая может быть скалярным полем, подобным частице Хиггса, или чем-то более сложным и не обязательно является постоянной величиной [8. С. 91];
- эффект коррекции уравнений общей теории относительности, обусловленной более полной теорией гравитации, в результате чего она выглядит как скалярное поле, но также имеет динамические последствия [9. С. 36];
- эффект неправильного применения метрики FLRW (Фридмана – Леметра – Робертсона – Уокера), или Вселенная Фридмана, как результат локально неоднородной Вселенной, или следствием каких-либо других систематических ошибок в нашем моделировании явлений, связанных с

ускоренным расширением [10. С. 9]. Если Вселенная не так однородна и изотропна, как предполагает эта модель, или если в расчетах есть систематические ошибки, то ускоренное расширение может быть мнимым, а Λ – просто следствием этих ошибок;

– энергия вакуума, в нашем случае мультивселенной [11. С. 22], которая может иметь большее значение, чем мы ожидаем от физики элементарных частиц, из-за какого-то неизвестного механизма.

Открытое почти 100 лет назад Хабблом расширение Вселенной породило нерешенные противоречия в доказательной базе. Наука обычно ориентирована на точные значения характеристик объектов и явлений. Вместе с развитием представлений о расширении Вселенной растет объем знаний, что создает новые проблемы и противоречия. В частности, ожидалось, что телескоп Джеймса Уэбба даст точную информацию о скорости расширения Вселенной.

Однако вновь сложилась ситуация, внесшая неустойчивость в ранее, казалось бы, незыблемые данные. Выявленные при наблюдениях данные в некоторых аспектах вступали в противоречие. Скажем, команда А. Рисса из Университета Джонса Хопкинса обнаружила, что скорость расширения Вселенной на 8 % выше теоретических предсказаний [1. С. 22]. Результатом выявленных неточностей стало предположение об отсутствии в современной теоретической космологической модели какого-то дополнительного компонента, ускоряющего космическое расширение.

Образовавшийся конфликт, получивший название «напряжение Хаббла», может быть разрешен в случае, если удастся найти предполагаемый компонент, отсутствующий в настоящее время в космологической модели [12. С. 136]. Конечно, расхождение результатов двух методов не означает нарушения законов физики. Оно скорее указывает на системную ошибку в одном из методов определения скорости расширяющейся Вселенной.

Так, в рамках официальной экспертной оценки были получены результаты, указывающие на наличие несоответствия в наблюдениях Э. Хаббла как раз в пределах измерений [1. С. 23]. В таком случае решение сложившейся конфронтации в исследовательских позициях является необходимым условием устранения «напряжения Хаббла».

При таком подходе утрачивается необходимость в создании существенно новой космологической модели. На сегодняшний день эта «напряженность» точек зрения сохраняется ввиду отсутствия данных, способных быть противопоставленными данным телескопа Дж. Уэбб и существующей до настоящего времени Стандартной космологической модели.

Возникают компромиссные варианты с разными допущениями:

- 1) галактики действительно существуют, но они не настолько огромные или не настолько ранние, как указывалось в более ранних исследованиях;
- 2) они содержат сверхмассивные чёрные дыры, которые нагревают близлежащий газ, в результате чего галактики кажутся ярче и, следовательно, массивнее, чем они есть на самом деле.

Одновременно с этим существует противоположная позиция П.К. Фейерабенда, который в рамках концепции эпистемологического анархизма указывает на невозможность установления универсальных критериев истинности знания, познание которого осуществляется стихийно, в хаотическом переплетении всех форм сознания и деятельности [13. С. 54].

Фейерабэнд считает, что не стоит пытаться свести все идеи к единой системе. Он специально избегает строгой организации своих взглядов, чтобы сохранить ощущение хаоса там, где обычно видят «упорядоченное функционирование вещей и процессов» [13. С. 37]. Такой подход позволяет существовать множеству научных гипотез и поддерживает «плодотворную неточность», в какой-то степени стирая границы между наукой и искусством.

Применение методологического анархизма Фейерабенда к современной космологии демонстрирует продуктивность сосуществования принципиально различных подходов к пониманию Вселенной. Стандартная космологическая модель, основанная на метрике Фридмана – Леметра – Робертсона – Уокера, предполагает однородность и изотропность Вселенной на больших масштабах. Однако инфляционная космология предлагает кардинально иной методологический подход, постулируя период экспоненциального расширения в ранней Вселенной, что позволяет объяснить наблюдаемую плоскостность и однородность без других априорных допущений. Фрактальная космология, в свою очередь, отвергает принцип космологической однородности, предлагая иерархическую структуру материи на всех масштабах. Согласно Фейерабенду, такое разнообразие методологических подходов не должно рассматриваться как проблема, требующая выбора «правильной» теории, но как необходимое условие научного прогресса, поскольку каждый подход высвечивает различные аспекты космологической реальности, недоступные в рамках единой парадигмы.

В современных публикациях авторы подчеркивают необходимость в рамках развития космологии как научной дисциплины создание космологических моделей, отличных от стандартно признанных моделей Фридмана – Леметра – Робертсона – Уокера, выходящих за описываемый ими космологический сценарий [14. С. 41].

Альтернативные модели, в отличие от стандартных, основываются на описаниях, тесно связанных с реальными наблюдениями. Это даёт возможность космологам проверять и уточнять основы Стандартной модели, устранять противоречия между разными взглядами и создавать новые направления исследований.

В данном случае можно сделать вывод о том, что большинством исследователей признается действенность Стандартной космологической модели, не допуская ее современное устаревание в контексте приобретенных в последнее время знаний. Более того, по мнению части исследователей, следует поддерживать взаимосвязь со «здоровым» контентом базовых наблюдений с целью развития более самокритичной и менее доктринальной космологии, в которой два взаимодополняющих подхода выгодно взаимодействуют, дополняя друг друга.

Результаты исследования

Со времен Галилея ученые определяют истину через призму взаимодействия теории и опыта, в котором гипотеза проверяется опытом как источником и главным критерием истинности научных знаний.

По Л. Больцману, все теории – это представления природных явлений [15]. В своих философских работах он выступал против догматизма и настаивал на том, что научные теории – это не абсолютные истины, а лишь модели или «картинки», с помощью которых мы объясняем и понимаем явления природы. В контексте эпистемологического мышления Л. Больцмана концепция истинности сохраняется, поскольку основана на принципе теоретического плюрализма, допускающего представление разными моделями одной и той же группы природных явлений. Сложившиеся обстоятельства не позволяют выбрать одну модель как единственно верную из множества возможных. Акцент переносится на адекватность модели изучаемому явлению.

Согласно Больцману, в науке не стоит стремиться к окончательной, абсолютной истине, которая бы полностью определяла Природу. Вместо этого задача науки – строить всё более адекватные и полезные модели, которые могут меняться и совершенствоваться по мере накопления новых данных и развития мышления, «отражая внешний мир, служащий путеводной звездой в... экспериментах», и адаптируя их к изменчивым условиям [15. С. 137]. Эти рассуждения Больцмана коррелируют с последующими эволюционными идеями И. Лакатоса в его концепции методологии исследовательских программ. Последний пишет: *«История науки была и будет историей соперничества исследовательских программ (или, если угодно, «парадигм»), но она не была и не должна быть чередованием периодов нормальной науки: чем быстрее начинается соперничество, тем лучше для прогресса. „Теоретический плюрализм“ лучше, чем „теоретический монизм“: здесь я согласен с Поппером и Фейерабендом и не согласен с Куном»* [16. С. 117].

Таким образом, следует дистанцироваться от попыток упорядочивания всего в соответствии с известными нам категориями, а не искать пути адекватной адаптации к изменчивым потребностям текущего момента. Поскольку теории представляют собой теоретические образы природы, все они обладают некоторой объяснительной силой. Подвергаясь сильным нападкам со стороны критиков, теория способна самостоятельно избавляться от неуместных ей элементов, в то время как значимые элементы останутся в ее лоне.

Важно подчеркнуть то, что теории являются репрезентациями соответствующих фрагментов реальности и на определенном этапе подвержены влиянию субъективных предпочтений исследователя, но при этом они не полностью произвольны. Основная цель любой теории – отобразить то, что происходит в природе, и успешная теория в значительной степени достигает этой цели, используя символы или математический язык просто в качестве условных обозначений.

Однако, поскольку теория должна содержать представление о самой природной реальности, её условные обозначения всегда ограничены только теми аспектами, которые действительно отражают реальные черты исследуемых явлений. Нельзя сказать, что теории – это просто условности, потому что после того, как они были тщательно изучены исследователями, они становятся «привязанными» к природе. Существует один важный критерий прогностической способности любой теоретической модели. Предсказывая неизвестные явления, модель показывает свою объяснительную силу. Она выявляет новые «фрагменты», изучение которых углубляет познание.

Опираясь на одну из ключевых целей науки – расширение и систематизация знаний о природе, можно предположить о повышении вероятности использования всего разнообразия теорий и моделей для разъяснения еще непонятных нам явлений природы. Методологический плюрализм допускает множество космологических моделей с разными образами Вселенной. Истинная сущность Вселенной остается несколько непознаваемой. В таком случае догматическое (стереотипное) мышление действует разрушительно. Оно лишает ученых возможности мыслить по-новому, препятствуя появлению теорий, важных для развития космологии.

Эпистемологический анархизм Фейерабенда особенно актуален в контексте современных космологических дискуссий. Его принцип *anything goes* («всё дозволено») не означает хаос, а указывает на необходимость освобождения от методологических ограничений, которые могут препятствовать открытию новых аспектов космологической реальности. Так, попытки создать «теорию всего» или свести космологию к единой математической формулировке, с точки зрения Фейерабенда, представляют собой форму научного догматизма. Вместо этого следует поощрять разработку взаимно несовместимых теорий, поскольку именно их столкновение и конкуренция способны выявить скрытые предпосылки господствующих парадигм и открыть новые исследовательские горизонты.

В данном контексте очевидным является предоставление широкого спектра возможностей существования различных теоретических представлений в космологии, способствующих ее развитию, невзирая на доминирование Стандартной космологической модели в условиях современности. С нашей точки зрения методологический плюрализм необязательно подразумевает только конкуренцию между различными теориями, но способен выступать в качестве взаимодополняемого элемента в рамках феноменологического подхода к космологии.

Опираясь на тезисы Д. Дойча, все теории обладают некоторой объяснительной силой, которая в конечном итоге свидетельствует о наличии каких-либо физических процессов, происходящих во Вселенной [9. С. 222]. Следовательно, методологический плюрализм не является проблемой для лучшего понимания Вселенной. И если в выявленных различиях присутствуют элементы, противоречащие друг другу, то наблюдение выступает в качестве оптимального механизма, благодаря которому возможно устранение

неподходящих элементов, а также дополнение отсутствующих знаний. Одна космологическая модель может быть лучше другой лишь условно.

В современной космологии есть и альтернативные идеи, которые не получили достаточно эмпирических подтверждений, например информационная и фрактальная концепции Вселенной [17. С. 211].

Скажем, фрактальная модель предполагает, что структура Вселенной устроена по принципу фрактала, то есть состоит из самоподобных элементов, повторяющихся на разных масштабах. В рамках этой модели материя распределена не равномерно, как в классической космологии. Скопления и сверхскопления образуют иерархии, похожие друг на друга, независимо от масштаба. Современные наблюдения подтверждают однородность на больших масштабах от 100 парсек и выше. Однако идеи фракталов могут успешно применяться для анализа структуры Вселенной на малых и средних масштабах.

Заключение

Опираясь на достигнутые в рамках современных астрофизических исследованиях результаты, можно сформулировать ряд выводов, согласно которым догматизм препятствует научному прогрессу. Чтобы избежать этого, необходимо принять методологический плюрализм как основу космологических исследований. Это поможет избежать необоснованной веры в идеи, базирующиеся лишь на личных убеждениях и сложившихся традициях.

Методологический плюрализм необходим для формулирования разных представлений о природе и свободного творчества исследователей. Однако следует учитывать имеющиеся в этом случае ограничения, обусловленные наличием личных убеждений ученых, которые не могут быть приравнены ни к одной «истинной концепции» Вселенной, поскольку ее подлинная реальность далеко не полностью познана.

Стандартная модель Вселенной не способна объяснить плоскость Вселенной, инфляционная модель Вселенной предполагает сверхускоренный период расширения Вселенной на раннем этапе, а некоторые версии инфляционной модели – растущий фрактал, что существенно отличается от стандартной модели, в частности, тем, что она объясняет некоторые процессы, которые не могут быть описаны в рамках стандартной модели.

Ввиду того, что ни одна космологическая модель никогда не сможет содержать окончательного знания о Вселенной, из этого следует, что никакая космологическая концепция не может содержать вечных истин. В этом случае допущение, согласно которому, чем больше количество космологических моделей, тем выше шансы на то, что мы получим оптимально верные представления о Вселенной, следует считать верным.

Научное знание – это постоянный поиск лучших, но не окончательных представлений о природе. Смена теорий – важная особенность подлинной науки. Она возможна, если понимать, что теории не достигают окончательной истины. Другими словами, новая научная теория может быть только в чем-то лучше уже существующей теории, и не более того. Следовательно, любая

космологическая модель может быть временным объяснением того, что человек выбирает или способен наблюдать во Вселенной. Как только объяснение сформулировано, оно уже обречено на последующую трансформацию, но не во всем, а в определенном аспекте. Совокупность сформулированных нами выводов позволяет предположить, что важным, на наш взгляд, является признание теорий и моделей о Вселенной в качестве интеллектуальных репрезентаций. В завершение следует подчеркнуть, что получение новых экспериментально-наблюдательных данных за последние 2–3 года благодаря космическому телескопу Джеймса Уэбба все более свидетельствует об удивительной проблемности и даже невозможности согласования их с господствующими теоретическими космологическими моделями, включая так называемую парадигму Большого взрыва!

Литература

1. *Koberinski A.* Generalized frameworks: Structuring searches for new physics // *European Journal for Philosophy of Science*. 2023. 13.1. P. 1–23.
2. *Wallace D.* Quantum gravity at low energies // *Studies in History and Philosophy of Science*. 2022. 94. P. 31–46.
3. *Павленко А. Н.* Философские проблемы космологии: Вселенная из «ничего», или Вселенная из «небытия» / А. Н. Павленко ; Российская академия наук, Институт философии. Москва : URSS, 2012. 206 с.
4. *Calcagni G., Varieschi G. U.* Gravitational potential and galaxy rotation curves in multi-fractional spacetimes // *Journal of High Energy Physics*. 2022. 8. [https://doi.org/10.1007/JHEP08\(2022\)024](https://doi.org/10.1007/JHEP08(2022)024)
5. *Manohar A. V.* Introduction to effective field theories / *Effective Field Theories in Particle Physics and Cosmology: Lecture Notes of the Les Houches Summer School: Vol 108*. July 2017. 108. P. 47, 2020.
6. *Moniz P. V., Jalaalzadeh S.* From Fractional Quantum Mechanics to Quantum Cosmology: An Overture // *Mathematics*. 2020. 8. <https://doi.org/10.3390/math8030313>
7. *Jalalzadeh S., da Silva E. R., Moniz P. V.* Prospecting black hole thermodynamics with fractional quantum mechanics // *European Physical Journal*. 2021. P. 81. <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-021-09438-5>
8. *Volchenkov M. L.* On the temporal problem in quantum cosmology // *Space, time and fundamental interactions*. 2023. No. 3–4(44–45). P. 89–92. DOI 10.17238/issn2226-8812.2023.3-4.89-92.
9. *Deutsch D.* Comment on “The Many Minds Interpretation of Quantum Mechanics” by Michael Lockwood // *British Journal for the Philosophy of Science*. 1996. Vol. 47, no. 2. P. 222.
10. *Smeenk Chris.* Trouble with Hubble: Status of the Big Bang Models // *Philosophy of Science*. 2022. P. 1–10. doi: 10.1017/psa.2022.40.
11. *Benrong Mu, Rong Yu, Dongmei Wang.* Spectra of Harmonic Oscillators with GUP and Extra Dimensions // *Journal of High Energy Physics, Gravitation and Cosmology*. 2019. Vol. 5, no. 1.
12. *Oliveira-Neto G., Marcon L. F.* Complete noncommutativity in a cosmological model with radiation // *European Physical Journal Plus*. 2021. 136. <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-021-01587-6>
13. *Feyerabend P. K.* Explanation, Reduction, and Empiricism, *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, III. Minneapolis : University of Minnesota Press, 1962. P. 28–97.

14. *Feyerabend P. K.* For and Against Method. Including Lakatos's Lectures on Scientific Method, and the Lakatos-Feyerabend Correspondence / edited by M. Motterlini. Chicago : University of Chicago Press, 1999. 459 p.
15. *Boltzmann L.* Principien der Natur filosofi / Lectures on Natural Philosophy 1903–1906. Berlin : Springer Verlag, 1990. 187 p.
16. *Лакатос И.* Фальсификация и методология научно-исследовательских программ. Москва : Медиум, 1995. 236 с.
17. *Князев В. Н.* Философские смыслы моделей мироздания в современной космологии // Наука и школа. 2014. № 5. С. 209–214.

METHODOLOGICAL PLURALISM IN MODERN COSMOLOGY

V.N. Knyazev^{1,2}, A.A. Dementyev¹

¹*Moscow State Pedagogical University*

1, bldg. 1 Malaya Pirogovskaya St, Moscow, 119991, Russian Federation

²*National Research University "MPEI",*

14 Krasnokazarmennaya St, Moscow, 111250, Russian Federation

Abstract. The article expresses the author's understanding of methodological pluralism, which is inevitably realized in modern cosmology. The authors rely on the analysis of research results, the purpose of which was to identify competing approaches to solving fundamental methodological problems in cosmology. The epistemological role of the methodology of pluralism is extremely important for revealing not only the dynamics of the historical development of astrophysics and cosmology, but also for understanding their current state. The work identifies the opposing positions of researchers offering competing methodological approaches in the context of existing trends in modern cosmology, and ideas that can neutralize the negative impact of some of them. The justification for the limitations of traditional thinking in cosmology is presented and a solution is proposed to counteract its influence. The work uses key epistemological theses that allow us to assume that the greater the number of cosmological models, the higher the chances of obtaining optimally correct and adequate ideas about the Universe in the future.

Keywords: cosmology, methodology, pluralism, cosmological constant, knowledge of the Universe, Feyerabend

DOI: 10.22363/2224-7580-2026-2-85-93
EDN: GMUVFF

ПРОБЛЕМА БЕСКОНЕЧНОСТИ В ФИЛОСОФИИ Ф.А. ГОЛУБИНСКОГО

В.Н. Катарсонов*

*Общecerковная аспирантура и докторантура
имени Святых равноапостольных Кирилла и Мефодия
Российская Федерация, 115035, Москва, ул. Пятницкая, д. 4/2*

Аннотация. В статье рассматриваются философские размышления профессора Московской Духовной Академии Ф.А. Голубинского, касающиеся проблемы актуальной бесконечности.

Ключевые слова: актуальная и потенциальная бесконечность, Декарт, разум и рассудок, воля и разум, Бог и бесконечность

Проблема бесконечности идет красной линией через всю человеческую культуру. Бесконечность есть традиционная тема науки, философии, богословия. В христианском богословии тема бесконечности Бога всегда была в центре внимания¹. Русская богословская традиция не являлась здесь исключением. В этом плане особенно интересными представляются размышления профессора Московской духовной академии протоиерея Федора Андреевича Голубинского (1797–1854). Конечно, не удивительно, что проблема бесконечности находит свое место в курсах духовных академий первой половины XIX века, поскольку, почти от самого начала христианского богословия она была классической частью последнего. Но рассуждения Голубинского интересны именно тем, что он обсуждает проблему бесконечного в своих лекциях по *философии*, с точки зрения естественного разума и философских традиций, хотя и не упускает возможности обозначить богословские импликации своих размышлений. Несмотря на отдаленность во времени и значительно изменившийся философский ландшафт обсуждений проблемы бесконечного, думаю, что размышления протоиерея – профессора достаточно интересны и сегодня².

Рассуждения эти мы находим во втором выпуске Лекций по философии, во втором отделении части «Онтология». Первое отделение посвящено обсуждению сферы конечного бытия, второе носит название «Учение о Бесконечном» [1]. Все рассуждение вращается в основном вокруг очень важного и принципиального вопроса: откуда, вообще, берется у нас идея бесконечного, если весь человеческий опыт, по-видимому, конечен? Перед обсуждением

* E-mail: vladimir15k@mail.ru

¹ Краткую историю бесконечности см. в моей статье [5].

² См.: Н.К. Гаврюшин [2]; С.В. Корнилов [3].

этого вопроса, справедливо считает Голубинский, мы должны прежде всего сформулировать, что мы понимаем под *идеей* вообще и конкретно, – под *идеей* бесконечного. «Прежде называли идеей всякое представление, и более чувственное и умственное. В этом значении принимали идею последователи Лейбница и Вольфианцы. Но Платон не так понимал идею, он отличал ее и от чувственных представлений, или воззрений, и от общих или родовых понятий разума. В смысле Платона мы будем принимать идею о Бесконечном. Она не есть ни ощущение чувственных предметов, ни общее понятие разума, составленное из чувственных представлений» [1. С. 67]³. Идея бесконечного не может быть чувственным данным, ибо последние всегда подчинены условиям пространства и времени, – ссылается наш философ на Канта, – и будут конечны. Не может она принадлежать и к общим априорным понятиям рассудка (заметим, Голубинский использует вместо традиционного для сегодняшнего философского словаря разделения *рассудок* – *разум* термины *разум* – *ум* соответственно), они также требуют для себя чувственной «материи». Идея бесконечного принадлежит, собственно, уму (разуму), заключает Голубинский.

Идея бесконечного, однако, не является для ума ясной и отчетливо воспринимаемой. Она, подчеркивает Голубинский, представляется нам смутно и постигается, скорее, в своих следствиях. «Конечно, мы не видим идеи, но действия ее, возбуждения или стремления, производимые ею в коренных силах души нашей, более или менее, живее или слабее [мы] можем ощущать. Идея о Бесконечном сама в себе неисчерпаема, но мы можем более или менее приближаться к ней и разумением, и чувствованием, и волею» [1. С. 66]. Идея бесконечного не вмещается в ум человека, но парадоксальным образом последний служит проводником к этой идее, представляет нам эту идею как некий горизонт наших стремлений. Эта способность к бесконечному стремлению в плане познания, восприятия, волевого совершенства принципиально отличает человека от животного. Именно в этой человеческой способности заключено высшее достоинство человека, и оно обусловлено именно тем, что человек пусть и смутно, но имеет идею бесконечного. Не должно сверх меры ни возвышать, ни принижать человека, подчеркивает философ-протоиерей: человеку открыт путь к бесконечному, но в своем актуальном состоянии он видит его смутно и неясно. В связи с этим Голубинский формулирует свое «главное положение», которое он даже называет законом человеческого ума: «...Духу [уму] человеческому существенно принадлежит идея о Бесконечном по бытию и совершенствам, и вследствие чего первоначальный закон ума состоит в том, чтобы для всего ограниченного по бытию и совершенствам искать первоначала, первообраза и конца в Бесконечном» [1. С. 67]. Бесконечное по бытию Голубинский понимает как Существо, которое не ограничивается никакими пределами пространства и времени. Существо это по определению будет неизмеримым, вездесущим, а по отношению ко времени –

³ Голубинский пишет *Бесконечное* всегда с заглавной буквы, мы будем использовать написание и с заглавной, и со строчной.

вечным и неизменяемым. Это же Существо наделяется и бесконечными совершенствами. Голубинский исходит из того, что существует целая шкала совершенств: разумные существа выше неразумных, нравственно совершенные выше разумных и т.д. Бесконечное Существо должно быть *Ens realissimum*, должно заключать в себе все эти совершенства. «Итак, идея о бесконечном по совершенствам есть представление такого Существа, которое совмещает в себе все возможные совершенства действительно, без всякого ограничения, в бесконечной степени» [1. С. 70].

В силу того, что идея бесконечного не дана нам ясно и отчетливо, а в то же время она есть само основание нашего познания как стремления ко все более ясному пониманию нашего восприятия, как стремления ко все большей полноте нашего волевого самоопределения, как стремления ко все большей разумности нашей свободы, то доказывать ее существование непосредственно невозможно. Доказывать можно только опираясь на что-то уже данное, предшествующее, а в идее бесконечного мы встречаемся с самым первоначальным, так что все остальное выступает только как ограничение внутри этого бесконечного. Поэтому, подчеркивает Голубинский, не имея возможности *доказать* существование этой идеи, мы можем *показать* ее присутствие в нашем уме исходя из *следствий* этой фундаментальной идеи нашего сознания. И в этом смысле вышеобъявленный закон, отправляясь от всего конечного и ограниченного искать его совершенства, первоначала, истока и конца, становится главным эвристическим принципом, возводящим нас от следствий к причине. Здесь философ видит три пути, и первый из них *путь причинности* (*viacausilitatis*). Все конечное по своему бытию зависит от чего-то другого и является в этом смысле случайным, не необходимым. От данной вещи мы переходим к ее причине, от последней – к ее причине и так далее, стремясь постигнуть первопричину, от которой все зависит и происходит. Даже если бы мы считали, что вещь является *субстанцией* и ни от чего не зависит, все равно множество этих субстанций ставило бы вопрос о причине их единства. Разум наш, пока не найдет этого необходимого и единого основания, не может остановиться. Этого движения разума ко всеохватывающей, единой и необходимой причине не было бы, если бы априори он не обладал идеей бесконечного единства.

Кроме пути причинности философ-протоиерей выделяет еще два пути восхождения к бесконечному: *путь отрицания* (*vianegationis*) и *путь совершенства* (*viaeminentiae*). На пути отрицания мы, начиная с чего-то конечного, опускаем постепенно все присущие ему несовершенства, восходя ко все большей полноте достоинств, а на пути совершенства мы последовательно увеличиваем усматриваемые в конечных вещах совершенства до бесконечной степени. «Все сии три пути, вместе взятые показывают, что в нас есть стремление к Бесконечному, особенно первый путь (*viacausilitatis*), показывает, что есть в нас стремление искать для всего конечного и условного перво-причины в Бесконечном. Но сего стремления не могло бы быть в нас, если бы в нас не было идеи о Бесконечном, как перво-причине всякого бытия» [1. С. 73].

Как конкретно действует в нас это стремление к бесконечному? Голубинский обсуждает это, показывая, что работа трех главных сил человеческой души, познавательной, силы воли, силы чувства невозможна без ориентации на идею бесконечного. Познавательная сила проявляет себя в действиях чувства, рассудка, разума. Познавательная сила движима стремлением к истине. Но истина не может быть найдена в чувстве, ибо чувство дает нам мир в спутанном, хаотическом состоянии, в котором рассудок должен еще навести порядок. Если бы наше познание было ограничено только чувствами, мы бы не отличались существенно от животных, для которых определенность, истина вещи неотделима от ее чувственной определенности, запаха, вида, звучания и т.д. Рассудок, вносящий своими категориями порядок в наше чувственное познание, также не дает нам истины. Во-первых, он как отдельная способность и сам партикулярен, дополнителен к чувственности. А во-вторых, категории представляют собой некоторую множественность, которая необъяснима на уровне самого рассудка и требует для своего осознания разума (ума). Именно на уровне последнего мы имеем действие закона, стремящегося возвести все обусловленное к безусловному, найти исток и цель всего существующего.

В действиях воли мы также находим предустановленную идею о бесконечном. «Какая цель воли? – верховное благо. Рассматривая стремления нашей воли к этому благу, мы видим, что она ничем конечным, условным не ограничивается. Дух наш ищет полного не возмущаемого благополучия и удовлетворения, но и самое благополучие еще не есть конец его искания; ибо оно не есть еще нравственное действие, но он его получает (откуда и благополучие), им наслаждается, удовлетворяет своим склонностям... Главная и существенная цель верховного блага есть высочайшее совершенство нравственности – полная святость и отсюда происходящее высочайшее блаженство» [1. С. 76–77]. В нравственной сфере человек побуждает себя действовать не из своей склонности, а вопреки ей, из нравственного закона. Борьба со своими страстями открывает человеку и его нравственную немощь, и одновременно бесконечную высоту нравственного идеала. Именно последнее заставляет человека смиряться и прилагать усилия к дальнейшей нравственной работе. Это опять показывает нам априорное присутствие в нашей душе идеи бесконечного.

В сфере чувства Голубинский обращает наше внимание на чувства *бескорыстные*. Здесь тоже мы видим определенную шкалу возрастания. Если чувство уважения допускает и даже требует своей меры, то высшие проявления подобных чувств, такие как любовь, благоговение, соотносятся уже с Бесконечным. Вся значимость подобных чувств, их особенность обусловлены именно интуицией бесконечного.

«Итак, – заключает Голубинский, – когда в общих путях духовной деятельности человека видны такие стремления, которые никак не могут быть произведены из привязанности к конечному, то следует, что есть в нас нечто высшее – идея о Бесконечном, к раскрытию и развитию которой человек непрестанно стремится» [1. С. 78]. Хотя в действиях различных человеческих

способностей нам представляются каждый раз идеалы соответственного порядка, – безусловная истина, высочайшая благодать, бесконечная красота (блаженство), – тем не менее, подчеркивает философ, мы каждый раз имеем дело с одной и той же Бесконечностью, раскрывающейся нам с разных сторон. Голубинский уподобляет это представлению о Боге как центре некоторого круга и его различных свойствах как точках окружности; различие свойств не отменяет того, что это свойства Единого Бога, как различие точек окружности не отменяет того, что все они принадлежат окружности с единым центром. Бесконечности, познаваемые в различных областях человеческой деятельности, все говорят о единой Божественной бесконечности и ее проявлениях. Идея бесконечности принадлежит человеку существенно, а не случайно, т.е. ей причастно любое человеческое сознание. Хотя, по видимости, это и не так, однако жизненный опыт все-таки свидетельствует в пользу этого заключения, считает Голубинский. «Опыт свидетельствует, что человек от самого грубого скотоподобного состояния может быть доведен до сознания в себе идеи Существа Бесконечного, с неразумными животными нельзя сего сделать» [1. С. 79].

Далее Голубинский ставит вопрос: откуда берется в человеке идея о бесконечном? Приобретена ли она им во времени или первоначально и существенно дана ему вместе с его природой? Предположение о приобретении идеи бесконечности во времени не выдерживает критики. Обсуждаются различные варианты возможного приобретения этой идеи: через чувства, внешнее или внутреннее, через рассудок как некое общее понятие и даже возможность того, что идея бесконечного дарована человеку во времени за какие-то достоинства неким Бесконечным Существом. Идея бесконечного не может быть приобретена через внешние чувства, они все конечны. И никакое объединение этих восприятий не дает нам бесконечности. Внутренний опыт души, внутреннее чувство также не может нам дать идею бесконечного. Душа наша не имеет свойств бесконечного существа. Мы видим себя как существа конечные, ограниченные и случайные. Душе принадлежит только стремление к бесконечности, но она всегда остается в конечном. Все понятия рассудка также конечны. Несомненно, рассудок может рассматривать сложение представлений аналогично тому, как в математике мы рассматриваем сложение отрезков. Если к существующему отрезку мы будем вновь и вновь прилагать другой отрезок, то получаемая величина будет неограниченно расти и сможет превзойти любую наперед заданную. Но после каждого шага мы будем получать только конечную величину, а не бесконечную. В этом и состоит отличие *потенциальной бесконечности* от *актуальной*, – различие, установленное еще античными мыслителями.

Возможность того, что идея о бесконечном была дарована человеку за какие-то нравственные совершенства, сталкивается с серьезными возражениями со стороны религии и представлениями о правосудии Божиим, подчеркивает Голубинский. С одной стороны, чтобы у человека были какие-то особые нравственные заслуги, должна уже существовать религия, включающая в себя представление о Святыне, т.е. бесконечном нравственном

совершенстве. С другой стороны, если Бог даровал не всем, а только некоторым идею бесконечности, то как будет выглядеть его правосудие по отношению к тем, кому эта идея не была дана? За что их осуждать, если они, так сказать, не были информированы о всем объеме нравственных требований? Именно потому, что человеку изначально прирождена идея бесконечного, ему вместе с этим дано и то *мерило*, которым он будет судиться. «Итак, – заключает Голубинский, – поелику все выше означенные случаи не могут иметь места, то следует, что идея о Бесконечном не во времени приобретается, но первоначально прирождена человеку. Подлинно, ежели бы она дана была человеку во времени, то человек с некоторого только времени стал бы тем, чем он прежде не был, т.е. начал бы иметь другую природу. Но человек с начала своего бытия все есть один и тот же человек, всегда одинаковой природы» [1. С. 83].

Следующий вопрос, существует ли нечто, что является отражением идеи бесконечности, или, может быть, она есть плод человеческой фантазии? Здесь Голубинский идет путем, проложенным Декартом [3. С. 269–270], который также от идеи совершенного Существа умозаключал к его реальному существованию. Идея совершенного Существа дана нам постольку, поскольку мы осознаем себя несовершенными, стремимся к совершенству. Причем стремление – это есть стремление к бесконечному совершенству. Это бесконечно совершенное Существо не дано нам непосредственно ни во внешнем, ни во внутреннем опыте, мы лишь имеем идею о нем. Человек сам есть существо ограниченное, и ни от себя, ни от какого другого конечного существа он получить эту идею не может. «Значит, она сообщена человеку Существом бесконечным – Богом и составляет начаток Божественного откровения» [1. С. 83]. Бесконечное Существо, следовательно, существует.

Где же следует искать это бесконечное Существо? Находится ли оно в мире видимом или невидимом? В мире видимом все существующее конечно. Все феномены мира связаны пространством и временем и, следовательно, определены и конечны. «Другие философы, – пишет наш протоиерей – философ, – думали, что если мир не может быть назван бесконечным по частям, то должно по крайней мере приписать ему, взятому в целости, неизмеримость и вечность. Но нельзя допустить сего мнения потому, что целость вселенной составлена из частей; но если части конечны, то и целое должно быть конечное. Из множества нулей все будет нуль. Если каждое звено в мире ограничено; то и целое будет ограничено; из существ же ограниченных не сделаем неограниченного» [1. С. 85]. Здесь необходимо сделать замечание. Нельзя согласиться с тем, «что если части конечны, то и целое должно быть конечным». Мы можем взять бесконечную прямую, разделенную на отрезки длиной, скажем, в метр: налицо актуальная бесконечность, сложенная из конечных частей. Как возможен этот парадокс? Именно это со времен Античности и было существенным вопросом, связанным с проблемой бесконечности, вопросом, который порождал и другой, еще более острый: а нельзя ли понимать континуум как сложенный из точек? протяженность, сложенную из «нулей протяженности»? Но

парадокс с бесконечной прямой объясняется. Она сложена из конечных частей, но этих частей *бесконечное множество*. Если взять любую конечную сумму отрезков, каждый длиной в метр, то всегда получится только конечная величина. То есть, действительно, из конечного получается только конечное. В бесконечной же прямой, сложенной из конечных отрезков, бесконечность уже предполагается. А именно в *бесконечном количестве* этих отрезков.

Нельзя найти бесконечного и в мире духовном, отмечает Голубинский, т.е. в нашей душе и в мире сотворенных духов. Наша душа во всех своих отправлениях погружена во время, все ее действия имеют начало и конец, само ее бытие имеет начало. Даже ее стремления к Бесконечному, к совершенству, также прерывно во времени и имеет конечный характер. Все добродетели, все чувства, все познания, присущие душе, всегда имеют конечный характер. Душа не является бесконечным Существом. «Что сказано о душе, то же можно сказать и об Ангелах; и они ограничены, как по бытию, не имея начала его от себя самих, так и по совершенствам, данным им, следовательно, и они не бесконечны. Один Бог, который превыше мира видимого и невидимого, есть Существо Бесконечное» [1. С. 86].

В своем тексте Голубинский касается, также и вопроса об отношении бесконечного к конечному. Причем всё рассуждение имеет в виду именно онтологию. Протоиерей-философ старательно опровергает точку зрения, идущую от элеатов, развернутую позже Спинозой и вообще в пантеизме. Имеется в виду представление о том, что в силу несозмеримости бесконечного и конечного последнее вообще не существует, бесконечное его как бы поглощает. Мир становления, мир феноменов, по Ксенофону, представляет собой только видимость. В мире существует только единое бытие, единая бесконечная субстанция, проявлениями которой является вся феноменальная сфера. Подобных представлений держался и Спиноза. Бог для него есть само бытие и источник бытия. Он подобен солнцу, как источнику света, а все вещи мира суть только отражения этого света. Голубинский считает это умозрение несправедливым по следующим причинам: 1) рассуждая так, мы унижаем бесконечное Существо, и 2) игнорируются очевидные свидетельства сознания. Первое следует из того, что Бог, Совершенное Существо, в этом случае создает только призраки бытия, которые не имеют никакого подобия со своим источником. «...Такое представление о Божестве недостойно Его, Оно как всесовершенное и творит все лучшее, особенно когда оно творит все только по собственной благой своей воле, чтобы и в конечных существах отражались совершенства Его в той мере, в какой возможно вместить существам ограниченным» [1. С. 87–88]. Второе же основывается на опыте нашего сознания, который говорит, что мы имеем в себе начало свободного действия, не зависящего от внешней или внутренней связи причин. Хотя у нас и есть идея бесконечного существа, но мы осознаем себя конечными, отличными от этой совершенной субстанции. Наше бытие, в частности, не необходимо, мы существуем не от себя, а от сотворившего нас Бога. Тем не менее сотворенные

конечные существа имеют свою меру онтологической состоятельности и Голубинский настойчиво отстаивает ее против пантеизма и идеализма.

Любопытен следующий абзац рассматриваемого сочинения: «Хотя вне Существа Бесконечного имеют бытие существа конечные, но они ограничены, как по бытию, так и по совершенствам. Если бы конечные существа не имели ограниченности, как по бытию (*essentia*), так и по совершенствам (*existentia*), то нельзя было бы представлять их отдельными от существа Бесконечного. Следовательно, они сами были бы бесконечны, что невозможно» [1. С. 88]. Здесь угадывается присутствие следующей предпосылки: многих бесконечностей существовать не может, бесконечность только одна. Это представление – одно из самых распространенных на всем двухтысячелетнем протяжении христианской культуры. От него начали отказываться только в конце XIX века, когда Кантор в рамках своей теории множеств построил целую шкалу бесконечностей. Хотя, как известно, о градациях в бесконечном явно и артикулированно говорил еще (псевдо) Дионисий Ареопагит [4. С.73].

Закljučая, отметим еще раз, что идея бесконечности у Голубинского есть одно из свидетельств естественного откровения Божества, данного всем людям. Эта идея никак не может быть сведена ни к опыту внешнего или внутреннего чувства, ни к опыту рассудка. В человеческом разуме (уме) эта идея есть свидетельство о высшем горнем бытии и всегда выступает для человека как напоминание о его Божественной родине.

Литература

1. Лекции философии. Профессора Московской духовной Академии Ф.А. Голубинского. Выпуск второй. Москва, 1884.
2. *Гаврюшин Н.К.* «Столп Церкви»: протоиерей Ф.А. Голубинский и его школа // Русское богословие : очерки и портреты. Нижний Новгород : Нижегородская семинария, 2011. С. 135–174.
3. *Корнилов С.В.* К постижению Бесконечного: верующий разум Ф.А. Голубинского // Пространство и Время. 2016. № 1. 2 (23–24). С. 63–72.
4. *Декарт Р.* Рассуждения о методе, чтобы верно направлять свой разум и отыскивать истину в науках // Сочинения : в 2 томах. Москва : Мысль, 1989. С. 250–296.
5. *Св. Дионисий Ареопагит.* Божественные имена // Мистическое богословие. Киев, 1991.
6. *Катасонов В.Н.* Концепция актуальной бесконечности как «научная икона» Божества // Христианство, культура, наука. Москва : ПСТГУ, 2012. С. 388–412.

THE PROBLEM OF INFINITY IN THE PHILOSOPHY OF F.A. GOLUBINSKY

V.N. Katasonov*

*Equal-to-the-Apostles Saints Cyril and Methodius Theological Institute
of Post-Graduate and Doctoral Studies
4/2 Pyatnitskaya St, Moscow, 115035, Russian Federation*

Abstract. The article discusses the philosophical reflections of Professor of the Moscow Theological Academy F.A. Golubinsky concerning the problem of actual infinity.

Keywords: actual and potential infinity, Descartes, reason and mind, will and reason, God and infinity

DOI: 10.22363/2224-7580-2026-2-94-103
EDN: GMXVXY

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭВОЛЮЦИИ В МЕТОДОЛОГИИ ХОЛИЗМА КАК РАЗРЕШЕНИЕ АНТИНОМИЙ РЕДУКЦИОНИЗМА

А.С. Харитонов*

Аннотация. Рассмотрены антиномии между нашим существованием и известными законами естествознания. Преодоление антиномий рассмотрено в методологии холизма за счёт физико-математической модели эволюции, описывающей активное взаимодействие трёх множеств и содержащей информодинамические резонансы, динамику границ и механизмы обратной связи. Модель описывает процесс развития информационно открытой системы, когда ее границы формируются по трём золотым спиралям, что позволяет исследовать процесс эволюции и повышать качество нашей жизни. Приведены примеры, поясняющие актуальность рассматриваемой модели.

Ключевые слова: антиномия, холизм, информодинамический резонанс, границы по трём золотым спиралям

Предисловие

«Всё есть число» – Пифагор. «Нет числа и нет науки» – Н.А. Бернштейн. Утверждение относится к науке, если у него есть численная модель, которая позволяет верифицировать или фальсифицировать его, а также установить границу и цель его применения.

Развитие численных моделей в методологии редукционизма привело к антиномии известных законов физики с опытом нашего существования. Так, математика, построенная на арифметике, алгебре и геометрии, моделирует устойчивое равновесие физического объекта и его движение в пассивной модели пространства и времени при наличии внешней силы, а реальность и мы, как её часть, являемся активными объектами, уходящими от равновесного распределения энергии в пространстве и во времени (термодинамического равновесия, да ещё с ускорением), наращивая свою память и свободу воли, организованность и «стройность», используя коллективные взаимодействия различных физических объектов.

Причину этой антиномии мы видим в методологии редукционизма, когда исследователи, используя целые числа и геометрию, ввели модель математической точки и модель материальной точки, которые предполагают устойчивое равновесие моделируемого объекта и пассивную модель пространства и времени. В статье рассматривается в методологии холизма физико-

* E-mail: kharitonov358@yandex.ru

математическая модель активного физического объекта, разрабатываемая автором. Модель содержит внутреннюю причину активности физического объекта, обусловленную информодинамическими резонансами, формированием новых границ и механизмами отрицательной и положительной обратной связи.

Выбор опыта для развития науки

«Человек – мера всех вещей...» – Протагор, можно продолжить – числа и науки, так как свойства человека являются самыми доступными для научного исследования. Человек является частью эволюции активной реальности. Он генерирует новую информацию, обменивается информацией и оставляет после себя только память в организации живой природы, в популяции и в окружающей среде. Опыт показывает, что возникновение, развитие и гибель человека обусловлены коллективными взаимодействиями не только людей между собой, но и со многими и разными частями реальности, включая достижения и заблуждения науки.

Э. Мах установил, что именно коллективные взаимодействия определяют реальные свойства физического объекта, а точечная модель объекта и математическая точка в геометрии являются математическими фикциями, приводящими науку к заблуждению. Возник принцип Маха, которым не воспользовались основатели квантовой физики и специальной теории относительности. Принцип Маха, как я его понимаю, указывает на отсутствие в природе устойчивого равновесного состояния у физического объекта, все объекты находятся в процессе эволюции, но с разными скоростями и в разных направлениях в результате коллективных взаимодействий. Так, что неравновесные свойства человека и нашей популяции и их коллективные взаимодействия могут служить опытной базой для изучения физической реальности и её необратимой эволюции.

А. Бергсон установил, что эволюция человечества характеризуется ростом памяти и свободы воли, которыми пренебрегла физика, используя математические фикции. Использование математических фикций ввело в физику гипотезы об устойчивом равновесии частиц, о пассивном пространстве и времени и о только внешней причине эволюции. Так, определённые законы физики описывают эксперимент справедливо, если он удовлетворяет эргодической гипотезе Л. Больцмана или квазиэргодической гипотезе П. Эренфеста.

Математические фикции отражают свойства наших органов чувств по закону Вебера – Фехнера. Развитие науки шло преимущественно по пути технического усовершенствования наших органов чувств, как движение пассивных вещественных объектов на разных масштабах пассивных моделей пространства и времени при наличии внешнего воздействия.

Физические законы, построенные на математических фикциях, описывают эволюцию замкнутой системы, состоящей из материальных точек, к бинарному равновесию путём роста хаоса, в то время как человек мыслит, используя закон тождества с мерой хаоса, равной нулю, при этом живые

организмы уходят от такого равновесия, да ещё с ускорением и эволюционируют к неустойчивой золотой пропорции по алгоритму Евклида, «божественной пропорции» Л. Пачоли, ряду Фибоначчи, формируя свою организованность и «стройность» и наращивая память и свободу воли, генерируют новую информацию и обмениваются ею, используя коллективные взаимодействия.

Л.А. Чижевский установил активные свойства Солнца, Земли, человека и их взаимосвязь и использовал их в своей научной практике.

Н.Н. Семенов установил активные частицы в химии и в ядерной физике.

Н.А. Козырев установил активные свойства Солнца и Луны.

С.В. Белов исследует закономерности активных свойств нашей планеты.

В.Ю. Татур с коллегами установил эндогенную электрическую активность нашей почвы.

Л.А. Блюменфельд установил, что живые организмы, начиная с ферментативного катализа, характеризуются активной переменной конструкцией, причем в разном текущем состоянии конструкции, они придают разный смысл получаемой информации. За счёт перестроения своей конструкции, диссипативной структуры, живые организмы могут наращивать свободную энергию своего образования, используя метаболизм и конформационные динамические переменные, в то время как по известным законам физики свободная энергия образования системы может только убывать.

Н.В. Бугаев установил, что для моделирования роста памяти в процессе эволюции по закону предустановленной гармонии нужна иная математика разрывных нелинейных функций. Б. Мандельброт обосновал фрактальную математику. И.Ш. Шевелев ввёл алгебраические фракталы золотого отношения. П.К. Рашевский указал на необходимость обобщения натурального ряда, так как он оказался догмой для сложной системы.

Ф.А. Гареев отметил, что все известные уравнения теоретической физики удовлетворяют решению по золотому отношению, как будто бы существует некоторая универсальная частица, в то время как реальность находится в процессе эволюции под воздействием коллективных взаимодействий.

И. Ньютон оговорил условия применимости своей механики, когда плотность взаимодействующих тел остается постоянной, и когда можно пренебречь связью арифметической и геометрической прогрессий (рядом Фибоначчи), а также когда можно пренебречь резонансами Х. Гюйгенса и вихрями Р. Декарта. При этом механика отвечает на вопрос, как движется пассивная частица по инерции и под действием внешней силы, и не отвечает на вопросы, для чего и почему физические тела движутся и как они эволюционируют.

Г. Лейбниц назвал производную, введенную в классической механике, математической фикцией, пренебрегающей динамикой границ физического тела, и указал на альтернативу в виде монады, границы которой подчиняются закону Предустановленной гармонии.

Ю.С. Владимиров, используя теорию физических структур Н.И. Кулакова, разработал вариант обобщения общей теории относительности как процессуальную парадигму, в которой субстанция, пространство и время являются нераздельной триадой, которую надо выводить в методологии холизма,

а не постулировать их по отдельности независимыми и постоянными, как принято в квантовой физике и специальной теории относительности.

Таким образом, антиномия имеет место между нашим активным существованием и известными законами физики, описывающими обратимое движение равновесных частиц в пассивных моделях пространства, времени при наличии внешней силы.

Причиной этой антиномии является изучение реальности в методологии редукционизма, в которой знания накапливались на математических фикциях, целом числе и геометрии, моделируя пассивные свойства физического объекта и предполагая пассивными пространство и время при наличии внешней силы.

Л.А. Шелепин установил необходимость развития не марковской парадигмы, в которой рост памяти в сложной системе связан с золотой пропорцией и которая не сводится к модели материальной точки в квантовой механике [3].

Р. Декарт выделил вихрь как базовый феномен природы, который имеет переменные границы, внутреннюю структуру и память, и отметил, что вихрь не описывается в декартовой системе координат ни как точка, ни как волна.

И.Р. Пригожин ввёл диссипативные структуры для моделирования эволюции и установил, что для исследования реальности надо изучить свойства открытой системы, в которой диссипативные структуры возникают и нелинейно взаимодействуют со средой, черпая из неё вещество и энергию.

Пример свойств целого числа

Поясним фиктивность и ограниченность известных математических моделей, возникших в методологии редукционизма на примере целого числа.

Свойства целого числа в натуральном ряде обусловлены аддитивностью, приращением единицы для последующего числа, 1, и отношением 1:2 для определения числа как среднего между крайними членами:

$$A_n = (A_{n-1} + A_{n+1})/2.$$

Прямоугольник со сторонами, равными 1 и 2, имеет диагональ, равную $\sqrt{5}$.

Радиус описанной окружности равен $R_o = \sqrt{5}/2$.

Радиус вписанной окружности в квадрат равен $R_b = 1/2$.

Отсюда имеем

$$R_o - R_b = \phi = 0,618...$$

$$R_o + R_b = \Phi = 1,618...$$

$$R_o^2 - R_b^2 = 1.$$

$$R_o^2 + R_b^2 = 3/2.$$

Из этих свойств следует, что модулируемая целыми числами система находится в частном случае устойчивого равновесия, когда её равновесное

состояние по золотой пропорции для трёх множеств совпадает с равновесным состоянием поровну для одного или двух множеств.

Использование целых чисел ввело в физику бинарные вещественные модели в виде атомов Демокрита, частиц, волн и точечных зарядов, а также пассивную модель пространства, времени при наличии внешней силы. В результате взаимодействие между пассивными системами оказалось обратимым во времени и повторяющимся циклично в пространстве. Поэтому построенные на целых числах комплексные, гиперкомплексные и двойные числа моделируют какие-то частные случаи взаимодействия пассивных физических систем.

Физико-математическая модель в методологии холизма

Разрешение этой антиномии мы разрабатываем в методологии холизма, как внутреннее активное взаимодействие трёх нераздельных множеств.

В методологии холизма я строю математический аппарат с обобщения формулы полного набора вероятностей по уравнению

$$1 = -\sum_{i=1}^K f_i \log_K f_i + \sum_{i=1}^K f_i \log_K (K f_i) = H + G, \quad (1)$$

где K – множество рассматриваемых событий, f – вероятность событий, i – порядковый номер событий; H – первое слагаемое – мера хаоса, – она совпадает с известной мерой количества информации К. Шеннона, с точностью до постоянного множителя;

G – второе слагаемое – мера порядка, которая характеризует потенциальную информацию, область вероятностных событий, вероятность которых равна нулю для фиксированной организации системы.

Это уравнение (1) связывает единицу с помощью новых функций H и G с двумя множествами: реализованные вероятностные события и потенциальные вероятностные события. Согласно этому уравнению, каждый физический объект является информационно открытой системой, способной к дальнейшей эволюции, изменяя границу между реализованными и потенциальными вероятностными событиями.

Я ввёл структуру, как третий класс динамических переменных, при моделировании цепной макромолекулы [1–4], из-за того, что её свойство обладать линейной памятью не сводится к модели материальной точки. Учёт структуры позволил принять равенство мер хаоса и порядка в трёх классах динамических переменных за инвариант информационно открытой тройственной системы:

$$H\{p, q, s\} = G\{p, q, s\}, \quad (2)$$

$$I = H\{p, q, s\} + G\{p, q, s\}, \quad (3)$$

где p – импульсы; q – координаты; s – структура.

Этот тройственный инвариант (2) включает в себя как частный случай микроканоническое распределение вероятностей $W(p, q)$, на основе которого используются каноническое и большое каноническое распределения энергии.

Уравнение симметрии для процесса эволюции информационно открытой тройственной системы имеет вид

$$\Delta H(q) + \Delta H(p) + \Delta H(s) = 0. \quad (4)$$

Имеем $3! = 6$ вариантов изменения организации информационно открытой системы в процессе эволюции.

Развитие в такой модели описывается тремя вариантами роста структурной энтропии, $\Delta H(s)$ и уменьшением термодинамической энтропии для координат $\Delta H(q)$ и для импульсов $\Delta H(p)$. При этом безразмерная энтропия системы оказывается равной сумме меры хаоса и меры порядка:

$$S = \ln K = - \sum_{i=1}^K f_i \ln f_i + \sum_{i=1}^K f_i \ln K f_i = H + G.$$

Уравнение симметрии (4) удовлетворяет рекуррентному уравнению, в котором сумма трёх последующих членов равна нулю, сохраняя инвариант системы, а отношение между последующими членами при многократном повторении стремится к золотому отношению и к золотой пропорции.

Причиной изменения организации информационно открытой системы являются информодинамические резонансы между реализованными и потенциальными вероятностными событиями, которые удовлетворяют уравнению симметрии (4) в методологии холизма и могут описываться алгебраическими фракталами золотого отношения [1–4]. Важно, что они моделируют процесс необратимой эволюции и его внутреннюю причину, обусловленную информодинамическими резонансами, как коллективными процессами в трёх классах динамических переменных, удовлетворяющими рекуррентному уравнению. В результате этих резонансов изменяются границы между тремя классами динамических переменных, возбуждая новые структурные события и сохраняя инвариант информационно открытой системы. Процессуальную активную реальность вещественная физика потеряла, используя математические фикции и пренебрегая формированием границ физического объекта, которые обеспечивают процессы его выживания и развития.

Граница разделяет в статике систему на две части, например: Бытие и Небытие, реализованное и пустое множество. Когда поток энергии, вещества, информации проходит через эту «границу», граница разделяет такой поток на три части, изменяя координаты, импульсы и структуру этого потока, возникает предпосылка для возникновения нового физического объекта.

Таким образом, методология холизма предполагает, что целое предшествует и определяет свойства своих частей. Целое больше суммы своих частей. Целое проще организовано в каждой своей части и целое допускает коллективное взаимодействие своих частей, которое изменяет границу между реализованными вероятностными событиями и потенциально возможными

вероятностными событиями, допуская саморазвитие, деградацию и гибель части своих частей. В методологии холизма можно моделировать необратимую эволюцию, используя активное взаимодействие трех нераздельных множеств по логосу Гераклита, и предложенную физико-математическую модель.

Диссипативная структура И.Р. Пригожина является малоизученным неравновесным физическим объектом, в отличие от устойчивой и вещественной физической структуры в теории физических структур Ю.И. Кулакова. Г.Г. Михайличенко установил, что для трёх активно взаимодействующих множеств не существует устойчивой вещественной структуры и нет фиксированной геометрии.

Взаимодействие четырёх множеств нарушает аддитивность математических функций, как показала диаграмма Венна. Поэтому модель сложной системы можно строить в виде иерархии тройственных взаимодействий, вводя границы между разными уровнями организации сложной системы. Три множества имеют четыре границы, три из которых переменны, как их обозначил Н.К. Рерих в символе «Знамя мира». Так что реальный физический объект имеет как минимум семь различий с учетом памяти.

Предельный переход от физико-математической модели эволюции в методологии холизма к известным моделям мы рассмотрели как продление алгоритма эволюции Евклида, $\phi = [1, 1, 1, 1, \dots]$. Математические действия золотой пропорции над своими частями с ростом памяти в математических действиях позволили выводить целые числа, геометрию Евклида, алгебраические фракталы золотого отношения как новой алгебры для моделирования процесса эволюции от части к целостной системе.

Сведения об активной процессуальной реальности теряются в результате усреднения её свойств, когда происходит замена неустойчивой золотой пропорции в трёх классах динамических переменных устойчивым равновесием поровну в двух классах динамических переменных.

Согласно идеям Н.И. Кобозева о генерации новой информации и обмена ею, мы распространяем принцип Маха на вещество, энергию и на генерацию новой информации и обмен ею, а также на их совместное взаимодействие. Подтверждением такой конкретизации принципа Маха, как коллективное процессуальное моделирование реальности, служат активные свойства, установленные А.Л. Чижевским, цепные реакции Н.Н. Семенова, открытие «Т-слоя» А.Н. Тихоновым и А.А. Самарским, фазовый переход клубок-глобула для полимера и пульсации энергии, опыт археологии, диссипативные структуры И.Р. Пригожина, реакция Белоусова – Жаботинского и опыты С.Э. Шноля. Резонансное истолкование квантового эффекта Р. Мёссбауэра позволило моделировать холодную трансмутацию ядер, подтвержденную в экспериментах В.И. Высоцкого и А.А. Корниловой, которые нашли способы управлять процессами в живых организмах и радиоактивным распадом.

Таким образом, не только человек является примером активной части необратимого процесса эволюции, обусловленного резонансными коллективными взаимодействиями, генерацией новой информации и обменом ею, ростом памяти, но всё мироздание активно за счёт коллективных процессов в

виде информодинамических резонансов, качество которых эволюционирует за счет формирования новых границ.

Примеры неразделимых триад для исследования эволюции

Ю.С. Владимиров определил, что субстанция, пространство и время являются нераздельной триадой, которую надо выводить в методологии холизма, а не постулировать их по отдельности независимыми и постоянными, как принято сегодня в теоретической физике.

А.Я. Хинчин обосновал теорию массового обслуживания, в которой развитие общества определяют три переменных фактора: возрастающие потребности общества, возможности использовать источники энергии и возможности техники как процесс коммуникации информации на примере роста сложности коммутаторов для телефонных сообщений.

Генри Ицкович разработал тройную спираль развития общества, когда роль государства и бизнеса уменьшается, роль научно-экспертного сообщества растёт.

Мы установили, что процесс развития физического объекта характеризуется формированием границ по трём золотым спиральям, где две спирали сворачиваются с шагом ряда Фибоначчи, а спираль, характеризующая структурное многообразие, разворачивается с шагом ряда Люка [1]. Это открывает новые возможности для развития метрологии – измерять направление эволюционного процесса.

Вещество, энергия, информация – три класса динамических переменных.

Рекуррентное уравнение для трех активных множеств изменяет их качество, формирует новые границы между ними и сохраняет их количественный инвариант.

Из нашей модели следует, что выживание и развитие физических объектов на всех уровнях организации подчиняется закону предустановленной гармонии Лейбница и формированию границ по трём золотым спиральям. Таким образом, изучать реальность можно, используя активные взаимодействия трёх множеств по логосу Гераклита и физико-математическую модель эволюции в методологии холизма.

А.А. Рухадзе указал на следующую антиномию в современной физике. Теоретическая физика построена логически и непротиворечиво на точечной модели физического объекта, а физический опыт имеет дело с границами физических объектов, когда при пересечении границ двух и более объектов может происходить инверсия распределения положительных и отрицательных зарядов. При этом только на границах разных взаимодействующих объектов происходит эволюция и возникновение новых биологических организмов. Принимая за основу точечную модель объекта, статистическая физика пренебрегла динамикой границ и взаимодействиями, происходящими на этих границах физических объектов. Границы обеспечивают выживание объекта, являются его элементами памяти, причиной возникновения энтропийной силы Дж. Гиббса и силы Х. Казимира, антенной электромагнитных волн для

приёма и передачи информации между объектами и окружающей средой. При этом излучённая электромагнитная волна, проходя через две границы систем с разными электрической и магнитной проницаемостями, порождает новые поверхностные волны.

Н.И. Кобозев сформулировал антиномию между законом роста хаоса в физике и законом тождества с мерой хаоса, равной нулю, который использует наше мышление. Он предложил разрешение этой антиномии путём учета активного ансамбля состояний в квантовой физике, который сможет учитывать генерацию новой информации и обмен ею между активными частицами. Науку, которая может учитывать генерацию новой информации и обмен ею между активными частицами, как процесс эволюции качества в отличие от известной модели эволюции количества, Н.И. Кобозев назвал информодинамикой.

Человечество достигло такого этапа своего развития, когда стало ясно, что законы физики, построенные на бинарных и аддитивных математических отношениях, на модели устойчивого равновесия объекта описывают только пассивные свойства реальности, когда внешняя сила известна. Предметом исследования должны стать коллективные физические взаимодействия, на которые впервые указал Э. Мах.

Практическая ценность активной модели физической системы

Формирование новых границ по трём золотым спиральям на всех уровнях активной организации природы позволяет повысить качество жизни нашей популяции, каждого человека и позитивной организации общества, направляя процесс необратимой эволюции к новым коллективным взаимодействиям.

Для каждого физического явления можно установить свою неразделимую триаду, учитывающую его активные свойства, и исследовать впервые его процесс эволюции путём формирования границ между ними.

Чтобы математика моделировала необратимую эволюцию взаимодействия трёх нераздельных множеств, приводя к росту памяти, её надо разрабатывать в методологии холизма так, чтобы имел место рост памяти в её конструкциях и действиях.

Литература

1. Харитонов А. С. О равенстве в среднем мер хаоса и порядка при статистическом равновесии системы // Физическая химия. 1984. Т. 58. № 5. С. 1267–1268.
2. Харитонов А. С. Информационный трёхсущностный резонанс, структура, граница и память в открытой сложной системе // Метафизика. 2024. № 51. С. 52–76.
3. Азроянц Э. А., Харитонов А. С., Шелепин Л. А. Немарковские процессы как новая парадигма // Вопросы философии. 1999. № 7. С. 94–104.
4. Харитонов А. С. Структурное описание сложной системы // Прикладная физика. 2007. № 1. С. 5–10.
5. Харитонов А. С. Фальсификация цели эволюции природы и общества к гармонии – основа информационных войн // Информационные войны. 2010. № 3. С. 37–43.

PHYSICAL AND MATHEMATICAL MODEL OF EVOLUTION IN THE METHODOLOGY OF HOLISM AS A RESOLUTION OF THE ANTINOMIES OF REDUCTIONISM

A.S. Kharitonov*

Abstract. Antinomies between our existence and the known laws of natural science are considered. Overcoming of antinomies is considered in the holism methodology due to the physical and mathematical model of evolution, which describes active interactions of three sets and contains informodynamic resonances, dynamics of borders and feedback mechanisms. The model describes the process of development of an informationally open system, when its borders are formed according to three golden spirals, which allows us to explore the process of evolution and improve the quality of our life. Examples are given to illustrate the relevance of the model under consideration.

Keywords: antinomy, holism, informodynamic resonance, borders on three golden spirals

* E-mail: kharitonov358@yandex.ru

ИДЕИ И ГИПОТЕЗЫ МЕТАФИЗИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

DOI: 10.22363/2224-7580-2026-2-104-118

EDN: GMYAQM

МИРОВАЯ СРЕДА-НОСИТЕЛЬ КАК ПРЕДПОСЫЛКА РЕШЕНИЯ ПЕРВОЙ ПРОБЛЕМЫ ГИЛЬБЕРТА

М.Г. Годарев-Лозовский*

Петровская академия наук и искусств

Российская Федерация, 191002, Санкт-Петербург, Разъезжая ул., д. 9

Аннотация. Отталкиваясь от существования единой универсальной мировой среды – носителя вещества, энергии и информации, а также законов сохранения в ней, обоснована следующая гипотеза. Существует по крайней мере одно несчетное множество, не имеющее мощности континуума (т.е. множество мощности $\aleph_1$) – это множество всех фотонов в актуально бесконечной Вселенной, которое по своей природе занимает промежуточное кардинальное число между счетным множеством всех частиц вещества ($\aleph_0$) и множеством всех точек мощности континуума ($2^{\aleph_0}$) самой этой постулируемой универсальной среды.

Ключевые слова: континуум, математическая мощность, собственное подмножество, Метагалактика, частицы и античастицы, фотоны

Мы обосновываем подход к решению первой проблемы Гильберта в рамках расширенной физико-математической онтологии в контексте научно-философской гипотезы о бесконечной Вселенной. Для этого мы предлагаем выстроить определенную «онтологическую пирамиду»: 1) универсальная континуальная среда ($2^{\aleph_0}$); 2) фотоны ($\aleph_1$) как носители взаимодействия со средой – дискретные несчетные и промежуточные; 3) частицы вещества ($\aleph_0$) – дискретные, счетные, обладающие массой.

* E-mail: godarev-lozovsky@yandex.ru

1. Гипотеза мировой среды – носителя вещества, энергии и информации как предпосылка решения первой проблемы Гильберта

1) *Исходная аксиома*: существует единая универсальная мировая среда-носитель вещества, энергии и информации (МСН), органически объединяющая в единый континуум математическую и физическую реальность.

2) *Принцип полноты МСН*: многие логически непротиворечивые и теоретически допустимые возможности проявления МСН с необходимостью должны реализовываться, в том числе и такая возможность, как существование несчетного множества, не имеющего мощности континуума, включая существование референта этого множества в физической реальности.

3) *Принцип сохранения чисел на числовой прямой*: каждому действительному числу соответствует единственная точка на числовой прямой, и наоборот, каждой точке числовой прямой соответствует единственное действительное число. Соответственно этому: множество всех действительных чисел, множество всех рациональных чисел и множество всех целых чисел на числовой прямой являются «твердыми» множествами, т.е. множествами без возможности добавлять к ним новые числа или удалять из них существующие числа.

4) *Требование закона сохранения энергии в МСН*: неэквивалентные в пределах Метагалактики количественные соотношения между собой множества всех частиц вещества и множества всех фотонов – в бесконечной Вселенной в целом имеют смысл и сохраняются.

5) *Требование закона сохранения барионного заряда (числа) в МСН*: неэквивалентные в пределах Метагалактики количественные соотношения между собой множества всех частиц вещества и множества всех античастиц антивещества – в бесконечной Вселенной в целом теряют смысл и не сохраняются.

6) *Общая закономерность*: множество всех частиц вещества и множество всех античастиц антивещества являются правильными частями (собственными подмножествами) объединенного множества всех частиц и античастиц. Но множество всех фотонов и множество всех частиц вещества не являются правильными частями (собственными подмножествами) объединенного множества всех частиц вещества и фотонов. Иными словами, вещество и антивещество в совокупности образуют единую систему (а их множества – «правильные части» целого), где действуют законы сохранения особого рода. В то же время вещество и фотоны такой системы не образуют, их множества не являются «правильными частями» по отношению друг к другу, и закон сохранения энергии управляет ими иначе, сохраняя глобальное количественное соотношение.

7) *Решение первой проблемы Гильберта*: существует по крайней мере одно несчетное множество, не имеющее мощности континуума (т.е. множество мощности $\aleph_1$), – это множество всех фотонов в актуально бесконечной Вселенной, которое по своей природе занимает промежуточное кардинальное

число между счетным множеством частиц вещества ($\aleph_0$) и множеством мощности континуума точек самой МСН.

2. О единстве математической и физической реальности (дополнение к п. 1)

Проявления кризиса фундаментальной науки отмечаются в ряде публикаций (например, см. [1]). Однако цель данной статьи – это не опровергнуть общепринятые подходы, а показать возможность иного, непротиворечивого взгляда на фундаментальные проблемы, основанного на гипотезе мировой среды и актуальной бесконечности Вселенной. Математическая и физическая реальность едина, но уровни системности у математического множества и у физической системы разные.

В статье Е.В. Луценко формулируется и обосновывается грандиозная программная идея системного обобщения математики, суть которой состоит в тотальной замене понятия «множество» на более общее понятие «система» и прослеживании всех последствий этого шага (см. [2]). При этом обеспечивается соблюдение принципа соответствия, обязательного для более общей теории, так как *система с нулевым уровнем системности есть множество*. Система представляет собой множество элементов, объединенных в целое за счет взаимодействия элементов друг с другом, т.е. за счет отношений между ними, и обеспечивает преимущества в достижении целей. Преимущества в достижении целей обеспечиваются за счет системного эффекта.

Системный эффект состоит в том, что свойства системы не сводятся к сумме свойств ее элементов, т.е. система как целое обладает рядом новых (эмерджентных) свойств, которых не было у ее элементов, взятых по отдельности. Уровень системности тем выше, чем выше интенсивность взаимодействия элементов системы и сильнее отличаются свойства системы от свойств входящих в нее элементов, т.е. чем выше системный эффект, тем значительно отличается система от множества. В частности, система с нулевым уровнем системности вообще ничем не отличается от множества образующих ее элементов, т.е. тождественна этому множеству и никаких преимуществ в достижении целей не обеспечивает. Численные расчеты и аналитические выкладки показывают, что при возрастании количества элементов в системе доля системной информации в поведении ее элементов возрастает. Это Е.В. Луценко предлагает назвать законом возрастания эмерджентности: *чем больше элементов в системе, тем большую долю содержащейся в ней информации составляет информация, содержащаяся во взаимосвязях ее элементов* (см. также [3]).

3. О полноте мировой среды (дополнение к п. 2)

«Прежде всего, континуум, будучи совокупностью *всех* вещественных чисел, должен определяться как некое твердое множество (по образцу, например... определения совокупности всех алгебраических чисел), без оставления

возможности впоследствии добавлять к нему новые и новые числа». Так определял континуум блестящий отечественный математик А.Я. Хинчин [4. С. 16]. Мы сознательно расширяем понятие непрерывности на физическую реальность, но делаем это принципиально иным образом, чем это сделали Г. Минковский и А. Эйнштейн, которые на место эфира конца XIX века фактически определили пространственно-временное многообразие (см. [5]). При этом нами предполагается, что единая универсальная мировая среда – носитель вещества, энергии и информации (МСН), являясь, по существу, наследницей эфира, имеет математическую мощностность континуума. Однако, чтобы все же дифференцировать физическую и математическую реальности, сохранив специфические черты каждой из них, предлагается обратиться к классификации типов реальностей по В.И. Фалько, которая играет ключевую и принципиальную роль в понимании особенностей материи, энергии и информации. Это виды наличного бытия, выделяемые в соответствии с формами их существования. Таких видов четыре: *материальное*, обладающее пространственными и временными параметрами, *идеальное*, которому соответствуют внепространственные и вневременные формы существования, *психическое* (внепространственное, но временное), а также *информационное*, которое представляет собой пространственную, но вневременную реальность [6].

Классификация В.И. Фалько, разграничивающая материальную, идеальную, психическую и информационную реальности, позволяет по-новому взглянуть на иерархию мощностей, предлагаемую в данной статье. Если МСН действительно является фундаментальным носителем, объединяющим эти типы бытия, то её мощностность континуума ($2^{\aleph_0}$) может быть интерпретирована как математическое выражение способности одновременно порождать как дискретные, так и непрерывные проявления. Информационная реальность, по Фалько, являясь пространственной, но вневременной, вероятно, коррелирует с множеством фотонов ($\aleph_1$), которые мгновенно взаимодействуют с МСН, но их перемещения носят атемпоральный и скачкообразный характер. В этом контексте фотоны выступают не просто как переносчики взаимодействия, но и как определенные носители информации, связующее звено между континуальной средой и дискретным веществом. Таким образом, полнота МСН раскрывается не только в реализации логических возможностей, но и в онтологическом синтезе различных типов реальности, где каждому уровню (среда, фотоны, вещество) соответствует своя математическая мощностность и свой способ существования в пространстве и времени. Это позволяет предположить, что мощностность $\aleph_1$ является не просто абстрактной математической сущностью, а физически содержательной характеристикой информационного слоя реальности, что дополнительно укрепляет тезис о существовании множества фотонов как референта промежуточной мощностности.

Основным свойством МСН является непрерывность (континуальность) в реальном физическом пространстве, а другие ее свойства следующие.

Универсальность: МСН одновременно проявляет пространственно-временные (материальные) и пространственно-вневременные

(информационные) свойства. На разных масштабах пространства материальные и информационные свойства МСН проявляются в различных пропорциях между ними.

Проявление МСН в веществе: атомно-молекулярные процессы реализуются строго в реальных физических пространстве и времени.

Проявление МСН в квантовой теории: известно, что величина кванта действия (постоянной Планка) определяет границы применимости классической и квантовой физики, а в квантовой физике наравне с пространственно-временными процессами присутствуют также атемпоральные (вневременные) скачки и туннелирования микрообъектов в реальном физическом пространстве.

Проявление МСН на допланковских (малых) масштабах пространства: запутанные квантовые состояния являются пространственно-вневременными (информационными) процессами, т.е. реализуемыми атемпорально и без участия энергии.

Специфика проявления пространственно-временных свойств МСН на допланковских масштабах пространства, возможно, связана с тем, что информационные процессы реализуются в реальном физическом пространстве и, вероятно, допустимо полагать, что аналогом кванта этих процессов является бит информации.

Хорошо известна идея «всё из битов», предложенная в 1989 году физиком Дж. Уилером, который утверждал, что базовая ткань Вселенной – это информация, а у каждого физического явления есть информационный эквивалент, который, в интерпретации Уилера, неразрывно связан с актом наблюдения. Эта идея представляется нам все же несколько максималистской, ибо не всё из битов, но всё же... нечто, определенно, из них (см. [7. С. 546]).

Реляционное пространство-время – это уважаемая концепция в философии, которая рассматривает пространство и время не как самостоятельные сущности, а как отношения между материальными объектами и процессами. Основатель реляционной парадигмы, крупный физик и большой мыслитель, Ю.С. Владимиров предложил современный реляционный подход к описанию пространства-времени в физике (бинарную геометрофизику), в котором метрика пространства-времени не задаётся аксиоматически, а выводится из более элементарной структуры (см. [8]). С обозначенных позиций: реляционные физическое пространство и физическое время представляются нам производными от отношений в единой среде – МСН, ведь прав Платон: единое – это необходимая предпосылка множественности (см. [9]).

Предполагается, что мировая среда – носитель вещества, энергии и информации полна в силу того, что в ней, предположительно, реализуются многие логически и теоретически допустимые возможности. Это так потому, что реальность МСН, по нашему мнению, не ограничена исключительно пространственно-временными рамками реальности материальной, но включает в себя реальность информационную, т.е. пространственно-вневременную, которую, в свою очередь, интерпретирует уже иная, высшая реальность – внепространственно-вневременное сознание человека (см. [10]).

Среди прочих возможностей в МСН реализуется и такая логически непротиворечивая возможность, как существование референта несчетного множества, не имеющего мощности континуума. Если множество всех фотонов имеет мощность $\aleph_1$ (первую несчетную), то это означает, что по мощности оно находится между множеством точек среды и множеством частиц вещества. Интересно, что крайние из перечисленных множеств – это всюду плотное и нигде не плотное.

Полнота МСН реализуется еще и в иерархии ее проявлений. Сама МСН имеет мощность континуума. Множество фотонов как носителей взаимодействий с МСН – $\aleph_1$. Множество частиц вещества – $\aleph_0$. Вполне допустимо, что существуют также уровни реальности, которые имеют большие мощности, чем мощность МСН.

4. Принципы сохранения в математике и физике имеют общий смысл (дополнение к п. 3)

На числовой прямой сохраняются числа, а во Вселенной работает закон сохранения энергии. В обоих случаях мы имеем нечто, что сохраняется. Но в одном случае – это число, а в другом случае – это физическая величина. То есть: единственное имеющееся различие – это различие объектов сохранения. Сохранение чисел на числовой прямой имеет математический смысл фиксированного положения числа на числовой прямой: каждое число имеет строго определённую координату, число как абстрактный математический объект не меняется, а множество чисел (например, натуральных, целых, действительных) задано раз и навсегда – его элементы не исчезают и не появляются. При этом сохранение энергии во Вселенной имеет аналогичный, но уже физический смысл и описывается законом сохранения энергии: полная энергия замкнутой системы остаётся постоянной во времени, энергия может менять форму, но её общее количество не изменяется.

5. О закономерном количественном соотношении множества частиц вещества и фотонов (дополнение к п. 4)

Закон сохранения энергии работает исключительно в замкнутой системе, а замкнутая система – это система, которая не имеет внешней по отношению к себе среды. Именно таковой является наиболее общая составная система в природе, т.е. Вселенная в самом широком смысле этого понятия. И, таким образом, в актуально бесконечной Вселенной закон сохранения энергии должен неукоснительно соблюдаться.

Известно, что в Метагалактике неэквивалентны: а) конечные множества частиц вещества и фотонов; б) конечные множества античастиц и частиц вещества. При этом отношение числа нуклонов к числу фотонов микроволнового фона, примерно равно $1:10^9$, а отношение числа анти-нуклонов к числу нуклонов также примерно $1:10^9$. Представляется, что подобное соотношение не является случайным или произвольным.

Приведем существенные для нас рассуждения физиков в сети. Средняя объемная плотность видимого барионного вещества в Метагалактике оценивается как $\rho_0 = 4,1 \times 10^{-28}$ кг/м³. При массе атома водорода, основного элемента Вселенной ($m = 1,67 \times 10^{-27}$ кг), средняя плотность числа атомов водорода во Вселенной $\cong 0,25$ атомов/м³. При плотности энергии электромагнитного излучения в Метагалактике $\cong 0,25$ эВ/см³ плотность числа фотонов микроволнового фона (СМВ) составляет около 400 фотонов в 1 см³. При этом фотоны СМВ по отношению к остальным фотонам в Метагалактике находятся в соотношении: 400 частиц – к не более чем одной-двум частицам. То есть примерно 1,6 миллиарда фотонов СМВ пролетают через каждые 4 м³ космического пространства, в котором в среднем находится лишь *один* атом видимого барионного вещества. При этом *одна* классическая электрон-позитронная аннигиляция сопровождает рождение *одного* атома водорода. Параметры образующихся при такой аннигиляции на атомарном уровне гамма-фотонов жёстко связаны известной формулой $E = h \cdot f$, а сами гамма-фотоны надежно фиксируются.

Вполне закономерно, что объёмная плотность энергии микроволновых фотонов (0,25 эВ/см куб = 0,25 МэВ/метр куб.) не является произвольной (случайной) величиной. Эта величина однозначно и предельно точно определена природой и связана с имеющейся в космосе материей (водородом) весьма простым соотношением, согласно которому все существующие в наличии фотоны СМВ являются нормированными (строго дозированными) и образуются непосредственно в процессе появления видимой материи (атомов водорода).

Этот вывод допустим на основании того, что плотность энергии фотонов СМВ (0,25 МэВ/метр куб.) практически абсолютно точно соответствует энергии аннигиляции одной электрон-позитронной пары, которая вполне вероятно, что прямо или косвенно принимала участие в процессе появления (рождения) каждого атома водорода. Нам непонятно: почему эти интересные мысли не вылились в научную публикацию?

Мы полагаем, что во Вселенной наблюдаемое в Метагалактике соотношение числа частиц вещества и фотонов, вероятно, не является произвольным. Допустим обратное: в актуально бесконечной Вселенной наблюдаемое в Метагалактике соотношение числа частиц вещества и фотонов не сохраняется. В этом случае нарушается закон сохранения энергии: либо откуда-то появляются «новые» частицы вещества, либо куда-то исчезают «лишние» фотоны. При этом сами существующие во Вселенной взаимодействия между веществом и фотонами в подобных физических условиях становится невозможно описать и даже представить.

Однако: «Межгалактическое вещество поглощает радиофотоны и переизлучает микроволновые фотоны... Никто из игроков не захватывает навсегда отпасованный ему „мячик“. Физический вакуум должен передавать энергию веществу, в первую очередь протонам, протоны передают энергию в основном электронам, а электроны, в результате близких прохождений с ионами азота, должны переводить ионы на более высокий уровень сверхтонкой структуры» (см. [11. Кн. 2. С. 101]).

Таким образом: как в Метагалактике, так и в актуально бесконечной Вселенной соотношения множеств всех частиц вещества и множеств всех фотонов остаются инвариантными.

6. О закономерном количественном соотношении множества частиц вещества и античастиц антивещества (дополнение к п. 5)

Глобальный закон сохранения барионного заряда в бесконечной Вселенной связан с локальным принципом зарядовой симметрии взаимодействий относительно замены частиц на античастицы и существующее равенство времен жизни частиц и античастиц вполне объясняется этим законом. При этом запутанность в пары частиц и античастиц представляется физикам вполне допустимой (см. [12]).

Обратимся к теории барионной симметрии, которая утверждает следующее: «1) В случае актуально бесконечной Вселенной: счетное множество нуклонов взаимно однозначно соответствует счетному множеству антинуклонов. 2) Пространственное распределение плотностей нуклонов и антинуклонов во Вселенной не случайно (см. антропный принцип). 3) Величина плотности равномерного пространственного распределения нуклонов значительно превышает величину плотности равномерного пространственного распределения антинуклонов во Вселенной (Аналогия: взаимно однозначное соответствие между элементами всюду плотного множества рациональных чисел и элементами нигде не плотного множества целых чисел на числовой прямой). 4) Закон сохранения барионного числа во Вселенной выполняется абсолютно, но его реализация не ограничивается пределами Метагалактики (Связь всего со всем – это фундаментальное свойство природы). 5) Рождение (самораспад) нуклона в пределах Метагалактики сопровождается одновременным рождением (самораспадом) антинуклона за пределами Метагалактики (Распадающаяся не локально запутанная пара одновременно сопровождается рождением новой не локально запутанной пары).

Экспериментально ТБС предсказывает следующее.

1. Будет экспериментально обнаружен самораспад протона и очень вероятно, что в самом долгоживущем элементе: теллуре (^{128}Te) (Подобное открытие будет означать то, что абсолютно незапутанные частицы и античастицы в актуально бесконечной Вселенной определенно отсутствуют).

2. Не будут экспериментально обнаружены нейтрон – анти-нейтронные осцилляции (Этот гипотетический процесс явно и исключительно локально нарушал бы барионное число).

3. Не будет обнаружено процессов, нарушающих сохранение общего лептонного числа, которое не зависит от поколения частиц (Подобный гипотетический процесс позволял бы взаимопревращение лептонных и барионных чисел)» (см. [10]).

Таким образом, множество частиц вещества и антивещества представляет собой единую и целую систему, которая проявляет системный эффект, а объединенное множество частиц вещества и фотонов не представляет собой

систему, но есть множество и, соответственно, оно не проявляет системного эффекта. С нашей точки зрения, это может означать, что в отличие от «правильных» частей системы части объединенного *вне системы* множества не могут быть эквивалентны целому.

7. Почему в одном случае при переходе к бесконечной системе соотношение сохраняется, а в другом не сохраняется? (дополнение к п. 6)

Универсальный космологический принцип Г.М. Идлеса утверждает: «При переходе от произвольного мира ко всей Вселенной надлежащие характеристики: либо остаются тождественно неизменными универсальными мировыми постоянными; либо принимают одно из двух выделенных предельных значений – бесконечное...или, напротив, нулевое...; либо вообще теряют смысл...» (см. [13. С. 326–328]).

В нашем случае этот принцип допустимо интерпретировать следующим образом. Соотношение количества всех частиц вещества и количества всех античастиц антивещества в Метагалактике теряет смысл при переходе от Метагалактики к бесконечной Вселенной, а соотношение количества всех частиц вещества и количества всех фотонов, напротив, сохраняет смысл и остается неизменным.

Обобщим обнаруженную закономерность: в актуально бесконечной Вселенной: а) эквивалентны множества всех частиц вещества и всех античастиц антивещества; б) неэквивалентны множества всех фотонов и всех частиц вещества.

Добавим, что закон сохранения энергии – это, вероятно, более фундаментальный закон, связанный с однородностью времени и теоремой Нётер, который нарушается в релятивистской космологии, в то время как закон сохранения барионного числа в Стандартной модели – это менее фундаментальный закон, который в релятивистских интерпретациях Великого объединения также может нарушаться. Мы полагаем, что бесконечной Вселенной присуща совершенная однородность времени, которая на локальном уровне может проявляться как относительная.

Обобщим: что в Метагалактике является нарушением (барионная асимметрия) – во Вселенной в целом является элементом глобальной симметрии. А то, что в Метагалактике сохраняется (соотношение вещество – фотоны), является проекцией глобального закона сохранения энергии на Вселенную в целом.

8. Почему континуум-гипотеза Г. Кантора может быть не справедлива? (дополнение к п. 7)

Континуум-гипотеза Г. Кантора сводится к утверждению, что между счетным множеством и множеством, имеющим мощность континуума, не существует несчетного множества промежуточной мощности. Известно, что

К. Гедель доказал: континуум-гипотеза не может быть опровергнута *традиционными* средствами теории множеств, а П. Коэн строго обосновал: континуум-гипотеза не может быть ни доказана, ни опровергнута с помощью *обычных* методов теории множеств. То есть в аксиоматике Цермело – Френкеля нельзя решить эту проблему (см. [14–15]).

Но рассуждая логически: если расширить аксиоматику теории множеств (например, включив в неё физические аксиомы), то первая проблема Гильберта вполне может получить решение. Ведь физическая и математическая реальности (в соответствии с нашей исходной аксиомой) едины и, соответственно, мы можем рассматривать множество как физическую систему, а физическую систему как множество. Тогда если множество всех частиц вещества в актуально бесконечной Вселенной – это определено счетное множество, то множество всех фотонов должно быть более, чем счетное, но не имеющее мощности континуума. Таким образом, можно заключить следующее.

1. В силу принципа полноты МСН в единой физико-математической реальности должны реализовываться многие логически непротиворечивые возможности, включая существование множества промежуточной мощности.

2. Физические аргументы (законы сохранения, соотношения плотностей) указывают на то, что множество фотонов не может быть ни счетным (как вещество), ни континуальным (как сама среда), а с необходимостью занимает промежуточное положение.

3. В рамках предлагаемой расширенной онтологии мы постулируем существование промежуточного по мощности множества всех фотонов, что делает континуум-гипотезу Кантора в этой системе несправедливой.

Интересно, что этот наш тезис вполне может иметь отношение и к иным квантовым частицам, например к нейтрино как к переносчику слабого взаимодействия. Однако мы для простоты и ясности пока имеем в виду исключительно и только фотоны – как переносчики электромагнитного взаимодействия.

9. Некоторые дополнительные замечания по вопросу о проявлениях МСН

Возникает *вопрос*: является ли МСН чисто метафизической предпосылкой, необходимой для логики рассуждений, или же предполагается, что у нее есть конкретные физические проявления, которые, помимо уже упомянутых выше, можно обнаружить?

Ответ: предполагается, что у МСН возможны следующие физические проявления.

1. *Релятивистские эффекты*. Уравнения Максвелла являются уравнениями электромагнитного поля. Однако общепринятые в настоящее время уравнения Максвелла не имеют аналитического решения и решаются численно, т.е. приближенно. Я.Г. Ключин ввел в уравнения Максвелла вместо частных производных полные производные и указал набор решений для

получившегося уравнения. Для получения силы взаимодействия между двумя движущимися зарядами Я.Г. Ключин предложил свою формулу, основанную на предложенных им обобщенных уравнениях Максвелла с полными производными по времени. Эта формула содержит не только формулу для силы Лоренца, но также и ряд других сил, полученных другими исследователями (в частности, это формулы для силы Грассмана, Вебера, Неймана, Ампера и Уиттакера). Полученная Я.Г. Ключиным формула содержит также силы, зависящие от ускорений движущихся зарядов. Таким образом, *полная производная учитывает роль среды в отличие от частной производной*.

Я.Г. Ключин показывает, что *причина всех релятивистских эффектов кроется не в сокращении пространства и не в замедлении времени, а в нелинейном эффекте сопротивления среды движению*, который проявляется при больших скоростях. Однако в настоящее время в стандартном подходе влияние среды не учитывается явно, и преобразования Лоренца вводятся постулативно, тогда как подход Ключина предлагает для них физическое обоснование с учетом полной производной (конвективной части), связанной со средой (в нашей терминологии – МСН) (см. [16. С. 24–38]). Добавим, что гипотеза Я.Г. Ключина вполне согласуется с классическим принципом относительности Галилея и наличием такой выделенной системы отсчета, как микроволновый фон, которая, как мы полагаем, связана с МСН.

2. *Квантовые эффекты*. Логически – у квантового микрообъекта недостаточно элементов счетного множества времени, чтобы двигаться темпорально, и у него имеется избыток элементов несчетного множества точек пространства, чтобы двигаться траекторно, поэтому его движение атемпорально и бестраекторно и описывается с обращением к комплексной волновой функции. Исходя из подобного объяснения мы утверждаем, что соответствующие принципу неопределенности Гейзенберга квантовые эффекты, связанные с атемпоральностью элементарного перемещения-туннелирования квантового микрообъекта, – это суть эффекты движения через непрерывную среду (МСН), реализуемые в разрешении известных апорий Зенона [17].

3. *Расходимости в квантовых теориях*. Проблема расходимостей в квантовой теории поля выражается в появлении бесконечных величин при прямом применении уравнений теории в области очень больших и очень малых энергий. Если допустить, что в природе не существует: а) бесструктурных (точечных) частиц; б) нематериальных частиц; в) абсолютной пустоты, но существует МСН, потенциально обладающая бесконечной энергией и взаимодействующая с материальными объектами, – расходимости устраняются. В физике назревает последовательное введение понятия непрерывной среды в ее концептуальный аппарат.

Вопрос: почему различны математические мощности множеств, производных от МСН частиц и мощность МСН?

Ответ: причина всегда совершеннее следствия и МСН – более универсальна, чем производные от нее частицы.

Вопрос: можно ли, оставаясь в рамках бесконечной Вселенной, предложить мысленный эксперимент или предсказание для наблюдаемой Метагалактики, которое бы следовало из гипотезы ее бесконечности?

Ответ:

1. *Мы предсказываем, что в будущем будет общепризнано: микроволновый фон – это не реликтовое излучение, но он произведен от межгалактического вещества вне метagalактического происхождения и приходит к нам далеко из-за пределов Метагалактики (см. С.Г. Федосин: «Точные измерения температуры фонового излучения в разных направлениях на небе показывают, что фоновое излучение приходит с очень больших расстояний, много больших чем 1 Гпк» [18]).*

2. *Будет определено, что существует нелокальная энергонасыщенная мировая среда, при различной плотности пространственного распределения во Вселенной энерговыделяющих в неё и энергопоглощающих из неё реакций. А.Г. Шленовым уже показано, что ненаблюдаемое скрытое вещество, включающее, в частности, маломассивные космические тела, составляет межгалактическое вещество, которое даёт 80 % от общей светимости, а остальные 20 % светимости приходится на галактики. Указанные значения соответствуют существующему соотношению скрытой и видимой массы для Метагалактики в целом, с учетом присутствия энергопоглощающих из МСН процессов в веществе галактик, которые дают соотношение между числом более ярких и менее ярких (недоступных наблюдению) звезд $\approx 1:30$.*

В связи с проблемой скрытой массы, находящейся за пределами наблюдаемой области Вселенной, отметим величину рассчитанного В.П. Дорышевым гравитационного радиуса Метагалактики: «Если учесть массу гипотетической темной материи, которая предполагается в 5,5 раза больше видимой, то получим: 40–130 миллиардов световых лет...» [19].

3. *В будущем будет признан баланс между нелокальными энерговыделяющими и энергопоглощающими реакциями во Вселенной.* Плотность пространственного распределения свободных микрообъектов, преимущественно выделяющих энергию в среду значительно меньше плотности пространственного распределения астрономических тел, в основном потребляющих энергию из среды. Но энерговыделение жестко связано с пространством Метагалактики, а поглощаемая веществом мощность большей своей частью излучается в виде энергии далеко за пределами пространства Метагалактики. При этом: «Существует баланс между энерговыделяющими и энергопоглощающими реакциями во Вселенной». Условно назовем этот баланс принципом космологического энергетического баланса. Таким образом, в будущем будет разрешена проблема скрытой массы.

4. *Будет признана не скоростная природа космологического красного смещения на основе закона всемирного излучения А.Г. Шленова: «1. На каждом отрезке, равном длине волны де Бройля, любой микрообъект поглощает энергию hH и теряет энергию hH , равную энергии П-фотона, в результате чего частица демонстрирует свойства волны... Электрон на 1-й боровской орбите в атоме водорода поглощает за 1 период такую же энергию hH »*

(см. [11. Кн. 1, С. 52–56]). Ведь сам Э. Хаббл показал еще в 1936 году – космологическое красное смещение имеет вовсе не доплеровскую, т.е. не скоростную природу. Вселенная не расширяется, но происходит старение фотонов, поскольку не существует волн, которые распространялись бы без диссипации энергии [20].

Вопрос: каков смысл Ψ -функции с учетом существования МСН?

Ответ: как уже отмечалось, мы полагаем, что элементарные перемещения квантовых микрообъектов в пространстве МСН реализуются бестраекторно и атемпорально (разрешение апорий Зенона) (см. [21]).

Наша пространственно-временная интерпретация квантовой механики утверждает следующее. Если МСН реальна, то и интерпретация квантовой механики должна быть пересмотрена. В частности, мы предлагаем следующий взгляд на природу волновой функции и квантовых скачков, который разрешает известные парадоксы.

1. *Постулат физического смысла волновой функции:* Ψ -функция показывает в окрестностях каких точек микрочастица будет находиться в будущем, а квадрат модуля Ψ -функции ($|\Psi|^2$) показывает какую часть от суммарного времени нахождения во всех возможных координатах микрочастица будет проводить в окрестности определенной точки.

2. *Постулат существования пространственно-вневременного интервала:* при описании в координатном представлении элементарного перемещения микрочастицы временной интервал отсутствует ($\Delta t = 0$), но пространственный интервал существует ($\Delta l \neq 0$), а при описании в импульсном представлении – квазиимпульс микрочастицы элементарно изменяется во времени по классическому закону ($\Delta p \neq 0$). Таким образом, элементарное изменение координат квантовой частицы опережает изменение её квазиимпульса.

3. *Постулат о моменте измерения:* в момент измерения координаты микрочастицы изменяется её квазиимпульс ($p = \hbar k$), а в момент измерения квазиимпульса изменяется координата микрочастицы (x).

4. *Возможное философское обобщение:* пространство и время квантовой микрочастицы производны от её комплексной волновой функции. При этом описание квантового туннелирования, как «скачка координат» микрообъекта, в соответствии с математическим аппаратом квантовой механики может быть представлено следующим образом.

Физическое взаимодействие с МСН вблизи некоторой координаты в прошлый момент времени, характеризуемое числом (-1), порождает потенцию и актуализацию последующего перемещения микрообъекта, описываемые как $\sqrt{-1}$, с результатом i ; $-i$; умножение потенции на актуализацию, т.е. $i * (-i)$, порождает новое физическое взаимодействие микрообъекта со средой на новом месте, в будущий момент времени, характеризуемое числом 1.

Все перечисленное и многое другое является «эффектами бесконечности Вселенной».

В качестве отдаленной перспективы для дальнейших исследований отметим попытку автора статьи построить математическую модель, которая могла бы служить аналогом описанной выше физической картины. Речь идет о

гипотетическом множестве «метарациональных чисел». Однако подчеркнем, что данная математическая конструкция находится на самой ранней стадии разработки и не является необходимым звеном в обосновании основного тезиса статьи [22].

Настоящая работа представляет обстоятельное философское исследование: от смелой гипотезы через логику, математику и физические наблюдения – к предсказаниям и новой интерпретации фундаментальных теорий.

Литература

1. Низовцев В. В. Критическое состояние фундаментальной науки. Возможности управления. Аналитическая записка. Москва, 2024. 153 с.
2. Луценко Е. В. Программная идея системного обобщения математики и ее применение для системной теории информации // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2008. № 36 (2). URL: <http://ej.kubagro.ru/2008/02/pdf/11.pdf>
3. Годарев-Лозовский М. Г. Теория множеств в системном подходе: естественно-научные и философские аспекты решения парадоксов // SocioTime / Социальное время. 2024. № 4 (40). С. 9–21.
4. Хинчин А. Я. Восемь лекций по математическому анализу. Москва : Наука, 1977. 279 с.
5. Тейлор Э., Уиллер Дж. Физика пространства-времени. Москва : Мир, 1971. 314 с.
6. Фалько В. И. Типы философских онтологий физики // Философия физики : материалы научной конференции 17–18 июня 2010 г. Москва : YPSS, 2010. С. 161–163.
7. Уилер Дж. Квант и Вселенная. Астрофизика, кванты и теория относительности. Москва : Мир, 1982. 560 с.
8. Владимиров Ю.С. Принцип Маха и метрика пространства-времени // Метафизика, 2020, № 2 (36). С. 8–27.
9. Годарев-Лозовский М. Г. Гипотеза единой универсальной мировой среды-носителя вещества, энергии и информации как развитие гипотезы многомерного времени // Материалы Девятой Международной научной конференции «Интеллектуальная культура Беларуси в глобальных и региональных контекстах» (20–21 ноября 2025 года, г. Минск). 2025. Т. 2. С. 150–153.
10. Годарев-Лозовский М. Г. Сознание, системный эффект и запутанность в теории барионной симметрии // Тезисы докладов Всемирного Конгресса «Теория систем, алгебраическая биология, искусственный интеллект: математические основы и приложения». Международная конференция «Сознание 2024», Московская область, Красновидово, 26–30 августа 2024 г. Москва : Биомашсистемы. 2024. Т. 8. № 3. С. 87–89.
11. Шленов А.Г. Микромир. Вселенная. Жизнь. Санкт-Петербург, 2009. 4-е изд. (Кн. 1, 2, 3).
12. Федоров А. К., Никитенко Е. О., Хабарова К. Ю. и др. Квантовая запутанность, телепортация и случайность: Нобелевская премия по физике 2022 года. Развитие неравенств Белла: квантовая запутанность как ресурс и квантовая телепортация // УФН. 2023. Т. 193. С. 1167–1172.
13. Идлис Г. М. Онтология естествознания и антропный космологический принцип в свете антропософии // ИИФМ. 2007. Москва : Наука, 2008. 381 с.
14. Целищев В. В. Неопределенность в самой точной из наук: континуум гипотеза и аксиома конструируемости // Философия науки. 2002. № 4 (15). С. 39–53.
15. Целищев В. В. Проблема семантической избыточности и определенность континуум-гипотезы в теориях множеств первого и второго порядков // Философия образования. 2016. № 69. С. 9–19.

16. Ключин Я. Г. Электричество, гравитация, теплота – другой взгляд. 2-е изд. Санкт-Петербург : Международный клуб ученых, 2015. 235 с.
17. Годарев-Лозовский М. Г. Возможность и онтологические основания атемпоральной интерпретации квантовой механики // Вестник Пермского университета. Сер. Философия, психология, социология. 2014. № 1(17). С. 60–67.
18. Федосин С. Г. Красное смещение и космическое микроволновое фоновое излучение как следствие взаимодействия фотонов с новыми частицами // Galilean Electrodynamics. 2012. Vol. 23. Special Issues No. 1. P. 3–13.
19. Дорышев В. П. Радиус Метагалактики. URL: <https://samlib.ru/d/doroshew/radius.shtml>.
20. Hubble E. The real of the Nebulae. London : Oxford University Press, 1936.
21. Годарев-Лозовский М. Г. Движение в пространстве и логические основания науки // Третьи Степинские чтения. Перспективы философии науки в современную эпоху : материалы международной конференции, г. Москва, 20–23 июня 2023 г. Москва ; Курск : ЗАО «Университетская книга», 2023. С. 190–195.
22. Годарев-Лозовский М. Г. Континуум-гипотеза Кантора и проблема квантования гравитации // Метафизика. 2024. № 2 (52). С. 52–66.

THE GLOBAL CARRIER ENVIRONMENT AS A PREREQUISITE FOR SOLVING HILBERT'S FIRST PROBLEM

M.G. Godarev-Lozovsky*

*Petrovskaya Academy of Sciences and Arts
9 Razyezzhaya St, St. Petersburg, 191002, Russian Federation*

Abstract. Based on the existence of a single universal global carrier environment of matter, energy, and information, as well as conservation laws within it, the following hypothesis is substantiated. There is at least one uncountable set that does not have the power of the continuum (i.e., a set of power $\aleph_1$) – this is the set of all photons in the actually infinite Universe, which by its nature occupies an intermediate cardinal number between the countable set of all particles of matter ($\aleph_0$) and the set of all points of the power of the continuum of this postulated universal medium itself (Here and below, the term «Metagalaxy» refers to the observable part of the Universe).

Keywords: continuum, mathematical cardinality, proper subset, Metagalaxy, particles and antiparticles, photons

* E-mail: godarev-lozovsky@yandex.ru

ПАМЯТИ ВЕЛИКИХ СООТЕЧЕСТВЕННИКОВ

DOI: 10.22363/2224-7580-2026-2-119-125

EDN: GTKDDT

В ЧЕСТЬ Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО: «В САМИХ ПОНЯТИЯХ ЕЩЁ НЕ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ ИСТИНЫ»

Л.Ф. Владимирова

Аннотация. Предлагаемая статья отдаёт дань отечественному гению Н.И. Лобачевскому, 200-летие со дня великого доклада которого исполнилось в этом году. О научных достижениях математика почти все слышали, что вовсе не означает понимания их роли в описании природы. О вкладе Н.И. Лобачевского в становление и развитие в России университетского образования практически никогда и нигде не упоминается, поэтому известно о его заслугах в данном деле лишь узкому кругу лиц. Автор статьи в силу своих возможностей кратко напоминает о значении судьбоносного доклада гениального математика и об административно-университетской стороне деятельности нашего великого соотечественника.

Ключевые слова: неевклидова геометрия, математика, Казанский университет, Н.И. Лобачевский, День математика, профессор, ректор, истина, реформы, образование, миропонимание

Введение

В 2023 году ректор МГУ профессор В.А. Садовничий выступил с инициативой учреждения в России Дня математика. В 2024 году вышло соответствующее правительственное постановление, и дата 1 декабря стала Днём математика. Почему было выбрано это число? Считается, что именно в этот зимний день – 1 декабря – в 1792 году родился великий учёный, выдающийся университетский деятель, талантливый организатор – математик Николай Иванович Лобачевский (1792–1856). (Напомню, что Международный день математики – 14 марта – учреждён в 2019 году. Кстати, 14 марта родился в 1879 году А. Эйнштейн).

К великому огорчению, в своей родной стране Н.И. Лобачевский практически никогда не удостоивался тех высоких почестей, которые заслужил своей деятельностью, как на благо науки, так и для научного развития человеческой цивилизации.

Основную часть своей жизни Николай Иванович провел в Казани. Оказавшись в этом провинциальном городе Российской империи в детстве в

качестве ученика гимназии, он в нём и скончался в 1856 году от легочной недостаточности.

Прослеживая ход жизненного пути гениального математика, можно заметить, что он достиг определённых высот на государственной службе, неоднократно отмечался царскими властями за преданность империи. Служил же он, как принято говорить, верой и правдой. Отсюда и ряд государственных орденов, и перстень с бриллиантом от самого императора. Правда, по свидетельству современников, он как-то равнодушно относился к высоким наградам, никогда их не носил (хотя на дошедших до нашего времени немногочисленных портретах Лобачевский изображен с орденами), а бриллиант так и во все продал, чтобы на вырученные деньги развести в своём имении меринских овец.

Конечно, как государственный служащий учёный был фигурой незаурядной, яркой, выделявшейся среди прочих. Сегодня трудно представить, как в далёком заштатном городе, на окраине культурной части империи университет мог появиться и вырасти в известное учебное и научное учреждение.

Судьбоносный доклад

Императорский Казанский университет, один из старейших в Российской Империи (четвёртый по возрасту) и самый восточный в ней, да и во всей Европе той поры, сыграл выдающуюся роль в истории нашей страны. И не только благодаря именитым выпускникам и студентам, но и благодаря серьёзной реформе университетского образования в России XIX века. К сожалению, мы мало интересуемся преобразованиями тех лет и практически не знаем об исключительном значении вклада ректора и профессора Н.И. Лобачевского в реорганизацию административного устройства казанского учебного заведения и хода всего процесса университетского обучения, наконец, в становление и развитие просвещения и образования в России. Мы не знаем, как возникла в Казани самая передовая в Российской империи обсерватория, как начиналось и развивалось первое в стране восточное направление исследований, каким богатым и разнообразным собранием книг, рукописей, древних летописей и актов располагала университетская библиотека уже в XIX веке. И всё это было достигнуто благодаря неутомимой и ежедневной работе ректора Н.И. Лобачевского. Он официально занимал в течение ряда лет должности и главного библиотекаря, и главного строителя университета.

Список достижений Императорского Казанского университета можно расширить. Но всё-таки главным и признанным успехом, повлиявшим на всё миропонимание, останется открытая и впервые обнародованная в университетских стенах неевклидова (гиперболическая, в этом конкретном случае) геометрия. Произошло это ровно двести лет назад – 11 февраля 1826 года, когда молодой профессор математики, серьёзный и талантливый исследователь, представил высокому собранию университетских светил свой доклад «Сжатое изложение основ геометрии со строгим доказательством теоремы о параллельных».

Доклад вызвал, мягко говоря, настороженное отношение. А как же иначе? Молодой математик посягал на принятые описания первооснов бытия. В докладе отвергалась привычная геометрия мира, основанная на евклидовых началах, как единственная и доказывалось, что может существовать и другая, столь же непротиворечивая геометрия. Продолжая логические рассуждения, можно было прийти к выводу, что само мироустройство может быть основано на новой геометрии. Тем самым рушились традиционные основы мироздания! Давно известно, и тому есть масса примеров, как человечество тяжело расстаётся со сложившимися представлениями, с устоявшимися взглядами. Здесь же речь шла не о каких-то бытовых привычках, даже не о политических взглядах, в докладе говорилось о пространстве, которое нас окружает и описывается тысячелетиями (!) устоявшейся в мировом сообществе геометрией.

Николай Иванович, называя созданную геометрическую теорию воображаемой геометрией, прямо говорил:

«Изложение всех моих исследований в надлежащем свете потребовало бы слишком много места и *представления совершенно в новом свете всей науки*... <...>

Евклидовы начала, несмотря на все блистательные успехи наши в математике, сохранили до сих пор первобытные свои недостатки... Напрасное старание доказать V постулат Эвклида... в протяжении двух тысяч лет заставляло меня подозревать, что в самых понятиях ещё не заключается той истины, которую хотели доказать и *которую проверить подобно другим физическим законам могут лишь опыты. Каковы, например, астрономические наблюдения...*» [4].

Всё докладываемое настолько не соответствовало принятому в науке веками, что многие из присутствующих посчитали уважаемого профессора не в лучшей интеллектуальной форме. Даже с наименованием «воображаемая» относительно научного (!) содержания доклада большинство слушателей не могло согласиться.

Тем не менее 11 февраля 1826 года вошло в историю мировой науки как день рождения неевклидовой геометрии. Тот далёкий февральский день 1826 года стал великим днём не только в истории науки, но и во всей нашей цивилизации. Он расширил границы мироздания, разрушил тысячелетние барьеры и стереотипы наглядности в восприятии природы. Наступала смена эпох в познании Вселенной.

Университетский деятель

Н.И. Лобачевский с юности часто повторял, что в самих понятиях ещё не заключается истина. Необходимо доказательство! А «когда что доказано, надо быть твёрдым, идти до конца!». Держаться найденной истины, не падать духом!

Николай Иванович и сам следовал этим принципам всю свою жизнь. И не только в математике. Вся его университетская деятельность не раз выражалась в неуклонном стремлении к поставленной цели и умении достигать её.

Он всегда и во всём шёл вперёд, не упуская из виду цель и не страшась непредвиденных осложнений или препятствий.

Весь путь научных исканий и математических открытий гениальный учёный прошёл один, не встретив ни понимания, ни хотя бы сочувственного отклика отечественных коллег на свою геометрию при жизни. Знаменитый русский химик А.М. Бутлеров (1828–1886), выпускник Казанского университета, вспоминал, что о работах Лобачевского современники говорили «с улыбкой снисходительного сомнения в чуде-учёном».

Однако как ректор недавно созданного Императорского университета Лобачевский запомнился и своим ученикам, и представителям власти как выдающийся руководитель и организатор. Великий российский и советский математик, профессор МГУ П.С. Александров (1896–1982) писал: «Если бы Лобачевский не написал ни одной строчки из своих исследований, мы, тем не менее, должны были бы вспоминать о нём с благодарностью как о замечательном нашем университетском деятеле, который высоким званием профессора и ректора университета дал такую полноту содержания, которой не придавал им никто другой из лиц, носивших эти звания до него, в его время или после его смерти» [1].

Ректором наш герой был избран в возрасте 34 лет, 3 мая 1827 года, то есть в наиболее активный период научного творчества. Несмотря на первоначальные сомнения и колебания при вступлении в новую должность, Лобачевскому и на административном посту удалось достичь блистательных результатов, сравнимых с научными. Остаётся только поражаться, как могли одновременно сочетаться в одной личности такие разные таланты – способность к напряжённой и неустанной работе мысли над абстрактными математическими проблемами, которая увенчалась успехом на все времена, с поистине безграничными усилиями по организации и переустройству целой системы университетского образования и исследований, которые также привели к замечательным результатам.

Ректор Казанского Императорского университета, одного из первых российских университетов, вывел именно это учебное заведение, расположенное в отдалённой европейской части России, вдали от столицы государства, в один ряд с лучшими университетами Европы своего времени. Под руководством Н.И. Лобачевского началось расширение университета: появились новые направления обучения, началось строительство новых корпусов (жилых, учебных, лабораторных, библиотеки, обсерватории, мастерских, анатомического театра и т.п.), производилась закупка самого современного и совершенного оборудования, каким не обладали даже столичные учебные учреждения. Молодой ректор активно изучал учебники по строительству и архитектуре, вникал в характеристики научных приборов, лично составлял библиотечные каталоги и руководил приобретением книг для библиотеки, занимался изданием и редактированием «Учёных записок Императорского Казанского университета», первого научного журнала России, который он же и основал. При непосредственном участии молодого руководителя учебного заведения был рассчитан проект здания обсерватории, а затем выстроена и

оснащена сама обсерватория, до открытия Пулковской бывшая лучшей в стране.

Как истинный гражданин Отечества и его подлинный патриот, ректор-математик стремился вывести свою родину из вековой отсталости на уровень высших достижений науки и культуры не на словах, а реальными делами. Он устраивал бесплатные просветительские чтения для губернской общественности, лично читал подобные лекции на популярные темы, старался расширять и укреплять связи с западными университетами, как с российскими, так и с европейскими, направляя туда своих студентов для продолжения образования. Он выступал за всестороннее и глубокое изучение восточноазиатских стран и народов. Не раз организовывал научные экспедиции в Азию.

Пребывая в должности ректора, Н.И. Лобачевский совершал и героические поступки ради процветания учебного заведения. Так, однажды он спас университетское имущество от пожара, хотя сам при этом значительно пострадал и вынужден был проходить длительное лечение в больничных условиях. В другой раз ему довелось предохранять коллег и студентов от массового заболевания холерой, эпидемия которой охватила Поволжье. Организация охранительных мер была им выполнена грамотно и без роковых последствий.

Со временем из учёного-математика сформировался опытный государственный руководитель, создавший в отдалённой от столицы части страны, на границе Европы и Азии, передовую систему университетского образования в целом ряде дисциплин, при этом сам достигший высочайших вершин в науке. Историки науки, зная о его открытиях, ставят учёного в один ряд с величайшими умами человечества – Коперником, Галилеем, Ньютоном.

Профессор математики и ректор университета пользовался большим почётом у коллег и жителей Казани. Но, увы, вовсе не перед научными заслугами склоняли головы университетские сообщества и граждане России. Без внимания общественности и властей не оставалась организационная деятельность Николая Ивановича Лобачевского на университетском поприще. Он настолько ценился за свою административно-организационную работу, что был отмечен многочисленными императорскими наградами и прочими знаками признания, произведён в дворянское звание с пожалованием дворянского герба. Правда, следует еще раз подчеркнуть, учёный не придавал особого значения присвоенным званиям и практически не носил орденов и других наград. Смысл жизни и свою задачу он видел в другом [4].

Завершение пути

Даже в последний год жизни, будучи уже совершенно слепым, слабым, иногда теряющим сознание, он старался придать совершенную форму своему основному достижению. С помощью учеников Николай Иванович продолжал работу над своим главным математическим трудом, обобщающую часть которого назвал «Пангеометрия». Писать он уже не мог, читать тоже. Так что последнее в жизни сочинение приходилось диктовать. Однако выполнять

математические выкладки он не потерял способности, хотя теперь их приходилось делать устно, в уме. «Пангеометрия» была написана на русском языке, затем Лобачевский перевёл книгу на французский. Первое, русское, издание вышло в последние дни жизни учёного, а вот перевод появился уже в следующем году, то есть после кончины математика.

Научное же признание пришло через одно-два десятилетия после ухода учёного из жизни. В первую очередь благодаря европейским математикам — Э. Бельтрами, Ф. Клейну, А. Пуанкаре. Большое значение имели восторженные записи о трудах Лобачевского, найденные в посмертном архиве великого К.Ф. Гаусса. Они обратили внимание научного мира, как за рубежом, так, наконец, и в России, на открытие русского математика. Слава пришла, но герой уже был далеко от этого мира [2-3]!

Заключение

Многие часто предполагают, что неевклидова геометрия была единственным достижением Н.И. Лобачевского. Это не так. Вот лишь некоторые важные математические результаты учёного в других разделах математики:

- в *алгебре* — метод приближённых решений уравнений высокой степени;
- в *теории вероятностей* — формула многократных свёрток равномерного распределения;
- в *математическом анализе* — ряд теорем для тригонометрических рядов, уточнение определения непрерывной функции.

Даже из этого очень краткого перечня видно, как достаточно разнообразны были интересы Лобачевского, что в очередной раз вызывает удивление. А ведь он ещё читал лекции по разным разделам математики — от теории чисел до математического анализа (дифференциальное и интегральное исчисление) и дифференциальных уравнений, от высшей алгебры и геометрии до теории вероятностей и функций комплексной переменной. Более того, он также читал лекции по физике, механике, гидравлике, астрономии и даже вёл астрономические наблюдения вместе со своим другом И.М. Симоновым, ещё одним большим русским учёным — астрономом и путешественником.

Кроме того, у Николая Ивановича была большая семья, которая тоже требовала и внимания, и забот. Правда, большинство его детей умерло, как тогда случалось в России и в семьях простых тружеников, и среди знаменитых дворян. Н.И. Лобачевский также существенно помогал семье брата, практически содержал её, как и свою мать до её последнего дня.

Интересно, что в описываемые времена геометрия, как часть общей науки математики, должна была, как, впрочем, и вся математика, описывать исключительно абсолютные истины без всяких условий и оговорок, а далее в своём развитии и открытиях обязательно находить практическое применение. Постепенно образованные люди и наука начинали цениться. В ряде стран учёные наделялись особыми привилегиями, перед ними, как носителями передовых идей и знаний, преклонялись. Обучение в университете становилось

престижным занятием. Число подобных учебных заведений росло даже в удалённых от центров культуры местах.

Однако традиция была такова, что математика, а особенно геометрия, не рассматривалась как самостоятельная наука, а считалась лишь подсобным аппаратом для расчёта возникающих жизненных потребностей, что шло ещё от древних земледельцев. Так что математическая наука казалась оторванной от нужд цивилизации, если она не использовалась для решения злободневных вопросов. Казанский же математик пошёл не традиционным путём и шёл таким образом всю свою жизнь, не сворачивая и не страшась обвинений и препятствий.

* * *

Прошедшее с эпохи Лобачевского до наших дней время подтвердило, что один из февральских дней 1826 года был поистине великим днём в истории человечества. День 1 февраля 1826 года расширил границы мироздания, разрушил тысячелетние (!) барьеры и стереотипы в восприятии природы. Благодаря исследованиям целого ряда крупнейших математиков мира, уже к XX веку родились новые подходы к изучению геометрии окружающего мира. Новая геометрия не только послужила источником свежих математических идей, но повлияла на развитие физики, на взгляды на Вселенную в целом. А казанский профессор математики Н.И. Лобачевский стал первым, кто решился совершенно открыто и осознанно отказаться от тысячелетних убеждений в неколебимости представлений о мире. Поэтому его день рождения – 1 декабря – мы теперь совершенно справедливо должны отмечать как День математика.

Литература

1. Александров П. Николай Иванович Лобачевский // Квант. 1976. № 2. С. 4–15.
2. Васильев А. В. Николай Иванович Лобачевский. Москва : Наука, 1992. 229 с.
3. Каган В. Ф. Лобачевский. 2-е изд. Москва – Ленинград : АН СССР, 1948. 507 с.
4. Владимирова Л. Ф. Страсти по геометрии. История неевклидовой геометрии в трёх портретах: Лобачевский, Гаусс, Бойяи. Москва : ЛЕНАНД, 2026. 200 с.

IN HONOR OF N.I. LOBACHEVSKY

L.F. Vladimirova

Abstract. The article is dedicated to the 200th anniversary of the birth of the none Euclidean geometry and the scientific and the university activities of the great Russian mathematician Nicolai Lobachevsky (1792–1856).

Keywords: day of the mathematician (Math Day), geometry, mathematics, science, understanding, university, Lobachevsky, professor, rector, truth, education

DOI: 10.22363/2224-7580-2026-2-126-141
EDN: GUCOUY

К СТОЛЕТИЮ НАПИСАНИЯ ГЛАВНОЙ РАБОТЫ А.Л. ЧИЖЕВСКОГО

Б.М. Владимирский*

*Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского,
Российская Федерация, 295007, Республика Крым, Симферополь,
пр-т Академика Вернадского, д. 4*

Аннотация. Отмечается, что из всего творческого наследия А.Л. Чижевского основными его работами являются работы по влиянию космической погоды на социальные явления, «историометрия». Прослеживается история становления и развития этих исследований, которые роковым образом сказались на судьбе ученого. К концу XX века результаты и соображения А.Л. Чижевского по данной проблеме получили полное подтверждение, прямое и косвенное. Однако в последующие десятилетия споры по поводу влияния космической погоды на динамику социальных явлений, а также хода исторических процессов не прекращались.

Ключевые слова: работа А.Л. Чижевского «Физические факторы исторического процесса», историометрия, влияние космической погоды на социальные явления

Вступление

Творческое наследие А.Л. Чижевского весьма обширно: воздействие солнечной активности (по современной терминологии – «космической погоды») на биологические процессы: от влияния на нервную систему человека и социальную динамику до контроля над развитием эпидемий; первые в мире эксперименты по экранированию биообъектов от их электромагнитного и радиационного окружения; экологическое и терапевтическое значение атмосферных аэроионов; изучение мысленного внушения (парапсихология); структурный анализ движущейся крови. И еще: богатейшее собрание стихотворений, мемуарная проза, сотни живописных полотен и акварельных рисунков.

Можно ли выбрать из всего этого многообразия основную тему, «самую главную» работу? Оказывается, такой выбор однозначно определяется, если использовать совместно три очевидных критерия:

- 1) Какую работу (статью) считал наиболее важной сам Автор?
- 2) Каковы масштабы изменений, которые следовало бы внести в существующие модельные представления в связи с результатом этой работы?

* E-mail: bvlad@yandex.ru

3) Каковы острота и масштабы дискуссий (полемики), вызванные данной работой со стороны коллег и образованных читателей?

Что касается остроты отклика на обсуждение темы «Космическая погода и психические – психопатологические эпидемии» в работе «Физические факторы исторического процесса» [1], то дискуссия не прекращалась и в наши дни, о чем речь пойдет ниже. Кажется, в истории отечественной науки просто нет другого примера полемики столь продолжительной и ожесточенной. Это понятно: при развитии исследований на упомянутую тему А.Л. Чижевский применил к описанию истории естественнонаучный подход. Но если законы Природы и в самом деле надо принимать во внимание при изучении Истории, то многие принципы традиционной исторической науки потребуют пересмотра. Может быть, сама наука будет изменять свой облик?

На тему «стихийного проявления человеческого безумия» [2] А.Л. Чижевский написал целую серию статей. Одна из основных, с обоснованием существования в среде обитания универсального психотропного агента [3], имеет посвящение человеку, для Александра Леонидовича самому близкому: «Эту работу посвящаю Учителю и Другу – Отцу». Существует ли более убедительный признак значимости этой статьи для автора? В целом нет сомнений, что перечисленные работы – «предчувствие» социобиологии и современных математических методов анализа социальной динамики – самое главное, что оставил Александр Леонидович науке наших дней.

Сейчас даже кажется, что все остальные его занятия были дополнительными составляющими в разработке основной темы: атмосферные аэроионы теперь рассматриваются как один из каналов воздействия космической погоды на биообъекты; экранирование сделалось важным методом изучения эффектов космической погоды в биологических и физико-химических системах; само существование многих (всех?) паранормальных явлений обязано вариациям космической погоды; структурный анализ движущейся крови напрямую связан с моделями, призванными объяснить физиологично связь вариаций космической погоды со статистикой заболеваемости сердечно-сосудистой системы. Поэтически и художественные произведения А.Л. Чижевского пронизывает «тема единства человека и космоса, Земли и Вселенной...» [4].

Цель исследования – проследить становление и развитие работ Александра Леонидовича (А. Л.) по теме «космическая погода – социальные явления», драматическую историю этих публикаций, их статус в наши дни.

От начальных интуитивных догадок – до первой публикации, 1914–1924 гг.

Основная идея, положенная в основу работ по означенной теме, выражена А.Л. с полной ясностью: «...увеличение пятнообразовательной деятельности Солнца... оказывает сильнейшее влияние на состояние электромагнитного поля Земли... возбуждая массы к действию, способствуя внушению» [1. С. 58]. Поэтому «течение всемирно-исторического процесса составляет

из непрерывного ряда 11-летних циклов... пятнообразовательной активности Солнца» [1. С. 50]. В стихотворной форме:

И вновь и вновь взошли на Солнце пятна,

И омрачились трезвые умы,

И пал престол, и были неотвратны

Голодный мор и ужасы чумы.

И вал морской вскипел от колебаний,

И норд сверкал, и двигались смерчи,

И родились на ниве состязаний

Фанатики, герои, палачи... (1921)

Из текста первой публикации [1], воспоминаний [5] и описания цикла его жизни в это время [6] следует, что А.Л. пришел к этим мыслям вполне самостоятельно на основе некоторых наблюдений, впрочем, очень отрывочных и скромных по объему: боевые действия на фронтах войны (с июня 1915 г.); масштабы массовых акций во время российской революции 1905 года; сопоставление с числами Вольфа наблюдений над поведением нервноболевных детей (мониторинг проводился врачом А.С. Соловьевым по инициативе А.Л.).

Однако окончательное оформление идей о связи вариаций космической погоды и общественных процессов проходило под влиянием прочитанного и общения с коллегами. У А.Л. были предшественники. Что касается периодичности в истории («историометрия»), то аналогичные соображения развивал с 1912 года широко известный поэт В. Хлебников (вариант перевода его метафор на общепонятный язык (см. в [7]). «В жизни отдельных людей, – пишет Хлебников в своем эссе «Доски судьбы» (ссылки см. в [6]), – я заметил особое гремучее время строения $2^{13} + 13^2$ (дней)... Мне кажется, что дух отважного подвига вызван в нем тринадцатой степенью двух считая от рождения». Этот биологический макроритм равен двойному 11-летнему циклу солнечной активности. Важнейшим историческим циклом Хлебников считал период 365 лет (повторяемость войн). Неизвестно, встречался ли с А.Л. Хлебниковым лично. Но о его соображениях он мог знать, например, от поэта и математика С.П. Боброва.

В библиографии к «Физическим факторам...» есть ссылка на заметки Д.О. Святского «О некотором соотношении солнечной деятельности и народных восстаний» [8]. Там же упоминаются французский любитель астрономии аббат Т. Морэ (Могеух, ученик К. Фламариона) и В.М. Бехтерев. Но нет ссылки на еще одну статью Святского «Солнечные пятна и народные волнения» [9] (где предпринята попытка подтвердить на более раннем историческом материале феномен совпадений дат революций с максимальными числами солнечных пятен, найденный для XVIII–XX вв. [8]). Д.О. Святский указал А.Л. на этот пропуск. Недавно найдено ответное письмо Чижевского, в котором он между прочим признает приоритет Святского [10].

В наши дни понятно, что изыскания по поводу приоритета неуместны: это было коллективное открытие. В год, когда А. Л. придал гласности идею о

космической ритмике Истории (1918, защита диссертации), в далеком Томске вышла брошюра В.И. Анучина (1875–1941, этнографа и писателя) «Социальный закон» [8–11], где было статистически показано, что революции, бунты и смуты следуют ритмике 11-летней солнечной цикличности. Заметку аналогичного содержания напечатал тогда же ровесник А.Л. – В. Сайдис (Sidis), американский биофизик и психолог [12]. Идея «носила в воздухе». О связи «Солнечные пятна – революции» упоминал в своих лекциях Н.И. Кульбин (1868–1917, художник, деятель художественного авангарда, первый в России врач-рентгенолог). О ней же писал в одной из своих статей А.В. Барченко (биофизик и мистик). Упомянутые выше заметки Святского и Морэ обсуждались в книге Э.К. Эпика «Солнце по новейшим исследованиям» [13] (книга, вероятно, была в библиотеке А.Л.). Ее автор, астроном, получивший позднее широкую известность, так комментирует рассматриваемую связь: «...участие солнечных пятен в земных революциях можно сравнить с действием спички, брошенной в пороховой погреб: от солнца получается лишь последний толчок, взрывающий ранее накопленный материал недовольства» [13. С. 100].

При чтении «Физических факторов...» обращает на себя внимание сближение революций и психопатических эпидемий [1. С. 42]. Может быть, А.Л. был знаком с переизданной недавно книгой «Революционный невроз» [14]? А может быть, кто-то познакомил его с резолюцией Всероссийского съезда врачей (июль 1917), который диагностировал в стране наличие «острого социального психоза»?

Продумывая и переживая свои мысли, А.Л. получал какие-то импульсы и от людей, его окружающих. Астроном С.Н. Блажко, обучавший молодого Чижевского приемам зарисовок солнечных пятен, относился к идее об их влиянии на социум резко отрицательно. А «шлиссельбуржец» акад. Н.А. Морозов, напротив, считал такую работу принадлежащей XXI веку (между прочим А.Л. сразу же понял причину хронологических «сдвигов», которыми тогда занимался Морозов; если во всемирно-историческом процессе есть периодичность, то можно «спутать» реальные события с их аналогами – «повторами»; цифровые данные, доказывающие правоту Чижевского (см. в [15. С. 238–240]).

Ценной была поддержка от коллег-единомышленников; от геолога А.П. Павлова – полагал важным «экзогенное» влияние на геологические процессы; от метеоролога М.А. Боголепова – развивал концепцию «гелиоклиматологии»; от биолога Н.М. Кулагина – информировал А.Л. об 11-летней цикличности налетов саранчи. Соображения А.Л. одобрил В.М. Бехтерев. Положительную рецензию на «Факторы...» написал К.Д. Циолковский.

Некоторое сочувствие своим идеям автор «Факторов...» получал не только от ученых. В это время в образованном обществе России стало развиваться мировоззренческое течение, получившее позже название «русского космизма» [16]. Оно оставило глубокий след в литературе, поэзии, изобразительном искусстве, философии. В системе этих идей влияние Космоса на Планету было феноменом «обычным». Так что общаясь, например, с таким представителем «космизма» в поэзии, как В.Я. Брюсов, А.Л. мог наверняка

встретить одобрение своим мыслям. Сам А.Л. принадлежал «космизму» не только как исследователь, но и как поэт. Недавние архивные разыскания [17] обнаружили, что А.Л. тесно общался с одним из активных распространителей идей «космизма» – А.К. Горским, философом и поэтом. «Историометрия», как оказалось, органично вошла в одно из его эссе. Конечно, идеи А.Л. разделяли в той или иной степени зарубежные ученые, с которыми он состоял в переписке.

Однако для большинства отечественных читателей (сначала в Калуге) «Факторы...» вызвали реакцию резко отрицательную. Многое в этом течении осталось им непонятным, многое показалось неубедительным, основные идеи – неприемлемыми либо «вредными». Брань преобладала над критикой. В некоторой степени это было результатом «неоптимального» стиля изложения А.Л.: все-таки без оговорок не следовало брать под сомнение основное, лучше было бы сделать акцент на необходимости проверки важных «эмпирических обобщений». Современному читателю хорошо заметны и недочеты работы как исследования: при отборе исторических событий, образующих ту самую канву, где читателю следовало увидеть периодичность, имел место субъективизм. Не обсуждались некоторые очевидные вопросы, которые влияют на результат. Например, какие исторические события эквивалентны в древности революциям XIX века, а какие – нет; Также неверно считать, что 11-летний цикл солнечной активности всегда одинаков (9 циклов за столетие). Существуют и другие циклы солнечной активности, такие как 22 года и около 60 лет. Почему рассматривается только 11-летний? И так далее... Для того чтобы сделать изложение более аргументированным, более доходчивым, надо было подготовить и опубликовать более совершенный текст.

От выхода в свет основных статей – до самых трагических страниц биографии. Годы молчания, 1924–1964

Два человека энергично помогали А.Л. с новыми публикациями. Во-первых, это был тогдашний министр здравоохранения Н.А. Семашко, врач. О соображениях А.Л. он узнал из неоднократного личного общения. Последовало приглашение напечататься в редактируемом Семашко «Русско-немецком медицинском журнале». Статьи вышли в 1928 году [2; 3]. В отличие от «самиздата» [1] они были написаны в академическом стиле: литературный обзор, описание исходного массива данных, сопоставление с числами Вольфа, гипотезы о физической природе действующего психотропного агента. Аргументы, доказывающие реальность его действия, значительно более убедительны, чем в «Факторах...». Сообщается, например, что частота следования террористических актов в России в 1902–1921 годах возрастает с увеличением чисел Вольфа, коэффициент корреляции для средних за месяц составляет $0,74 \pm 0,15$. Читателю ясно, что действующий психотропный фактор имеет универсальный характер: он не только стимулирует наступление социальной нестабильности («гелиотараксия»), но и влияет на творческую продуктивность, а также психическое здоровье. Конечно, эти публикации в престижном

журнале помогли бы А.Л. укрепить свой имидж ученого... Правда, он несколько «испортил дело», напечатав заметки (например, [8]) о рациональной подоснове астрологии: ритмика солнечной активности синхронизована с динамикой планет, так что их конфигурации могут служить индексами солнечной активности и, следовательно, космической погоды. Сейчас это известный факт. Но тогда, в год, когда съезд астрологов России был увезен компетентными органами «на обед», 1929, публикация могла бы вызвать «подозрение».

Вместе с тем появление статей А.Л. в авторитетном журнале имело следствие совершенно неожиданное: кто-то сообщил И.В. Сталину об идее сближения революций с массовыми психозами. Н.А. Семашко имел разговор с Диктатором, видимо, крайне неприятный. С 1930 года любые публикации на тему «Космическая погода – социальные явления» были запрещены, все написанное на эту тему изъято из библиотек (переведено в «отдел специального хранения» либо уничтожено). Эта акция составляла государственную тайну, узнал ли сразу о ней А.Л.?

Настойчиво добивался публикации работ А.Л. также акад. П.П. Лазарев. Убежденность в важности идей А.Л. была основана на его собственных экспериментальных наблюдениях эффектов космической погоды. Лазарев ходатайствовал о напечатании диссертации А.Л. перед тогдашним главой издательского дела в стране акад. О.Ю. Шмидтом. Отто Юльевич, человек умный, образованный, был «правильным большевиком». Сама мысль о связи революции с динамикой солнечных пятен представлялась ему очевидной нелепостью. С.Э. Шноль привлек внимание читателей к записи разговора двух академиков на эту тему [19], одному из самых замечательных документов эпохи. На этом эпизоде хлопоты о напечатании историометрических работ А.Л. вообще закончились – в этом же 1930 году П.П. Лазарев был арестован. Цензурный запрет коснулся и брошюры А.Л. «Теория гелиотараксии» (1930), до читателя не дошедшей. Для разработки космоисториометрической проблематики в России наступила эпоха молчания. А.Л. полностью ушел в биофизику (экологическое и лечебное значение отрицательных аэроионов). Запрещенные «Физические факторы...» [1] упоминались в это время только в эпизодах травли А.Л. (1935 г., статья «Враг под маской ученого» в газете «Правда», инициированная Б.М. Завадовским, детали см. в подробной биографии [20]). Характерно, что в хорошо известном «Меморандуме о научных трудах профессора А.Л. Чижевского» (Межд. Конгресс по биологической физике, Нью-Йорк, 1939 г. – черновик написан, очевидно, самим А.Л.) важнейшая для него тема звучит «приглушенно»: «Внешнее влияние на нервно-психическую деятельность...» [20]. А в январе 1942 года в жизни А.Л. произошла катастрофа: он был арестован (после доноса) почти сразу после прибытия в Челябинск в эвакуацию. Формально он обвинялся в антисоветских разговорах («агитации»). В следственном деле, однако, в качестве «вещественных доказательств» фигурируют все те же «Факторы...», – увы! – содействовавшие попаданию в ГУЛАГ автора на 16 лет!

Пребывая в лагере (и продолжая заниматься биофизикой), А.Л. не мог знать о ключевом событии в развитии важнейшей для него темы:

переоткрытии П. Сорокиным периодичности всемирно-исторического процесса. Работа была сделана статистическим методом с применением специально построенного индекса (краткий ее реферат см. в [15. С. 425–427]). Автор работы (крупнейший социолог XX в.) рассматривал обнаруженную ритмику как колебания, самопроизвольно возникающие в социуме (по современной терминологии – автоколебания), вне связи с ритмикой космической. Но косвенно П. Сорокин подтвердил результат А.Л.: самый часто встречаемый период для социальной жизни стран Европы, по его данным, составляет около 60 лет – половину солнечного 11-летнего цикла, другие найденные им периоды имеют своих космических «двойников».

А.Л. был освобожден в 1950 году (реабилитирован в 1962 г.). По возвращении в Москву он получил возможность возобновить работу по биофизике аэроионов. Но одновременно он начинает энергично готовиться к продолжению исследований по изучению биологических эффектов космической погоды: уговаривает переехать в Москву для совместной работы известного специалиста по физике солнечно-земных связей М.С. Эйгенсона; завязывает переписку с итальянским химиком Д. Пиккарди, открывшим влияние солнечной активности на лабораторные физико-химические тесты (и сообщает подробности об этой выдающейся работе отечественным читателям [21]); рассказывает в популярных статьях и книгах о проблемах гелиобиологии [22–24]. Естественно, что историометрия в них вообще не упоминается (хотя библиография в [22] содержит все «запретные» публикации, включая «Факторы...»).

Планам А.Л. не суждено было реализоваться. Но когда он уже находился на пороге Вечности, в «директивном» журнале «Партийная жизнь» появилась еще одна статья, совершенно невежественная и хамская, с клеветой в его адрес (декабрь 1964 г.). Вдова, Нина Вадимовна Чижевская-Энгельгардт (Н.В.) обратилась к известным ученым с письмом-просьбой – защитить честь и достоинство ученого. (Составитель данного обзора именно тогда и познакомился с работами А.Л. Чижевского – тогдашний директор Крымской обсерватории акад. А.Б. Северный, получив это письмо, поручил «разобраться»...) Акция Н.В. оказалась успешной: редакцию журнала заставили извиниться (!); к публикациям А.Л. было привлечено дополнительное внимание; Н.В. стали регулярно посещать физики, биологи, медики, интересовавшиеся работами А.Л. Эти посетители были и организаторами международных семинаров-конференций, где обсуждались новые результаты по всему кругу вопросов «солнечная активность – биосфера» (Рига, Одесса, Москва, Севастополь, Ялта). В работе некоторых из таких семинаров принимала личное участие Н.В. Началось «Возрождение» гелиобиологии, чему содействовало, конечно, широкое общественное внимание к исследованию Космоса вообще после запуска первого искусственного спутника Земли.

**Развитие гелиобиологии. Скандалы «Космической окраски».
Новая жизнь «Физических факторов исторического процесса»,
1964–2020 гг.**

Понятно, что для всего круга обсуждаемых проблем исключительно важное значение имело развитие описательной гелиобиологии. К концу века эффекты космической погоды были обнаружены практически для всех представителей биологической систематики. Самое главное открытие, однако, состояло в том, что первичное действие агента, ответственного за солнечно-биосферные связи, реализуется на физико-химическом уровне. Космическая погода влияет на параметры воды, химические реакции, состояние полупроводниковых структур. Вся гелиобиология вторична. Это фундаментальной важности заключение следует, прежде всего, из работ С.Э. Шноля и его сотрудников [25]. Ценные результаты были получены в рамках исследований по так называемой «экспериментальной гелиобиологии» – изучения лабораторных имитаций предполагаемого действующего космического агента (электромагнитных полей очень низкой частоты), они описаны в [15; 26]. При таком подходе между прочим была реализована идея А.Л. о помещении в особую экранированную палату во время магнитных бурь пациентов с острой сердечно-сосудистой патологией [27]. Безусловно, в пределах статьи даже просто перечислить важнейшие гелиобиологические открытия невозможно (отчасти это сделано в очерках [28]). В это же время прежняя физика солнечно-земных связей, знакомая А.Л., превратилась в «плазменную гелиофизику» [26].

Создание корпуса эмпирических данных позволило приступить к построению теоретических моделей. Выяснилось, что для теоретического описания накопленного наблюдательного материала вовсе излишней является гипотеза о существовании какой-то неизвестной компоненты солнечного излучения – Z – X и т.д. Солнечная активность контролирует все экологические факторы среды обитания, в том числе такие, которые прежде считались несущественными (инфразвуки) или оставались неизвестными (низкочастотные электромагнитные поля) [28]. Глубокой ревизии-обновлению подвергалась биоритмология. Было найдено, что имеет место богатый набор ритмов (не только суточная вариация) [30]. Все осцилляции в организмах (или их сообществах) имеют, как правило, внутреннее происхождение (автоколебания). Их устойчивость обеспечивается оперативной связью с колебательной структурой внешней среды, а весь набор периодов среды обитания имеет космическое происхождение [31]. Упомянутая связь реализуется через синхронизацию – очень важное явление для биофизики космической погоды (подробно описана в [32], в первой части – в общедоступном варианте).

Все многочисленные публикации по гелиобиологии (в том числе в академических журналах), о которых шла речь выше, не касались космического влияния на социум. Продолжал действовать цензурный запрет. Оказались засекреченными и страницы биографии А.Л., связанные с его пребыванием в заключении и ссылке. Не было об этом никаких упоминаний в книге [33], получившей широкую известность. Некоторым исключением оказались очерки

о творчестве А.Л. [34], где рассказывалось о гелиотараксии – «тактично», со ссылками на классиков господствующей тогда идеологии. История изучения влияния космической погоды на общественную жизнь будет неполной, если не рассказать о двух скандальных происшествиях, косвенно связанных с работами А.Л.

Французский психолог М. Гоклен (Michel Gauquelin), изучавший характеры и темпераменты статистическими методами, обнаружил «странную» удивительную закономерность: люди, обладавшие ярко выраженными качествами упомянутых черт личности, рождаются с повышенной вероятностью при определенных конфигурациях планет. Наиболее ясно эта «странность» оказалась выраженной у знаменитых спортсменов с «железным характером»: они чаще всего рождались в момент, когда восходила или кульминировала – для места их рождения планета Марс [35]. Уместно обратить внимание читателя на то, что этот «Марс-эффект» необязательно связывать именно с моментом рождения; закладка подсистем организма, влияющих на черты личности, происходит в моменты времени, четко фиксированные в среднем относительно дня рождения. Результат Гоклена явно подтверждает возможность астрологического прогноза. Бельгийский комитет скептиков (Committee Para) решил опровергнуть данные Гоклена. Члены Комитета собрали свой массив данных. Они обработали его способом Гоклена. И полностью воспроизвели его первоначальный результат! Опозорить Гоклена и астрологию не удалось. Тогда члены Комитета решили не публиковать итоги своей работы и попытались скрыть их от самого Гоклена (неудачно, подробности этой некрасивой истории изложены в [35]). Очевидно, М. Гоклен подтвердил идею А.Л. [18]. Марс-эффект обусловлен влиянием космической погоды, ведь конфигурации планет являются индексом ее вариаций, как числа Вольфа. При рассмотрении соотношения между астрологией и известными эффектами космической погоды [37] синхронизация «солнечная активность – динамика планет» обсуждается более подробно без ссылки на работу [18], но с упоминанием имени А.Л. Между прочим эта идея легла в основу построения исторического сценария происхождения астрологии (см. [15. С. 289–334]).

Почти одновременно разворачивался еще один скандал, иллюстрирующий неприятие влиятельными кругами общественности любых мыслей о возможности космических влияний на ход истории. Л.Н. Гумилев обратил внимание на то, что появление групп людей («пассионариев») – основателей новых этносов – имело место одновременно в далеко отстоящих друг от друга регионах. Чтобы обеспечить такую синхронность (например, в XIII в. литовцы и эфиопы), необходим внешний «сигнал». В своей модели [38] он предположил, что такой сигнал имеет космическое происхождение. В 1970-х годах были предприняты специальные усилия, чтобы ограничить распространение текстов Гумилева. Профессионалы отнеслись к его модели скептически, но представление о появлении пассионариев («одержимых») под влиянием изменений космической погоды стало быстро набирать популярность (тексты Гумилева стали расходиться в списках). Пассионарии – это, конечно, также и революционеры. Поэтому сближение идей Гумилева – Чижевского вполне

естественно [39]. Сам Гумилев не исключал того, что космическое воздействие обусловлено вариациями солнечной активности. Много позже было показано, что космическое воздействие обусловлено вариациями именно солнечной активности. Было показано, что наступлению гумилевских «пассионарных толчков» действительно предшествует возрастание чисел Вольфа [40].

С отменой цензуры стала доступна биография А.Л. впервые без каких-либо умолчаний [41] (здесь названа фамилия «основного» доносчика, инициировавшего арест А.Л., писателя Л.В. Никулина, негласного сотрудника советской «охранки»). «Физические факторы» вернулись к читателю в 1990 году, сначала как текст (с продолжением) в журнале «Химия и жизнь» (1990, № 1–3). При этом были сделаны небольшие сокращения, чтобы «убрать» неприличные для того времени места: у А.Л. – «выдвижение на политическую арену крупных политических личностей» (в максимумы солнечной активности – Керенский, Ленин...). Репринтное издание [1] было отмечено рецензией в одном из самых читаемых журналов тех лет – в «Новом мире» [42]. Тон рецензии благожелательный, но оценка идей А.Л. полностью отрицательная: «...такой подход «искажает саму суть истории человечества (с. 252)».

Сдержанное отношение к идее о влиянии космического психотропного фактора на общественную жизнь и историю выразили и зарубежные исследователи. В самой полной обзорной работе по солнечно-земным связям середины XX века [44] одна из публикаций А.Л. на эту тему просто упоминается. Перевод «Факторов...» на английский язык появился в 1956 году. Работа подробно комментировалась в докладе Э. Дьюи (E. Dewey) на конференции по солнечно-земной физике 1968 года в Брюсселе. Общее заключение было таково, что вопрос следует считать открытым [44].

Между тем в России в статьях и заметках, в докладах на семинарах, посвященных работам А.Л., стали появляться наблюдения, в которых какие-то исторические эпизоды сопоставлялись с максимумами солнечной активности. Их авторы отбирали события, которые показались особенно «важными». Некоторые из подобных сравнений небезынтересны. Например, было отмечено, что к максимумам чисел Вольфа тяготеют всплески «большого террора» [45]. Эффект необязательно «привязывать» к обострению параноидального бреда у Диктатора; в это время имела место эпидемия доносов. Или: СССР вводил в соседние страны свои вооруженные силы каждый очередной максимум активности: 1957 год – Венгрия; 1968 год – Чехословакия; 1980 год – Афганистан; в следующий максимум ушел в небытие и сам имперский режим.

Тем не менее появились и серьезные работы на данную тему. В частности, А.А. Путилов [46] остроумно избежал упрека в субъективности отбора событий. Он предположил, что профессионалы-историки включают в свои универсальные хронологические таблицы только даты значимых («важных») событий. И тогда ритмику общественной жизни в прошлом можно обнаружить, изучая вариации частоты следования дат (за каждый год). В качестве исходного материала использовались хронологические таблицы «Советской исторической энциклопедии» и «Всемирной истории» – соответственно

13 тыс. и 4,6 тыс. дат (1698–1963). Далее этот индекс «интенсивности хода истории» сравнивали для максимумов (± 1 год) и минимумов (± 1 год) чисел Вольфа (метод наложения эпох). Оказалось, что «напряженность» исторического процесса в годы максимума выше, чем в годы минимума, – статистически значимо на уровне $p < 0,001$ для обеих названных таблиц. Тезис А.Л. о «периодичности всемирно-исторического процесса» полностью подтвердился. Составителю данного обзора неизвестно, получили ли эти замечательные результаты дальнейшее развитие – остается ли в силе результат, если, например, использовать таблицы зарубежных авторов? Заметны ли в этом индексе другие космические периоды, т.е. строился ли для него спектр мощности?

Вывод А.Л., так трагически отразившейся на его судьбе, «революции случаются в год максимумов солнечной активности», был подтвержден германским психологом С. Эртелем (S. Ertel) [47]. Трудная задача объективно выбрать события, называемые не вполне точным термином «революция», была решена Эртелем в рамках специальной вспомогательной работы. Сначала был составлен словарь, передающий всевозможные оттенки понятия «Нарушение социальной стабильности снизу», на двух языках, немецком и английском, затем группы студентов просмотрели 18 авторитетных исторических источников на этих языках и зафиксировали дату каждого события, чье название фигурировало в упомянутом словаре. За 1698–1985 гг. было получено свыше 4 тыс. ссылок.

Далее – основной этап работы – вычислялось среднее значение минимального временного интервала, отделявшего дату событий от ближайшей даты максимума чисел Вольфа для 26 максимумов, известных для упомянутого отрезка времени (почти 300 лет). Окончательно: чаще всего революции происходят в максимум солнечной активности (результат статистически значим на уровне $p < 0,001$; кажется, здесь невозможно к чему-либо придраться...).

Заслуги С. Эртеля в исследовании проблемы «Космос – биосфера» должны быть специально отмечены, в частности, еще и потому, что среди его публикаций на эту тему имеется работа [48], в которой установлена синхронизация с солнечной активностью цикла «Длинные волны Кондратьева». Подробное обсуждение различных аспектов этого важного открытия, в том числе социально-культурологического, проведено в [49]. Возможно, «Длинные волны» (55 ± 5 лет) могли бы служить естественной единицей в историометрии (у А.Л. этот цикл упоминается (см. [1. С. 60])).

Работа, о которой шла речь [41], вышла в свет в юбилейный для А.Л. год – 100 лет со дня рождения. Он был отмечен публикацией материалов диссертации [50] и проведением в Москве представительной конференции «Леонардо да Винчи XX века» [51]. Сообщения по космофизике, биоритмологии и биофизике, представленные на этой конференции, содержали интересные новые данные. Но уровень выступлений на историософскую тему оставлял желать лучшего. Один из докладчиков – Ю.В. Яковец – выразил мнение, что вывод А.Л. об 11-летней цикличности всемирно-исторического процесса

«...вряд ли можно в полной мере считать доказанным...» [51. С. 152]. Очевидно, работы Путилова и Эртеля не были ему знакомы. Такова же была и ситуация на семинаре, специально посвященном историометрии, – «Космос и мировая история» [52].

Список периодов, найденных в социально-исторической динамике, между тем продолжал пополняться:

- было найдено, что околорядовый период, заметный при анализе справочников «кто есть кто в...» носит глобальный характер; люди, родившиеся в четный год, отличаются от родившихся в год нечетный по нейрофизиологическим показателям [53]; этот период близок к орбитальному периоду Марса, так что данный результат имеет прямое отношение к «Марс-эффекту» М. Гоклена [35];

- в Комиссии планетологии РАН, в связи с изучением резонансов в Солнечной системе, выявлен историко-метрический период 6,4 года [54], близкий к периоду, найденному в свое время П.А. Сорокиным (данные см. в [15]);

- возможно, указанный выше около 6-летний период является гармоникой (1:5) выявленного еще в XIX веке периода около 33 лет, наблюдаемого в солнечной активности, космофизике и некоторых социальных показателях [55].

В рамках статьи невозможно рассказывать обо всех новейших данных, свидетельствующих о влиянии космической погоды на ход исторических процессов – обстоятельный обзор см. в [56]. Теперь понятно, что индуцируемые возмущениями космической погоды революции можно трактовать как социальное психиатрическое заболевание [57]. Приуроченность таких событий (и их аналогов) к 11-летним максимумам солнечной активности ныне прослеживается для Европы XII–XVII веков [58]. Для максимума активность 1968 года глобальную эпидемию «самовозгорания мятежного духа по всему миру» можно было заметить невооруженным взглядом [59]. Думается, основные историометрические тезисы, сформулированные плеядой талантливых исследователей в начале XX века, гипотеза А.Л. Чижевского о космическом факторе, влияющем на социальные явления, нашли убедительное подтверждение. Символично, что теперь Александру Леонидовичу существует вечный космический памятник – астероид «Чижевский» (открыт в 1972 г. крымским астрономом Н.С. Черных).

Заключение

Может показаться, что сформулированный выше общий вывод не предполагает каких-либо дополнений и комментариев. Однако это совсем не так. Споры на тему «Космическая погода – социальные процессы» далеко не закончены [60]. Вообще мировоззренческая установка истекшего века – полная изоляция биосферы и ноосферы от их космического окружения – продолжает доминировать в общественном сознании. Оппоненты А.Л., большинство профессиональных историков, в наши дни не оспаривают конкретные доводы – они их просто игнорируют. И еще одна характерная деталь: сообщения о новых открытиях и наблюдениях, касающихся воздействия космической погоды на нервно-психические процессы, не попадают из специальных публикаций в научно-популярные журналы, хотя некоторые из них – подлинные сенсации. Есть опасение утомить Читателя примерами, но все же:

– в современных экспериментах реализовано прямое наблюдение психотропного фактора Чижевского – электромагнитного поля очень низкой частоты, инфразвука, на электроэнцефалограмму головного мозга [61; 62];

– продемонстрировано, что действие того же психотропного фактора осуществляется в глобальном масштабе: оказывается, что интенсивность обсуждения некоторых философских вопросов физики в Интернете достоверно возрастает с увеличением геомагнитной возмущенности [63];

– на представительной статистике установлено, что с повышением той же геомагнитной возмущенности в сновидениях начинают доминировать характерные архетипические символы, т.е. космическая погода влияет на бессознательное [64].

Отсутствие в научно-популярных журналах (междисциплинарных!) подобных сообщений означает, что в гуманитарную ветвь знаний такие сведения вообще не поступают...

Вообще же дальнейшие исследования эффектов космической погоды (действие психотропного агента) сдерживаются и другими причинами. Большая часть статей, касающихся данной проблемы, публикуется в русскоязычных журналах. «Автоматически» у этих журналов низкий мировой уровень цитирования, а у их авторов – низкий индекс Хирша. Для западных исследователей тема с такими показателями малопривлекательна. А еще от этой проблемы все время веет духом вульгарной астрологии. Недавно директор Института космических исследований РАН А.М. Петрукович на вопрос о возможности влияния космической погоды на биосоциальные явления ответил кратко – «спекуляции» [65].

Наконец, сама история становления описанной выше проблемы требует дополнений и уточнений. Ведь по сей день часть архива А.Л. остается недоступной для исследователей. Некоторые страницы биографии А.Л. долгое время считались не вполне «приличными» для изложения, некоторые лица из его окружения не упоминались [62]. Поэтому требует дополнений и самая полная на сегодняшний день биография А.Л. Чижевского [20].

Список литературы

1. *Чижевский А. Л.* Физические факторы исторического процесса. Калуга : Ассоциация «Калуга – Марс» : Гос. музей истории космонавтики, 1992. 72 с.
2. *Чижевский А. Л.* Модификация нервной возбудимости под влиянием пертурбаций во внешней физико-химической среде: опыт изучения коллективной психоневрологии // Русско-немецкий медицинский журнал. 1928. Т. 4, № 8. С. 431–452; № 9. С. 501–518.
3. *Чижевский А. Л.* Фактор, способствующий возникновению распространению массовых психозов // Русско-немецкий медицинский журнал. 1928. Т. 4, № 3. С. 101–127.
4. *Байдин В. В.* Вдохновленный Солнцем. Поэзия и живопись А.Л. Чижевского. Калуга : «Добрая мысль», 2017. 215 с.
5. *Чижевский А. Л.* На берегу Вселенной. Годы дружбы с К.Э. Циолковским. Воспоминания. Москва : Мысль, 1995. 735 с.
6. *Манакин А. В.* Калуга в жизни А.Л. Чижевского. Калуга : Гриф, 2018. 156 с.
7. *Владимирский Б. М.* «Числа» в творчестве Хлебникова: Проблема автоколебательных циклов в социальных системах // Мир Велимира Хлебникова. Москва : Языки русской культуры, 2000. С. 723–732.

8. *Святский Д. О.* О некотором соотношении солнечной деятельности и народных восстаний // Известия Российского общества любителей мироведения. 1917. Т. 6, № 6. С. 310–312; 1978. № 1. С. 39–41.
9. *Святский Даниил.* Солнечные пятна и народные волнения. Часть 1 : Природа и люди. 1918. № 3. С. 34–36; Часть 2: Природа и люди. 1918. № 4. С. 59–61.
10. *Дроздов А. В., Владимирский Б. М.* Рождение историометрии – Д.О. Святский и А.Л. Чижевский // Тезисы докладов на XIII Межд. Крымской конференции «Космос и биосфера». Симферополь : Изд-во Типография «Ариал». 2019. С. 62–64.
11. *Анучин В. И.* Социальный закон (закон периодичности в народных движениях. Томск, 1918 (на правах рукописи).
12. *Sidis W. J.* A Remark on the Occurrence of the Revolutions // Journal of Abnormal Psychology. 1918. Vol. 13. P. 213–228.
13. *Этик Э. К.* Солнце – по новейшим исследованиям. Москва : Книжная помощь, 1922. 120 с.
14. *Кабанес О., Насс Л.* Революционный невроз. Москва : Академический проект», 2018. 367 с.
15. *Владимирский Б. М., Темурьянц Н. А.* Влияние солнечной активности на биосферу – ноосферу. Гелиобиология от А. Л. Чижевского до наших дней. Москва : Изд-во МНЭПУ, 2000. 374 с.
16. *Владимирский Б. М., Кисловский Л. Д.* Пути русского космизма. Москва : URSS, 2011. 144 с.
17. *Гачева А. Г.* Из истории русского космизма 1920-х годов; Александр Горский и Александр Чижевский / Материалы II Межд. научно-практической конференции, посвященной сохранению творческого наследия идей А. Л. Чижевского. Калуга, 2019. С. 18–21.
18. *Чижевский А. Л.* Астрология наших дней // Климат и погода. 1927. № 5/6. С. 142–145.
19. *Шноль С. Э.* Герои, злодеи и конформисты отечественной науки. Москва : URSS, 2010. С. 290–296.
20. *Ягодинский В. Н.* Александр Леонидович Чижевский, 1897–1964. 2-е изд. Москва : Наука, 2005. 438 с.
21. *Чижевский А. Л.* Физико-химические реакции как индикаторы космических явлений // Земля во Вселенной. Москва : Мысль, 1964. С. 373–381.
22. *Чижевский А. Л.* Солнце и мы. Москва : Знание, 1963. 48 с.
23. *Чижевский А. Л.* Об одном виде специфически биоактивного излучения Солнца // Земля во Вселенной. Москва : Мысль, 1964. С. 342–372.
24. *Чижевский А. Л., Шишина Ю. Г.* В ритме Солнца. Москва : Наука, 1969. 112 с.
25. *Шноль С. Э.* Космофизические факторы в случайных процессах. Stockholm (Швеция) : Svenska Fysikarkivet, 2009. 388 с.
26. *Силякин В. Г., Темурьянц Н. А., Макеев В. Б., Владимирский Б. М.* Космическая экология. Киев : Наукова думка, 1985. 176 с.
27. *Гурфинкель Ю. М.* Ишемическая болезнь сердца и солнечная активность. Москва : Информационно-издательско-коммерческий центр «Эльф-3», 2004. 170 с.
28. *Владимирский Б. М.* Космическая погода и биосфера. История исследований и современность. Москва : URSS, 2017. 112 с.
29. *Плазменная гелиогеофизика / ред. Л. М. Зеленый, И. С. Веселовский.* Москва : Физматлит, 2008. Т. 1. 672 с.; Т. 2. 517 с.
30. *Чиркова Э. Н.* Современная гелиобиология. Москва : Гелиос, 2005. 517 с.
31. *Владимирский Б. М., Нарманский В. Я., Темурьянц Н. А.* Космические ритмы: в магнитосфере, в атмосфере, в среде обитания, в биосфере – ноосфере, в земной коре. Симферополь, 1994. 176 с.

32. *Пиковский А. С., Розенблюм М. Г., Курте Ю.* Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление / пер. с англ. Москва : Техносфера, 2003. 493 с.
33. *Чижевский А. Л.* Земное эхо солнечных бурь. Москва : Мысль, 1973, 1976. 175 с.
34. *Голованов Л. В.* Созвучье полное в природе. Москва : Мысль, 1977. 175 с.
35. *Гоклен М.* Досье космических влияний. Характеры и темпераменты. Москва : Крон-пресс, 1998. 345 с.
36. *Ertel S., Irving K.* The Tenacious Mars effect. Urania Trust, 1996. 62 p.
37. *Eysenck H. J., Nias D. B.* Astrology – Science or Superstition? Maurice Temple Smith, 1982. 244 p.
38. *Гумилев Л. Н.* Этногенез и биосфера Земли. Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1991. 280 с.
39. *Фрумкин К. Г.* Пассионарность. Приключение одной идеи. Москва : URSS, 2014. 224 с.
40. *Владимирский Б. М.* Влияет ли космическая погода на «пассионарные толчки» Л. Н. Гумилева? // Пространство и Время. 2015. № 4. С. 202–212.
41. *Граф Г.* // Минувшее : исторический альманах. 1. Москва : Прогресс: Феникс, 1990. С. 70–76.
42. *Баландин Р.* Законы природы в жизни общества // Новый мир. 1993. № 5. С. 251–253.
43. *Berg H.* Solar-terrestrische Beziehungen in Meteorologie und Biologie, Leipzig, 1957.
44. *Dewey E. R.* Economic and Sociological Phenomena related to Solar activity and Influences, in Cycles. Pittsburgh (USA) : Foundation for the Study of Cycles, 1987. P. 264–277.
45. *Симонов Р. А.* Максимумы Солнцедятельности и сталинизм // Химия и жизнь. 1989. № 4. С. 23–24.
46. *Путилов А. А.* Неравномерность распределения исторических событий в пределах 11-летнего солнечного цикла // Биофизика. 1992. Т. 57. № 4. С. 623–633.
47. *Ertel S.* Space Weather and revolutions. Chizevsky's heliobiological claim scrutinized // Studia psychological. 1996. Vol. 38. № ½. P. 3–21.
48. *Ertel S.* Long Waves in Economic History. Connection with Solar Activity, In: Chronobiology and its Roots in the Cosmos : Conference Proceeding, High Tatras, Slovakia, Bratislava, 1997.
49. *Владимирский Б. М.* Длинные волны Кондратьева и космический климат // Геофизические процессы и биосфера. 2012. Т. 11. № 2. С. 71–84.
50. *Чижевский А. Л.* Космический пульс жизни. Земля в объятиях Солнца. Гелиотараксия. Москва : Мысль, 1995. 767 с.
51. *Леонардо да Винчи XX века* // К 100-летию А.Л. Чижевского. 28 февраля 1997 : тезисы. Москва, 182 с.
52. *Космос и Мировая история* // Материалы межд. научной конференции, посвященной 105-летию со дня рождения А.Л. Чижевского. Москва : Информационно-издательско-коммерческий центр «Эльф-3», 2002. 262 с.
53. *Петухов С. М.* Периодичность рождения известных людей // Атлас временных вариаций в природных антропогенных и социальных процессах. Москва : Янус-К, 2002. Т. 3. С. 597–602.
54. *Смирнов С. С.* Планетные конфигурации и их проявления в историометрии и социологии // Вопросы истории и теории. Вып. XIV. СПб филиал ИИЕТ РАН, 1998. 46 с.
55. *Хаберг Франц и др.* 35-летний климатический цикл в гелиогеофизике, психофизиологии, военной политике и экономик // Геофизические процесс и биосфера. 2009. Т. 8. № 2. С. 13–42.
56. *Владимирский Б. М.* Солнечная активность и общественная жизнь. Космическая историометрия от первых российских космистов до наших дней. Москва : URSS, 2013. 192 с.
57. *Самохвалов В. П.* Социальная психопатология. Москва : Издательский Дом «Видар», 2018. 436 с.

58. Владимирский Б. М. Космическая погода и социальная нестабильность – проверка данных Д. О. Святского и А. Л. Чижевского на материале 12–17 веков // Геофизические процессы и биосфера. 2020. Т. 19. № 4. С. 51–67.
59. Курлански М. 1968 год, который потряс мир / пер. с англ. А.В. Короленкова, Е.А. Семенов. Москва : АСТ, 2008. 541 с.
60. Бреус Т. К., Владимирский Б. М., Зеленый Л. М. Неоконченные споры. К 120-летию со дня рождения А.Л. Чижевского // Вестник Российской академии наук. 2017. Т. 87. № 12. С. 1110–1118.
61. Побаченко С. В., Колесник А. Г., Бородин А. С. и др. Сопряженность параметров ЭЭГ мозга человека и электромагнитных полей шумановского резонатора по данным мониторинговых исследований // Биофизика. 2009. Т. 51. № 3. С. 534–538.
62. Колесник А. Б., Побаченко С. В., Соловьев А. В. Оценка сопряженности показателей ЭЭГ мозга человека с параметрами фоновых инфразвуковых колебаний давления по данным мониторинговых исследований // Геофизические процессы и биосфера. 2013. Т. 12. № 1. С. 70–80.
63. Ожередов В. А., Бреус Т. К., Зеленый Л. М. Связь интеллектуальной возбудимости пользователей сети Интернет с повышением солнечной активности // Геофизические процессы и биосфера. 2020. Т. 19. № 4. С. 37–50.
64. Ольшевская Н. С., Куличенко А. М. Влияние солнечной активности на содержание сновидений пациентов с пограничными психическими расстройствами // XIII Межд. Крымская конференция «Космос и биосфера». Тезисы. Симферополь : АРИАЛ, 2019. С. 85–86.
65. Петрукович А. А. Важна ли нам космическая погода? // Знание – сила. Москва. 2020. № 6. С. 41–48.
66. Наговицин С. А., Чижевский А. Л. Закрытые страницы. Москва, 2007. 185 с.

ON THE CENTENARY OF A.L. CHIZHEVSKY'S MAIN WORK WRITING

B.M. Vladimirovsky*

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University
4 Vernadskogo Ave., Simferopol, Republic of Crimea, 295007,
Russian Federation*

Abstract. It is noted that of A.L. Chizhevsky's entire creative legacy, his most important works are those on the influence of space weather on social phenomena, “historiometry”. The history of the formation and development of these studies, which had a fateful impact on the scientist's fate, is traced. By the end of the 20th century, A.L. Chizhevsky's results and ideas on this issue received full confirmation, both directly and indirectly. However, in subsequent decades, debates regarding the influence of space weather on the dynamics of social phenomena, as well as the course of historical processes, continued.

Keywords: A.L. Chizhevsky's work “Physical factors of the historical process”, historiography, the influence of space weather on social phenomena

* E-mail: bvlad@yandex.ru

НАШИ АВТОРЫ

ВЛАДИМИРОВ Юрий Сергеевич – доктор физико-математических наук, профессор физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, профессор Института гравитации и космологии РУДН.

ВЛАДИМИРСКИЙ Борис Михайлович, доктор физико-математических наук, автор многих публикаций по космофизике, биофизике. Лауреат Государственной премии АРК, лауреат медали Чижевского, Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского.

ВЛАДИМИРОВА Лариса Федоровна – кандидат физико-математических наук, выпускница кафедры теоретической физики физического факультета МГУ, автор книг по истории физики и математики.

ГОДАРЕВ-ЛОЗОВСКИЙ Максим Григорьевич – руководитель научно-философского семинара РФО в Доме ученых в Лесном, Петровская академия наук и искусств (Санкт-Петербург).

ДЕМЕНТЬЕВ Александр Алексеевич – аспирант кафедры философии Московского педагогического государственного университета.

ЖИЛКИН Андрей Георгиевич – доктор физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института астрономии РАН.

ИВАНЕНКО Дмитрий Дмитриевич (1904–1994) – доктор физико-математических наук, профессор физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

КАТАСОНОВ Владимир Николаевич – доктор философских наук, доктор богословия, профессор, заведующий кафедрой философии Общецерковной аспирантуры и докторантуры имени Святых Равноапостольных Кирилла и Мефодия.

КНЯЗЕВ Виктор Николаевич – доктор философских наук, профессор Московского педагогического государственного университета, Национального исследовательского университета «МЭИ».

ПЕЧЕНКИН Александр Александрович – доктор философских наук, профессор Института истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН.

СЕВАЛЬНИКОВ Андрей Юрьевич – доктор философских наук, профессор Института философии РАН.

ХАРИТОНОВ Анатолий Сергеевич – кандидат физико-математических наук.

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. Москва : Республика, 2001.
2. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну. Москва : Прогресс-Традиция, 2000.
3. Бердяев Н. А. Судьба России. Кризис искусства. Москва : 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. Москва : 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