

МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2025, № 2 (56)

Основан в 2011 г.

Выходит 4 раза в год

Журнал «Метафизика»

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

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

Материалы журнала размещаются на платформе РИНЦ Российской научной электронной библиотеки

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)

• **МЫСЛИ
ИЗ ПРОШЛОГО
И СОВРЕМЕННОСТЬ**

• **ПРОБЛЕМЫ
СОВРЕМЕННОЙ
МАТЕМАТИКИ
И ФИЛОСОФИЯ**

• **АКТУАЛЬНЫЕ
ПРОБЛЕМЫ
СОВРЕМЕННОСТИ**

• **ПАМЯТИ
НАШИХ КОЛЛЕГ**

Адрес редакционной коллегии:

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

Подписано в печать 23.06.2025 г.
Дата выхода в свет 30.06.2025 г.

Формат 70×108/16.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,55.
Тираж 500 экз. Заказ 782.
Отпечатано
в Издательско-полиграфическом
комплексе РУДН
115419, г. Москва,
ул. Орджоникидзе, д. 3
Цена свободная

METAFIZIKA

(Metaphysics)

SCIENTIFIC JOURNAL

No. 2 (56), 2025

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: 10.22363/2224-7580-2025-2

МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2025, № 2 (56)

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. Векшенов – 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: 10.22363/2224-7580-2025-2

CONTENTS

EDITORIAL NOTE (<i>Vladimirov Yu.S.</i>)	6
---	---

THOUGHTS FROM THE PAST AND THE PRESENT

<i>Duhem Pierre</i> . Physical Theory and Metaphysical Explanation (Excerpts from the book “Physical Theory, Its Aim and Structure”)	8
<i>Vladimirov Yu.S.</i> P. Duhem on Metaphysics and Its Understanding Today (Commentary on Fragments from the Book by P. Duhem “Physical Theory, Its Purpose and Structure”)	15
<i>Kepler Johannes</i> . Supplement to Vitelo. Translation by Karne A. Dilanian	28
<i>Dilanian Karne A.</i> Metaphysics of Light in Johannes Kepler’s Cosmology	33
<i>Godarev-Lozovsky M.G.</i> Anthropic Principle: Physics and Metaphysics	48

PROBLEMS OF MODERN MATHEMATICS AND PHILOSOPHY

<i>Kazaryan V.P.</i> Mathematics as a Symbolic Representation and Realization of a Physical Idea	63
<i>Vekshenov S.A.</i> “Non-standard” Formalism of Quantum Theory III: Quantum Continuum, Fundamental Chain of Numbers	76
<i>Shchukin M.A.</i> The Concept of Quasi-Automaton: An Attempt to Find a Mathematical Explicate of a Philosophical Concept	93

CURRENT PROBLEMS OF THE PRESENT

<i>Paraev V.V.</i> Earth’s Climate Changes as a Function of Galactic Seasonality	103
--	-----

IN MEMORY OF OUR COLLEAGUES

<i>Kopeikin Kirill Vladimirovich (1959–2025)</i>	124
<i>Archpriest Kiryanov Dimitry</i> . Memories of Father Kirill Kopeikin	128

OUR AUTHORS	131
--------------------------	-----

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКЦИИ (<i>Владимиров Ю.С.</i>)	6
--	---

МЫСЛИ ИЗ ПРОШЛОГО И СОВРЕМЕННОСТЬ

<i>Дюгем Пьер.</i> Физическая теория и метафизическое объяснение (фрагменты из книги «Физическая теория, ее цель и строение»)	8
<i>Владимиров Ю.С.</i> П. Дюгем о метафизике и ее понимание сегодня (комментарий к фрагментам из книги П. Дюгема «Физическая теория, ее цель и строение»)	15
<i>Кеплер Иоганн.</i> Дополнение к Витело / пер. <i>К.А. Диланян</i>	28
<i>Диланян К.А.</i> Метафизика света в космологии Иоганна Кеплера	33
<i>Годарев-Лозовский М.Г.</i> Антропный принцип: физика и метафизика	48

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ МАТЕМАТИКИ И ФИЛОСОФИЯ

<i>Казарян В.П.</i> Математика как символическое представление и реализация физической идеи	63
<i>Векшенов С.А.</i> «Нестандартный» формализм квантовой теории III: квантовый континуум, фундаментальная цепочка чисел	76
<i>Щукин М.А.</i> Концепция квазиавтомата. Опыт отыскания математического экспликата философской концепции	93

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ

<i>Параев В.В.</i> Изменение климата Земли как функция галактической сезонности	103
---	-----

ПАМЯТИ НАШИХ КОЛЛЕГ

<i>Копейкин Кирилл Владимирович (1959–2025)</i>	124
<i>Протоиерей Кирьянов Димитрий.</i> Воспоминания об отце Кирилле Копейкине	128

НАШИ АВТОРЫ	131
-------------------	-----

ОТ РЕДАКЦИИ

DOI: 10.22363/2224-7580-2025-2-6-7

EDN: NPNZMN

Центральную часть данного выпуска нашего журнала составляет раздел «Мысли из прошлого», включающий 5 статей. В начале раздела помещены избранные фрагменты из начала книги Пьера Дюгема «Физическая теория, ее цель и строение», в которых он резко высказывается против использования метафизики в теоретической физике. Примечательно, что эта позиция поддерживалась рядом видных мыслителей прошлого, в том числе и Эрнстом Махом, написавшим предисловие к книге Дюгема. Более того, подобные взгляды порой можно встретить и в настоящее время. В связи с этим во второй статье «П. Дюгем о метафизике и ее понимание сегодня» показывается несостоятельность подобных взглядов. В настоящее время, когда производится существенный пересмотр сложившихся представлений фундаментальной физики, учет метафизики остро необходим, причем сейчас уже мало признавать роль метафизики, – необходимо сформулировать ключевые метафизические принципы и использовать их для решения назревших проблем фундаментальной физики. Именно с этой целью издается наш журнал «Метафизика».

Следующие две статьи также состоят из фрагмента работы видного мыслителя прошлого и статьи, фактически комментирующей его взгляды с современных позиций. В данном случае мыслителем является Иоганн Кеплер, в статье «Дополнение к Витело» излагавший свое понимание света и его роль в мироустройстве, а в статье К.А. Диланян изложены тесно связанные с мыслями Кеплера примечательные метафизические идеи, обсуждаемые еще со времен Античности в рамках особого раздела философии, названного «метафизикой света». В этой статье особое внимание уделено работам в этой области Иоганна Кеплера и Роберта Гроссетеста.

В пятой статье данного раздела, написанного М.Г. Годаревым-Лозовским, обсужден антропный принцип с позиций идей метафизики.

Второй раздел нашего журнала посвящен обсуждению состояния и развития современной математики в тесной связи с философией. В прошлых выпусках нашего журнала уделялось значительное внимание этой проблематике, в частности дискуссиям о соотношении физики и математики. В статье

философа В.П. Казарян изложены соображения в пользу трактовки математики «как символического представления и реализации физических идей».

Математик С.А. Векшенев в статье «От теоретико-множественного к „квантовому“ континууму» продолжил изложение своих соображений о необходимом математическом аппарате для описания физики микромира. Обсуждение проблем логики в философии математики содержится в статье логика М.А. Щукина.

В третьем разделе нашего журнала содержится статья В.В. Параева «Изменение климата Земли как галактической сезонности». Эта статья может представлять интерес в связи с резким изменением климата в этом году. Правда, это изменение следует объяснять не столь глобальными обстоятельствами.

Наконец, в заключительном разделе «Памяти наших коллег» мы с большим прискорбием сообщаем о безвременной кончине члена редакции нашего журнала протоиерея Кирилла Владимировича Копейкина, который закончил физический факультет и аспирантуру Ленинградского университета, а затем духовную академию. В дальнейшей своей научной деятельности Кирилл Копейкин уделял значительное внимание вопросам связи идей фундаментальной физики и религии. Об этом он писал в ряде статей нашего журнала. В этом разделе содержится некролог и воспоминание протоиерея Дмитрия Кирьянова о Кирилле Копейкине.

Ю.С. Владимиров

МЫСЛИ ИЗ ПРОШЛОГО И СОВРЕМЕННОСТЬ

DOI: 10.22363/2224-7580-2025-2-8-14

EDN: NVQEFL

ФИЗИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ И МЕТАФИЗИЧЕСКОЕ ОБЪЯСНЕНИЕ (фрагменты из книги «Физическая теория, ее цель и строение»)¹

Пьер Дюгем

Предисловие Эрнста Маха к немецкому изданию книги П. Дюгема

Автор настоящей книги, Пьер Дюгем, профессор теоретической физики при университете в Бордо, известен своими работами во всех областях теоретической физики и химии, своими исследованиями по древней истории физики и в особенности своими работами о Леонардо-да-Винчи и его отношениях к предшествующим и последующим ученым. Слава его так велика, что сочинения его, казалось бы, в особой рекомендации не нуждаются.

Тем не менее, когда доктор Фридрих Адлер приступил к переводу книги Дюгема *La théorie physique. Son objet, sa structure*, я охотно согласился на предложение издателя снабдить перевод моим предисловием, чтобы отрекомендовать автора читающей публике в Германии. Сделал я это потому, что в этой книге мы имеем своеобразную философскую работу или, точнее, работу по теории познания, в вопросах которой автор – ввиду всей его многосторонней предшествующей научной работы – вполне компетентен.

Автор показывает нам, как физическая теория из мнимого объяснения на основе вульгарной или более или менее научной метафизики постепенно превращается в покоящуюся на немногих принципах систему математических положений, экономически описывающих и классифицирующих данные опыта. И делает он это не сухо и абстрактно, а постоянно освещая свое изложение живыми фактами из истории нашей науки.

¹ *Дюгем Пьер*. Физическая теория. Её цель и строение. Санкт-Петербург: Книгоиздательство «Образование», 1910. 328 с. В работу внесена минимально необходимая редакторская правка в соответствии с нормами современного русского языка.

<...>

Эти факты иллюстрируются интересными рассуждениями на тему о противоположности между умами широкими и глубокими, о моделях и логически построенных теориях, об английской школе, с одной стороны, и французской и немецкой – с другой. Модель, как и образ, Дюгем рассматривает как паразитическое растение. Что Дюгем здесь заходит, по-видимому, слишком далеко и в чем именно он слишком далеко заходит, я изложил в другом месте (См. «Механика». Перевод Г. Котляра, добавл... 9, с. 429).

<...>

Пожелаем книге успеха, какого она заслуживает, пусть внесет она свет и знание в умы читателей.

Вена, ноябрь, 1907 г. Эрнст Мах

1. Физическая теория как объяснение

Первый вопрос, с которым мы здесь сталкиваемся, гласит: *Какова цель всякой физической теории?* На этот вопрос существуют различные ответы. Если классифицировать их, то все они могут быть сгруппированы в две главные группы:

Всякая физическая теория, отвечают известные логики, имеет целью объяснение известной группы законов, обоснованных экспериментально.

Всякая физическая теория, говорят другие мыслители, есть абстрактная система, имеющая цель резюмировать и логически классифицировать группу экспериментальных законов, не претендуя на объяснение их.

Рассмотрим последовательно каждый из этих двух ответов и посмотрим, какие доводы, приводимые в пользу каждого из них, мы можем принять и какие мы должны отвергнуть. Начнем с первого ответа, – с того, в котором физическая теория рассматривается как объяснение.

Но прежде всего, что такое объяснение? Объяснять значит обнажать *реальность* от ее *явлений*, что обволакивают ее каким-то флером, чтобы видеть эту реальность обнаженной и лицом к лицу.

Наблюдение физических явлений приводит нас в соприкосновение не с реальностью, которая скрывается под чувственными ее проявлениями, а только с этими явлениями, взятыми в форме частной и конкретной. Экспериментальные законы не имеют своим предметом материальную реальность; они трактуют об этих же чувственных проявлениях, взятых, правда, в форме абстрактной и общей. Обнажая, сдирая покров с этих чувственных явлений, теория ищет в них и под ними то, что есть в них реального.

<...>

В большинстве случаев физическая теория не достигает степени совершенства. Она не может остановиться на каком-нибудь *достоверном*

объяснении чувственных явлений. Объявляя о действительности, которая скрывается позади этих явлений, она не может сделать ее доступной нашим чувствам. Она удовлетворяется тогда доказательством того, что все наши восприятия образуются так, как будто бы действительность была такой, какой она ее объявляет. Такая теория представляет собой объяснение гипотетическое.

<...>

2. Согласно изложенному мнению, теоретическая физика подчинена метафизике

Если физическая теория есть объяснение, то она не достигла своей цели, пока она не исключила совершенно чувственное явление, чтобы достичь физической реальности.

<...>

Таким образом, для того чтобы судить, образует ли группа положений физическую теорию или нет, мы должны рассмотреть, какую роль играют понятия, которые эти положения связывают воедино: если они в форме абстрактной и общей выражают элементы, из которых состоят в действительности вещи материального мира, то это будет физическая теория; если же они выражают только общие признаки наших восприятий, то это не физическая теория.

Чтобы такая проверка имела смысл, чтобы можно было предпринять ее, необходимо прежде всего согласиться со следующим утверждением: среди чувственных явлений, которые даны нам в наших восприятиях, есть некоторая реальность, которая от этих явлений отличается.

Раз вы согласились с этим положением, — а только согласившись с ним, вы вообще можете думать о физическом объяснении, — то для того, чтобы распознать, что вы достигли подобного объяснения, вы должны предварительно решить другой вопрос, а именно: какая природа тех элементов, из которых состоит материальная реальность?

Но тут могут возникнуть следующие два вопроса:

Существует ли вообще материальная реальность, отличная от чувственных явлений?

Какова природа этой реальности?

Эти два вопроса не могут быть решены методом экспериментальным: этот метод знает только чувственные явления и ничего открыть не может, что выходит за пределы их. Решение этих вопросов выходит за пределы методов, основанных на наблюдении, — методов, которыми пользуется физика; это уже дело метафизики.

Таким образом, *если физические теории имеют предметом своим объяснение экспериментальных законов, то теоретическая физика не есть наука автономная, а она подчинена метафизике.*

3. Если изложенное мнение верно, то ценность физической теории зависит от метафизической системы, которую человек признает

Положения, образующие в своей совокупности науки чисто математические, в наибольшей степени представляют собой истины, встречающие общее признание; точность выражения, строгая последовательность доказательств не оставляет места ни малейшему разногласию, ни малейшему различию между точками зрения различных математиков. На протяжении веков учения эти развиваются непрерывно и ни один дальнейший шаг вперед не колеблет приобретений, сделанных когда-либо раньше.

Нет ни одного мыслителя, который не пожелал бы столь регулярного и мирного развития и той науке, которой он посвятил свои силы. Но если есть наука, по отношению к которой это желание представлялось бы наиболее основательным, то это теоретическая физика: ведь среди всех научных областей она всего меньше, без сомнения, отличается от алгебры и геометрии.

Но ставить физические теории в зависимость от метафизики вряд ли представляется пригодным средством для того, чтобы обеспечить за ними всеобщее признание. В самом деле, как бы благосклонно тот или другой философ ни смотрел на ценность методов, служащих для решения проблем метафизических, он не сможет отрицать следующего факта: обозревая области, в которых проявляется и работает дух человеческий, вы ни в одной из них не найдете той ожесточенной борьбы между системами различных эпох или системами одной и той же эпохи, но различных школ, того стремления возможно глубже и резче отграничиться друг от друга, противопоставить себя другим, какие существуют в области метафизики.

Если бы физика должна была быть подчинена метафизике, то и споры, существующие между различными метафизическими системами, должны были бы быть перенесены и в область физики. Физическая теория, удостоившаяся одобрения всех последователей одной метафизической школы, была бы отвергнута последователями другой школы.

<...>

Из сказанного ясно, что кто ставит теоретическую физику в зависимость от метафизики, тот не содействует тому, чтобы обеспечить за ней всеобщее признание.

4. Ни одна метафизическая система недостаточна, как основа для физической теории

Каждая из метафизических школ упрекает своих соперников в том, что те в своих объяснениях ссылаются на понятия, которые сами не объяснимы,

которые являются поистине скрытыми качествами. Не могла бы ли она почти всегда обратиться с этим упреком к себе самой?

Философы, принадлежащие к какой-нибудь известной школе, только тогда объявляют себя совершенно удовлетворенными теорией, созданной физиками той же школы, когда все принципы этой теории выведены из той метафизики, которую исповедует эта школа. Если же физик в ходе объяснения какого-нибудь физического явления ссылается на закон, который этой метафизикой доказан быть не может, объяснение считается неудавшимся и физическая теория, по их мнению, не достигла своей цели.

Но ни одна метафизика не дает столь точных, столь детальных указаний, чтобы из них можно было вывести все элементы физической теории.

В самом деле, указания, которые метафизическое учение дает относительно истинной природы тел, состоят большей частью из отрицаний. Перипатетики, как и картезианцы, отрицают возможность пустого пространства. Сторонники Ньютона отрицают всякое качество, которое не может быть сведено к силе, действующей между материальными точками. Атомисты и картезианцы отрицают всякое действие на расстоянии. Картезианцы не признают никакого другого различия между различными частями материи, кроме различий в фигуре и движении.

<...>

Итак, совершенно невозможно вывести из метафизической системы все те элементы, которые необходимы для построения физической теории. Всегда эта последняя прибегает к допущениям, которые вовсе не даны этой системой и которые сохраняют поэтому для сторонников ее значение мистерии. Всегда в основе объяснений, которые система тщится дать, лежит нечто необъяснимое.

5. Истинная природа физической теории и операции, которыми она получается

Рассматривая физическую теорию как гипотетическое объяснение материальной действительности, мы ставим ее в зависимость от метафизики. Этим мы вовсе не придаем ей форму, которая могла бы встретить признание большого числа мыслителей, а ограничиваем число сторонников ее теми учеными, которые признают философию, лежащую в ее основе. Но даже сами эти сторонники не вполне удовлетворены этой теорией, поскольку не все ее принципы вытекают из метафизического учения, на происхождение из которого она претендует.

Мысли эти, развитые в предыдущей главе, естественно приводят нас к следующим двум вопросам.

Нельзя ли поставить перед физической теорией такую цель, чтобы она стала *самостоятельной*? Если она будет основана на принципах, не заимствованных ни из одной метафизической доктрины, можно будет оценивать

ее самое без всякой связи с различными философскими школами, сторонником которой те или другие физики являются.

Нельзя ли придумать метод, достаточный для того, чтобы построить физическую теорию? Теория, согласующаяся с собственным своим определением, не станет пользоваться ни одним принципом, не станет соотноситься ни с одним допущением, которыми она не могла бы пользоваться по праву.

Вот эту цель и этот метод мы и хотим рассмотреть.

Дадим сейчас же определение физической теории, которое в ходе дальнейшего нашего изложения будет выяснено и развито все полнее и яснее.

Физическая теория не есть объяснение. Это система математических положений, выведенных из небольшого числа принципов, имеющих целью выразить возможно проще, полнее и точнее цельную систему экспериментально установленных законов.

Чтобы дать этому определению теперь же несколько более точное выражение, мы попытаемся охарактеризовать те четыре последовательные операции, которыми образуется физическая теория.

<...>

Таким образом, *правильной* мы должны считать не такую теорию, которая дает объяснение физическим явлениям, соответствующее действительности, а такую, которая наиболее удовлетворительным образом выражает группу экспериментально установленных законов. *Неправильной* теорией мы должны назвать не попытку объяснения, основанную на допущениях, противоречащих действительности, а группу положений, не согласных с экспериментально установленными законами. *Единственный критерий истинности физической теории есть согласие с данными опыта.*

Определение, которое мы здесь излагаем, различает в физической теории четыре основные операции:

- 1) определение и измерение физических величин;
- 2) выбор гипотез;
- 3) математическое развитие теории;
- 4) сравнение теории с опытом.

О каждой из этих операций нам неоднократно и долго придется говорить в этом сочинении, ибо каждая из них представляет трудности, требующие самого тщательного анализа. Но мы уже и теперь имеем полную возможность ответить на некоторые вопросы, опровергнуть некоторые возражения, вызванные данным здесь определением физической теории.

6. Выбор гипотез (из заключительной главы книги)

Мы подвергли тщательному анализу различные операции, посредством которых строится физическая теория. Мы подвергли, в частности, строгой критике правила, позволяющие сопоставлять выводы из теории с экспериментально установленными законами. Теперь мы можем вернуться к самым

основам теорий и, зная, что должно на них покоиться, сказать, чем они должны быть. Попробуем теперь дать ответ на следующий вопрос: какие условия, согласно требованиям логики, должны быть выполнены при выборе гипотез, которые должны быть положены в основу физической теории?

Впрочем, различные проблемы, рассмотренные нами на предыдущих страницах, решение, которое мы им дали, диктуют нам, так сказать, этот ответ.

Требуется ли логика, чтобы наши гипотезы вытекали из какой-нибудь космологической системы или, по крайней мере, чтобы они были в согласии с выводами из такой системы? Ничуть не бывало. Наши физические теории вовсе не стремятся быть объяснениями; наши гипотезы вовсе не являются допущениями касательно самой природы материальных вещей. Наши теории имеют целью только экономическое обобщение и классификацию экспериментальных законов. Они автономны и независимы от всей и всякой метафизической системы. Наши гипотезы, из которых мы строим наши теории, не имеют поэтому нужды заимствовать свой материал у той или другой философской доктрины. Они не ссылаются на авторитет той или другой метафизической школы и не боятся ее критики.

Литература

1. *Дюгем Пьер*. Физическая теория. Её цель и строение. Санкт-Петербург: Книгоиздательство «Образование», 1910. 328 с.

PHYSICAL THEORY AND METAPHYSICAL EXPLANATION (Excerpts from the book “Physical Theory, Its Aim and Structure”)

Duhem Pierre

П. ДЮГЕМ О МЕТАФИЗИКЕ И ЕЕ ПОНИМАНИЕ СЕГОДНЯ
(комментарий к фрагментам из книги П. Дюгема
«Физическая теория, ее цель и строение»)

Ю.С. Владимиров

Физический факультет

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

Институт гравитации и космологии

Российского университета дружбы народов

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

Аннотация. В статье отмечается, что взгляды П. Дюгема и поддержавшего его Э. Маха были высказаны в переломный момент развития физики, когда попытки обоснования ее основ потерпели крах, а новые взгляды на физическую реальность в виде общей теории относительности и квантовой теории еще не сформировались. В статье показана, что ныне, спустя столетие с того времени, естественно опереться на иное понимание метафизики, основанное на использовании ключевых метафизических принципов. Более того, в настоящее время уже создан математический аппарат бинарных систем комплексных отношений, отображающий ключевые метафизические принципы. На этой основе уже получен ряд *значимых результатов*.

Ключевые слова: метафизика, теоретическая физика, метафизические парадигмы, метареляционная парадигма, теория физических структур, бинарные системы комплексных отношений.

С самого начала проявлялось стремление найти для унификации всех отраслей науки теоретическую основу, обремененную минимальным числом понятий и фундаментальных отношений отдельных дисциплин. Вот что мы понимаем под отысканием основ физики в целом. Глубокое убеждение в достижимости этой цели является главным источником страстной преданности, которая всегда воодушевляет исследователя.

А. Эйнштейн [1. С. 230]

Введение

Выдержки из книги П. Дюгема [2] и предисловие к ней Э. Маха противостоят нашему современному пониманию метафизики, отображенному в опубликованной в 2024 году моей книге «Метафизические основания физики» [3], а еще ранее в книге «Метафизика» [4].

К приведенному в предыдущей статье отрывку из предисловия Э. Маха к книге П. Дюгема добавлю фрагменты из предисловия Маха уже к его собственной книге «Познание и заблуждение. Очерки по психологии исследования»: «Дюгем отвергает всякое метафизическое объяснение физических вопросов; он видит цель физики в логически экономном определении действительного; он считает историко-генетическое изложение теории единственно правильным и дидактически целесообразным. Все это – взгляды, которые я по отношению к физике защищаю добрых три десятилетия. Это согласие является для меня тем более ценным, что Дюгем пришел к тем же результатам совершенно независимо. Но в то время, как я, по крайней мере в предлагаемой книге, выдвигаю главным образом родство между обыденным мышлением и научным, Дюгем в особенности занимается освещением различий, существующих между обыденным и критико-физическим наблюдением и мышлением» [5. С. 34].

В другом предисловии к той же своей книге Мах писал о «широкой пропасти» между взглядами философов и его: «Я уже открыто заявлял, что **я вообще не философ, а только естествоиспытатель**. Если меня тем не менее порой, и несколько шумно, причисляли к первым, то я за это не ответственен. Но я не желаю также, разумеется, быть таким естествоиспытателем, который слепо доверяется руководству одного какого-нибудь философа. <...> Прежде всего я поставил себе целью не ввести **новую философию** в естествознание, а удалить из нее **старую, отслужившую свою службу**, каковая задача, впрочем, весьма не понравилась и кое-кому из естествоиспытателей» [5. С. 32].

В настоящий момент имеется достаточно оснований (вопреки его мнению) все-таки причислить Э. Маха к философствующим физикам, поскольку он самым активным образом способствовал (вслед за Лейбницем) формированию реляционной парадигмы физики, точнее – метафизики. Более того, под самым непосредственным влиянием идей Маха была создана Эйнштейном общая теория относительности, а высказывание Эйнштейна, приведенное в качестве эпиграфа, естественно трактовать в пользу метафизики.

Прежде всего, следует отметить, что книга Дюгема (так же как и упомянутая книга Э. Маха) была написана в самом начале XX века, когда еще не было создано ни квантовой теории, ни общей теории относительности. Даже специальная теория относительности еще не была воспринята физиками должным образом. Теоретическая физика в тот момент находилась в переломном состоянии, когда созрели условия для коренного пересмотра ранее сложившихся представлений классической физики, а новые представления еще не сложились. Уже спустя несколько лет после выхода книги Дюгема стали появляться публикации, где излагались взгляды на суть и назначение теоретической физики, противоположные изложенным Дюгемом.

Следует отметить, что различные метафизические системы, упоминавшиеся Дюгемом, на самом деле представляли собой различные конструкции из настоящих метафизических принципов, перемешанных с множеством наслоений из используемых в соответствующие эпохи представлений. Ныне

все более становится ясно, что необходимо не просто признать метафизику, а выделить из всех предыдущих метафизических учений и четко сформулировать ключевые метафизические принципы. Они уже давно фактически проявлялись в различных религиозных системах, также нацеленных на обоснование (в специфической форме) высшей реальности. Современное развитие физики заставляет на них обратить внимание.

1. Ключевые метафизические принципы

Произведенный анализ показывает, что имеются три ключевых метафизических принципа, лежащих в основе всего мироздания, главным образом физического. Это принципы дуализма, тринитарности и симметрии. Так, в древнем китайском религиозном учении даосизм утверждалось: единое (Дао) рождает двоицу, двоица порождает троицу, а троица всё остальное [6]. Аналогичное, но уже в несколько иной форме содержится в христианском догмате Святой Троицы. Дуализм (двоичность) усматривается в двух ипостасях: Бога Отца и Бога Сына. В качестве третьего выступает ипостась Бога Святого Духа, а все вместе они соответствуют метафизическому принципу тринитарности. Симметрию можно усмотреть в множестве верующих личностей.

В физике проявляется необъятное число проявлений этих метафизических принципов. Так, дуализм проявляется в двух видах электрических зарядов, из которых образованы все наблюдаемые нами объекты. Двоичность содержится во всех процессах в виде начальных и конечных состояний. Она проявляется в S-матричной формулировке квантовой механики. В геометрии двоичность можно усмотреть в сигнатуре, в разделении на пространство и время. Можно назвать множество других проявлений.

Метафизический принцип тринитарности усматривается в том, что в физике микромира имеют место три вида физических взаимодействий: электромагнитное, слабое и сильное. В теории слабых взаимодействий рассматриваются частицы трех поколений, в теории сильных взаимодействий (в хромодинамике) частицы обладают тремя видами зарядов, адроны состоят из трех кварков. Классическое пространство, на фоне которого (и времени) строится вся современная физика, имеет три измерения. Во всех процессах кроме начальных и конечных состояний имеются промежуточные (третьи) состояния. В S-матричной формулировке квантовой механики в качестве третьего выступают комплексные элементы S-матрицы.

Метафизический принцип симметрии в современной физике имеет множество проявлений. Симметрии классического пространства-времени ответственны за законы сохранения энергии, импульса и других понятий. Калибровочный принцип, на основе которого ныне принято вводить физические взаимодействия, также основан на симметриях. В последнее время широко стали использоваться понятия суперсимметрии. Некоторые авторы даже предлагали назвать физику второй половины XX века веком физических симметрий.

2. Три физические парадигмы

Особо отметим тот факт, что второй закон Ньютона $am=F$, лежащий в основании классической физики, состоит из трех символов, которые фактически определяют три категории классической физики: масса соответствует категории тел (частиц), ускорение соответствует категории пространства-времени, а сила – категории полей-переносчиков взаимодействий. Исходя из этого, естественно назвать представление физики через три категории ее развitiем в рамках **триалистической метафизической парадигмы**.

Как уже отмечалось, вскоре после выхода книги Дюгема были сформулированы две важные физические теории: общая теория относительности (ОТО) и квантовая теория, существенно отличающиеся друг от друга и от классической физики. В течение всего XX века физики стремились совместить принципы ОТО и квантовой теории, что вылилось в попытки построения квантовой теории гравитации. Однако эти попытки не увенчались успехом. Это вынудило к анализу причин неудач.

Проведенный анализ позволил понять ситуацию, сложившуюся в физике к концу XX века. В этом деле опять помог второй закон Ньютона. Физики в XX веке фактически стремились объединить три категории классической тринитарной парадигмы, построить единую теорию. Однако единой теории построить не удалось, а пришли к созданию теорий, опирающихся на пары категорий, то есть построить две (из трех возможных) дуалистические парадигмы. Одну из них – геометрическую – представляет ОТО, а другую – теоретико-полевою – квантовая теория. Эти теории строятся путем объединения пар категорий классической физики в одну новую обобщенную при сохранении оставшейся независимой.

Так, в **геометрической парадигме** (в ОТО) объединяются категории пространства-времени и полей в обобщенную категорию искривленного пространства-времени при сохранении независимой негеометризуемой категории тел частиц. В соответствии с этим уравнение Эйнштейна, лежащее в основе геометрической парадигмы, имеет двойственный вид: левая часть описывает свойства искривленного пространства-времени, а правую часть определяет тензор энергии-импульса негеометризованной материи.

В **теоретико-полевой парадигме** объединяются категории частиц (тел) и полей переносчиков взаимодействий в обобщенную категорию поля, а оставшаяся категория пространства-времени остается самостоятельной. Именно на фоне этой категории выстраивается вся теория поля. При этом уравнения поля этой категории строятся через эти две категории в виде производных от категории поля по координатам пространства-времени.

Однако поскольку исходных категорий в классической физике три, то имеется еще одна возможность – объединения категорий частиц и пространства-времени в обобщенную категорию отношений между частицами при использовании в качестве второй категории влияния на отношения со стороны процессов всего окружающего мира, что в теоретико-полевой парадигме соответствует полям переносчиков взаимодействий. Эту парадигму естественно

назвать **реляционной**. Таким образом, наличие трех дуалистических парадигм в физике естественно трактовать как еще одно проявление метафизических принципов дуализма и тринитарности.

Так сложилось, что основные положения реляционной парадигмы были заложены уже в работах Г. Лейбница, а затем в работах Э. Маха и ряда других мыслителей. Конечно, о работах этих авторов Дюгем знал, их упоминал, в частности, когда писал о концепции дальнего действия в некоторых метафизических учениях, однако в то время эти работы отнести к отдельной парадигме еще не представлялось возможным. Более того, в XX веке из-за ряда успехов в рамках теоретико-полевой (доминирующей) и геометрической парадигм реляционная парадигма оказалась в тени.

Изложенный взгляд на сущность трех физических парадигм позволяет понять неудачи в объединении принципов геометрической и теоретико-полевой парадигм, а главное – в связи с осознанием наличия третьей парадигмы – это заставляет обратить особое внимание на возможности, открывающиеся в рамках реляционной парадигмы [3].

3. Реляционная парадигма

Поскольку реляционная парадигма недостаточно широко известна, напомним три составляющие этой парадигмы. Первой составляющей является отрицание априорной заданности классического пространства-времени, его понимание как вторичной категории, возникающей из неких более первичных отношений между микрообъектами.

В качестве второй составляющей в реляционной парадигме выступает описание физических взаимодействий на базе концепции дальнего действия взамен ныне общепринятой концепции ближнего действия. Дело в том, что концепция ближнего действия означает распространения воздействий в виде полей по пространству (-времени), которого в основе реляционной парадигмы нет. Полю не по чему распространяться. Более того, теперь само понятие поля теряет смысл, – его не на чем определить.

В связи с этим следует напомнить, что в XX веке в ряде работ авторов развивалась теория прямого межчастичного взаимодействия. В ней нет понятия поля. Так, в работах А.Д. Фоккера [19], Р. Фейнмана и Дж. Уилера [7] развивалась теория прямого межчастичного электромагнитного взаимодействия. В работах Ф. Хойла и Дж. Нарликара развивалась теория прямого скалярного взаимодействия, а в работах Я.И. Грановского и А.А. Пантюшина [8], К.А. Пирагаса и ряда других авторов развивалась теория прямого межчастичного гравитационного взаимодействия.

Третьей составляющей реляционной парадигмы является принцип Маха, понимаемый как обусловленность локальных свойств физических микро- и макросистем влиянием со стороны процессов в окружающем мире. В ряде наших работ приводятся высказывания многих известных мыслителей о важности принципа Маха.

Таким образом три составляющие реляционной парадигмы опять демонстрируют проявление метафизического принципа тринитарности. Более того, уже наличие принципа Маха, основанного на свойствах мегамира плюс микромира, значимого для понятий классического пространства-времени, плюс макромира, в котором мы живем, еще раз свидетельствуют о наличии метафизического принципа тринитарности.

4. Метареляционная структура фундаментальной физики

Далее следует напомнить, что в книге Дюгема говорится о структуре теоретической физики, определяемой четырьмя пунктами. Первый и четвертый пункты декларируют важность экспериментов. Это очевидно, однако они являются либо истоками наших «чувственных» представлений о мире, либо свидетельством правильности или ошибочности наших построений физической теории.

Второй и третий пункты вполне соответствуют использованию метафизических принципов для построения теоретической физики, которую теперь более правильно называть фундаментальной физикой. Напомним, что во втором пункте значится задание исходных аксиом или принципов, на основе которых строится и развивается теоретическая (теперь фундаментальная) физика. Следующим пунктом является математика, соответствующая заданным принципам и позволяющая развивать фундаментальную физику.

Согласно изложенному, в качестве исходных аксиом следует взять названные выше метафизические принципы, а далее необходимо подобрать математику, отображающую эти принципы. Кстати, следует отметить, что в основе математики лежат две пары математических операций: сложение-вычитание и умножение-деление, что также является отображением метафизического принципа дуализма. Более того, эти операции определяются тремя слагаемыми: $a + b = c$ и $ab = c$, что естественно трактовать соответствующим метафизическому принципу тринитарности.

Подбор должной математики являлся определяющим и для развития всех трех названных физических парадигм. Так, для построения общей теории относительности был необходим математический аппарат дифференциальной геометрии. Это было подсказано Эйнштейну математиком М. Гроссманом, его другом со студенческих лет. Для развития квантовой теории потребовался математический аппарат собственных значений дифференциальных уравнений.

Во второй половине XX века уже чувствовалась необходимость нового переосмысления физических представлений. Так, И.Е. Тамм писал: «Многие физики, в том числе и лично я, убеждены, что для понимания явлений, протекающих в ультрамалых пространственно-временных масштабах и при экстремально больших энергиях, потребуются коренной пересмотр современных физических представлений, столь же радикальный, как совершенный ранее теорией относительности и квантовой теорией, и потребуются построение новой физической теории, совершенно по новому синтезирующей основы

теории относительности и квантовой теории» [9]. Подчеркнем, что Тамм говорил не о систематизации экспериментальных данных, что ставил во главу угла Дюгем, а о понимании явлений, описываемых квантовой теорией и общей теорией относительности.

Для развития реляционной парадигмы на базе метафизических принципов долгое время не хватало адекватного математического аппарата.

5. Математический аппарат бинарных систем отношений

Основы необходимого математического аппарата были заложены в последней трети XX века Ю.И. Кулаковым [10] и Г.Г. Михайличенко в рамках развиваемой ими теории физических структур. Математический аппарат теории физических структур на двух множествах элементов самым непосредственным образом отображал все три ключевые метафизические принципа.

Так, метафизический принцип дуализма соответствовал тому, что теория строилась на двух множествах элементов. В связи с этим Ю.И. Кулаков писал: «Понятие двойственности играет огромную роль во многих науках, как точных, так и гуманитарных. Это подвигло нас рассмотреть наиболее важные стороны данного понятия достаточно подробно. Двойственность многолика и изменчива, и в этом, пожалуй, одна из трудностей в ее описании. Дуализм, диада, дихотомия, бинарная оппозиция, противоположности, полярность – вот, наверное, далеко не полный перечень понятий, затрагивающих в тех или иных аспектах сущность двойственности» [11]. Отображая двойственность (дуализм) в своей теории, Кулаков считал, что он реализует идеи Платона.

Метафизический принцип тринитарности проявлялся в важной роли отношений между элементами двух множеств. Об этом Кулаков писал: «...особенностью нашего Мира является то, что весь он пронизан отношениями. Все связано со всем, все находится в тех или иных отношениях со всеми. В основании Мира, наряду с элементарными частицами, лежат фундаментальные физические законы. Но закон – это есть устойчивый тип сакральных отношений. Итак, весь Мир существует постольку, поскольку существуют отношения. Именно сакральные отношения являются тем ключевым понятием, которое лежит в основании Теории физических структур» [11. С. 45–46].

Это высказывание Кулакова в полной мере соответствует взглядам Г. Лейбница и Э. Маха. Более того, заложенные в теории бинарных структур понятия вполне соответствуют принципам S-матричной формулировки квантовой механики. В связи с этим отметим, что в этой формулировке квантовой механики не хватило лишь закона, который был сформулирован в теории физических структур. Ныне становятся ясны причины, по которым эта формулировка не привела к ожидаемым успехам.

В теории бинарных систем отношений реализуется также метафизический принцип симметрии. Об этом Кулаков писал: «Таким образом, симметрия оказывается первичным, наиболее глубоким инструментом для физического описания природы. <...> Но предлагаемая мною теория физических структур в определенном смысле идет дальше, так как в ее основании лежит

новый тип симметрии, имеющий место в мире самых различных физических объектов. Эта симметрия, названная феноменологической, позволяет совершенно по-новому взглянуть на само понятие физического закона и на сам факт существования групп преобразований, играющих такую важную роль в современной теоретической физике» [12. С. 11].

Следует отметить, что теория физических структур была одобрена Нобелевским лауреатом академиком И.Е. Таммом, бывшим научным руководителем Кулакова при его обучении в аспирантуре физфака МГУ. Он писал: «Теория физических структур безупречна в эстетическом отношении – это не внешний лоск, а тонкое свидетельство глубины и истинности построений. Эстетические критерии для оценки теории в данном случае естественны и неизбежны, ибо антиутилитарный и антипрагматический подход Ю.И. Кулакова принципиально ориентирован на постижение мировой гармонии, упорядоченности бытия. В наш век дробно-практицизированного знания мы отвыкли от такой ориентации, корни которой уходят в пифагорейское мировоззрение, к идеалам универсального и математизированного знания» [12].

Математический аппарат теории физических структур был также одобрен математиком академиком О.А. Ладыженской, которая в своем отзыве на выступление Кулакова на семинаре Ленинградского отделения Института математики АН СССР имени В.А. Стеклова написала: «Выступление Ю.И. Кулакова, его подход к анализу основных физических законов, а также полученные строго математические результаты геометрического характера произвели сильное впечатление своей оригинальностью и широтой охвата в духе лучших образцов натурфилософии прошлых веков, когда формировались основы существующих ныне разделов физики» [11. С. 587].

6. Трудности восприятия идей метареляционной парадигмы

Однако, как это часто бывает, суть работ Ю.И. Кулакова и его ученика Г.Г. Михайличенко в конце XX века не была осознана и воспринята физиками и математиками. Имеется несколько причин этого.

Прежде всего следует напомнить, что признание новых идей, как правило, происходит далеко не сразу. Этому имеется множество примеров. Так, открытие первой неевклидовой геометрии, сделанное в первой трети XIX века в трудах Карла Гаусса, Н.И. Лобачевского и Я. Бойяи, встретило полное непонимание и даже враждебное отношение со стороны коллег. Гаусс вообще боялся публиковать свои результаты. В письме к Бесселю он писал: «Возможно даже, что я не решусь на это во всю свою жизнь, потому что боюсь крика биотийцев, который поднимется, когда я выскажу свои воззрения целиком» [13]. На похоронах Лобачевского не было сказано ни слова об его открытии. Янош Бойяи скончался в 1860 году. Как пишут историки: «Погребение его походило на ритуал забвения. Лишь три человека проводили останки к безымянной могиле, а к записи в реформаторской церкви кто-то приписал: „Его жизнь прошла безо всякой пользы“» [13].

Я тесно дружил с Юрием Ивановичем Кулаковым с 1970-х годов до конца его дней в 2019 году. Я был свидетелем, как некоторые коллеги пытались причислить Кулакова к лжеученым. А в одном из своих последних писем ко мне он написал, что по тематике теории физических структур «защищены несколько кандидатских и одна докторская диссертация. Получены положительные отзывы нескольких действительных академиков, но почему-то вся эта необычная тематика не заинтересовала профессиональных математиков. <...> Единственный результат – обвинение в «лженауке», изгнание меня из НГУ и распад школы по «Теории физических структур». Все правильно! Это самое убедительное доказательство того, что я прав».

Причины изложенного близки к утверждениям Дюгема о том, что полученные результаты в рамках одной метафизической школы будут отвергнуты приверженцами других метафизических школ. В данном случае в качестве сторонников других метафизических школ выступают главным образом приверженцы ныне наиболее распространенной теоретико-полевой парадигмы. Они опираются на априорно заданное пространство-время, а математический аппарат теории физических структур, из которого следует вторичный, производный из бинарных структур характер пространства-времени, не нужен.

Близкой к взглядам Дюгема была и позиция сторонников марксистско-ленинского диалектического материализма. Так, в книге «Философия естествознания» 1966 года утверждалось: «Ограниченность и слабость натурфилософии все чаще обнаруживались по мере распространения метафизического метода, который, как бумеранг, пущенный неверной рукой, выйдя из естествознания, возвращался к нему в виде догматической схемы, препятствующей прогрессу науки. Крушение метафизической натурфилософии по мере становления и развития конкретных наук, и особенно химии, геологии и биологии, стало неизбежным. Она должна была отойти в прошлое, уступив место научной философии и теоретическому естествознанию. Естественные науки уже не нуждались в особой «науке наук», выполняющей роль дирижера и организатора научного познания» [14. С. 9–10]. Эти взгляды, укорененные в нашей стране, также препятствовали восприятию теории Кулакова, который не стеснялся связывать свои работы с метафизикой.

7. Возрождение интереса к теории бинарных систем отношений

Однако встречались трудности, порожденные самими авторами теории физических структур. Так, Кулаков и участники его школы ограничились развитием и применением к физике теории именно *вещественных* физических структур. Это означало применение этой теории к обсуждению закономерностей классической физики, таких как 2-й закон Ньютона, закон Ома, термодинамика и некоторых других. Для большинства физиков эти разделы физики не представляются актуальными, уже давно установленными. Главные проблемы

виделись в физике микромира, а для их применения там необходимо использовать теорию бинарных систем *комплексных* отношений, что авторами не было сделано.

В наших работах этот недостаток устранен, – построена теория бинарных систем комплексных отношений (БСКО) и в рамках этой теории получен ряд удивительных результатов. Так, для меня главным побудительным мотивом развития этой теории явилось открытие того что в рамках БСКО ранга (3,3) элементы теории описываются комплексными 2-компонентными спинорами. Таким образом, оказалось, что если описывать основания физического мироздания на базе математического аппарата БСКО, то открывается возможность обосновать спинорность элементарных частиц, а эта проблема для многих казалась существенной. Дж. Уилер писал, что в США даже созывалась специальная конференция для обсуждения причин описания микрочастиц спинорами.

Далее на основе этой теории, которую теперь естественно называть метареляционной теорией (парадигмой), обосновывается ряд важных положений физики микромира: классификация элементарных частиц, обоснование алгебраическим образом теории водородоподобных атомов без использования ныне общепринятых дифференциальных уравнений Шредингера, Клейна–Фока–Гордона, Дирака. Об этом уже подробно писалось в ряде наших публикаций (см., например, [15–17]).

Заключение

В завершение данной статьи хочется напомнить, что являюсь выходцем из научной группы Д.Д. Иваненко и его семинара по теоретической физике. Важной особенностью взглядов Д.Д. Иваненко и работы его семинара явился интерес к основаниям фундаментальной физики. Он активно выступал за создание единой теории, опирающейся на некие первоосновы. В частности, Иваненко высоко ценил работы Э. Маха. На его семинаре кроме отечественных физиков выступал ряд известных зарубежных физиков: Дж. Уилер, Ф. Хойл, Т. Редже, Э. Шмутцер и многие другие, придерживающиеся различных физических парадигм. Все эти выступления, фактически соответствующие различным метафизическим системам, выслушивались с большим вниманием. В этом смысле деятельность группы Д.Д. Иваненко существенно отличалась от деятельности группы академика Л.Д. Ландау, которая занималась не вскрытием оснований физики и их обоснованием, а развитием уже сложившихся физических закономерностей. Это явно отображено в десяти томах теоретической физики Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица. В некотором смысле позиции школ Иваненко и Ландау соответствовали указанным Дюгемом двум видам построения теоретической физики.

В настоящее время под нашим руководством продолжает работу семинар «Основания фундаментальной физики», фактически продолжающий работу семинара профессора Д.Д. Иваненко. В его работе значительное внимание уделяется развитию фундаментальной физики на основе метафизических принципов.

Также следует отметить, что на философском факультете МГУ в предыдущие годы был деканом член-корреспондент РАН профессор В.В. Миронов,

который в своих работах большое внимание уделял метафизике. В частности, им совместно с А.В. Ивановым была написана книга «Университетские лекции по метафизике» [18]. В этой книге авторы изложили суть метафизики, соответствующую развиваемому нами метареляционному подходу. Авторы этой книги пишут: «Однако вернемся к столь значимому для нас термину „метафизика“». На первый взгляд он совпадает с термином «философия». Однако это не совсем так. С самого своего возникновения в философии наличествует некое прочное центральное ядро, как бы **сердце философии**, которое вслед за учениками Аристотеля можно назвать метафизикой (буквально то, что «идет после физики»). Метафизика в таком ее традиционном понимании является учением о первоосновах сущего. Ее еще иногда называют «теоретической» философией, тем самым противопоставляя практическим ее разделам, о которых речь пойдет ниже. Здесь же мы попытаемся обосновать классическое представление о метафизике как философской теории, исследующей предельные основания бытия, или первоосновы всего сущего [18. С. 41].

Далее в этой книге авторы пишут: «Таким образом, метафизика есть по существу фундаментальное основание философии в целом, философии в ее чистом виде, и дальнейшая дифференциация философских дисциплин реализуется лишь внутри общего метафизического пространства» [17. С. 47].

Таким образом, то, что у Дюгема трактовалось как множество метафизических школ, на самом деле представляло собой множество философских наслоений на первичные метафизические принципы.

Данное исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М.В. Ломоносова.

МЕТАФИЗИКА

Интерес к основам мироздания
Проявился в давние века,
И тогда же эта сфера знания
Метафизикой была наречена.

В первом веке до Христа
По книгам Аристотеля
Она названа была
«Первой философией».

Метафизики удел –
Помочь прорваться за предел,
Предел знаний и событий,
Миру новых дать открытий.

Ну а знания добывать,
Мир, природу познавать
Делать физика должна
«Вторая философия».

Метафизику Декарт
Корням древа уподобил,
Физикой он ствол назвал,
Ветви же всем прочим.

Зрели мысли, шли века,
Но признаться нам пора:
Метафизики судьба
Оказалась не проста.

Дюгем, озабочась ее судьбой,
Писал: нет области иной,
Где было б столько споров, мистики,
Как это было в сфере метафизики!

Даже Ньютон – гений физики
Призывал бояться метафизики,
Но теперь нам стало ясно:
Делал это он напрасно!

Оказалось, что Ньютон
Тремя законами своими ввел
Троичную парадигму метафизики
Три века представлявшую основу физики.

Даламбер ж тогда писал,
А точнее, утверждал:
Нет науки, ни математики, ни физики,
Без своей исконной метафизики.

Кант о метафизике писал в свои года,
Что интерес к ней не исчезнет никогда,
Но предсказал ее перерождение
На новых принципах, а не забвение.

Пришло время всем понять:
Мало метафизику признать,
Нужно вскрыть ее законы,
Чтоб прорваться сквозь препоны.

Накопилось их немало:
Расходимости, Калаби Яо,
Суперструны, темная материя
И всяка прочая мистерия.

Ю.С. Владимиров

Литература

1. *Эйнштейн А.* Рассуждения об основах теоретической физики // Собрание научных трудов. Т. 4. Москва : Наука, 1967. С. 229–238.
2. *Дюгем Пьер.* Физическая теория, ее цель и строение. Санкт-Петербург : Книгоиздательство «Образование», 1910, 326 с.

3. *Владимиров Ю. С. Метафизические основания физики : обоснование метареляционной парадигмы. Москва : ЛЕНАНД, 2024, 240 с.*
4. *Владимиров Ю. С. Метафизика. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 568 с.*
5. *Мах Э. Познание и заблуждение : очерки по психологии исследования. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 456 с.*
6. *Еремеев В. Е. Символы и числа «Книги перемен». Москва : АСМ, 2002.*
7. *Wheeler J. A., Feynman R. P. Interaction with absorber as the mechanism of radiation // Rev. Mod. Phys. 1945. Vol. 17. P. 157–181.*
8. *Грановский Я. И., Пантюшин А. А. К релятивистской теории тяготения // Изв. АН Каз. ССР, сер. физ.-мат. 1965. № 2. С. 65–69.*
9. *Тамм И. Е. О фундаментальных проблемах современной физической теории // Сб. «Проблемы теории элементарных частиц» из цикла «Беседы по актуальным проблемам науки». Москва : Знание, 1964.*
10. *Кулаков Ю. И. Элементы теории физических структур (Дополнение Г.Г. Михайличенко). Новосибирск : Изд-во Новосиб. гос. ун-та, 1968.*
11. *Кулаков Ю. И. Теория физических структур. Москва : Доминико, 2004. 847 с.*
12. *Кулаков Ю. И., Владимиров Ю. С., Карнаухов А. В. Введение в теорию физических структур и бинарную геометрофизику. Москва : Изд-во «Архимед», 1991.*
13. *Ливанова А. Три судьбы. Постигание мира. Москва : Знание, 1969.*
14. *Философия естествознания. Москва : Издательство политической литературы, 1966.*
15. *Владимиров Ю. С. Биспиноры и физическая структура ранга (3,3) // Вычислительные системы. 1988. № 125. С. 42–60.*
16. *Владимиров Ю. С. Реляционная картина мира. Кн. 2 : От бинарной предгеометрии микромира к геометрии и физике макромира. Москва : ЛЕНАНД, 2021. 304 с.*
17. *Владимиров Ю. С. Реляционная картина мира. Кн. 3 : От состояний элементарных частиц к структурам таблицы Менделеева. Москва : ЛЕНАНД, 2023. 234 с.*
18. *Иванов А. В., Миронов В. В. Университетские лекции по метафизике. Москва : Современные тетради, 2004. 647 с.*
19. *Fokker A. D. Ein invarianter Variationssatz für die Bewegung mehrerer elektrischer Massenteilchen // Z. Phys. 1929. Vol. 58. P. 386–393.*

P. DUHEM ON METAPHYSICS AND ITS UNDERSTANDING TODAY (Commentary on fragments from the book by P. Duhem “Physical Theory, Its Purpose and Structure”)

Yu.S. Vladimirov

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

Abstract. The article notes that the views of P. Duhem and E. Mach, who supported him, were expressed at a turning point in the development of physics, when attempts to substantiate its foundations failed, and new views on physical reality in the form of the general theory of relativity and quantum theory had not yet been formed. The article shows that now, a century later, it is natural to rely on a different understanding of metaphysics, based on the use of key metaphysical principles. Moreover, at present, a mathematical apparatus of binary systems of complex relations has already been created, reflecting the key metaphysical principles. On this basis, a number of significant results have already been obtained.

Keywords: metaphysics, theoretical physics, metaphysical paradigms, metarelatational paradigm, theory of physical structures, binary systems of complex relations

ДОПОЛНЕНИЕ К ВИТЕЛО

Иоганн Кеплер

Перевод К.А. Диланян¹

Глава 1

Происхождение света. Во-первых, было бы необходимо, чтобы природа всех вещей подражала Богу-основателю, насколько это возможно в соответствии с началом собственной сущности каждой вещи. Ибо когда мудрейший основатель стремился сделать всё как можно лучше, наилучше украшенным и превосходным, он не нашел ничего лучшего и более украшенного, ничего более превосходного, чем он сам. По этой причине, когда он рассматривал телесный мир, то остановился на форме для него, как можно более похожей на себя. Отсюда возникла вся категория величин, а в ней различия между кривым и прямым, и самая превосходная фигура из всех – сферическая поверхность.

Сфера – образ Святой Троицы. Ибо, образуя ее, мудрейший основатель разыграл образ преподобной троицы. Поэтому точка центра является в некотором роде началом сферического тела, поверхность – образом самой внутренней точки и путем к ее открытию. Поверхность понимается как возникающая посредством бесконечного внешнего движения точки из себя самой, пока она не достигнет определенного равенства всех внешних движений. Точка сообщает себя этой протяженности таким образом, что точка и поверхность, в замененной пропорции плотности с протяженностью, равны. Следовательно, между точкой и поверхностью везде существует совершенно абсолютное равенство, самое компактное единение, самое прекрасное соглашение, связь, отношение, пропорция и соразмерность. И поскольку их явно

¹ «Дополнения к Вителю, в которых излагается оптическая часть астрономии» *Ad Vitellionem Paralipomena, Quibus Astronomiae Pars Optica Traditur* (1604).

Витело (1220 – ок. 1278) – польский ученый-естествоиспытатель и философ, наиболее известный благодаря своей «Перспективе» (ок. 1274), написал трактат по оптике *Optica ethesaurus* (1572; «Тезаурус оптики»), самый важный трактат и главный учебник по этой теме на Западе со Средневековья до XVII века. В приведенном фрагменте из «Дополнения к Вителю» Кеплер рассматривает и в наиболее полном виде излагает свою теорию света, опираясь на теологические и метафизические основания. Этот труд никогда не переводился на русский язык. Перевод фрагмента выполнен по: *Kepler J. Optics: Paralipomena Witelo and the Optical Part of Astronomy* / trans. by William H. Donahue, Green Lion Press, 2000 и выверен по латинскому оригиналу *Ad Vitellionem Paralipomena, Quibus Astronomiae Pars Optica Traditur* Франкфуртского издания 1604 года.

три – центр, поверхность и интервал, они тем не менее едины, поскольку ни одно из них, даже в мысли, не может быть исключено, не разрушив целого.

Сфера – это архетип света (а также мира). Итак, это подлинный, это наиболее подходящий образ телесного мира, который всё, что стремится к высшему совершенству среди телесных созданий, принимает, просто или в каком-то отношении. Сами тела были заключены отдельно в пределах своих поверхностей и не могли сами по себе умножиться в шар. По этой причине они были наделены различными силами, которые, хотя и имеют свои гнезда в телах, тем не менее, будучи несколько свободнее самих тел и лишенными телесной материи (хотя они и состоят из своего собственного вида материи, которая подчинена геометрическим размерам), могут исходить и могут пытаться достичь шара, как это проявляется главным образом в магните, но явно проявляется во многих других случаях.

Во славу света. Что же удивительного, если этот принцип всего украшения в мире, – который божественный Моисей ввел немедленно в первый день в едва созданную материю как своего рода инструмент Творца, для придания формы и роста всему, если, я говорю, этот принцип, самое превосходное, что есть во всем телесном мире, матрица одушевленных способностей и цепь, связывающая телесный и духовный мир, – перешел в те же законы, по которым должен был быть обставлен мир.

Место Солнца в мире. Солнце, соответственно, является особым телом, в нем есть эта способность сообщать себя всем вещам, которую мы называем светом; которому, по крайней мере, по этой причине, принадлежит срединное место во всем мире и центр, так что оно может постоянно изливать себя равномерно на весь шар. Все другие вещи, которые имеют долю в свете, подражают Солнцу. Из этого рассмотрения возникают, в некотором роде, определенные положения, которые входят в число принципов у Евклида, Витело и других.

Утверждение 1

Свету принадлежит истечение или проекция из его источника в отдалённое место. Ибо было сказано, что свет должен был сообщаться всем телам. Это сообщение должно было произойти через соединение измерений, ибо мы сказали, что свет подчиняется геометрическим законам и что он рассматривается на месте как геометрическое тело. Следовательно, он будет сообщаться либо приближением своего источника к объекту, что абсурдно и не является сообщением: поэтому остается, чтобы он сообщался через локальный выход и истечение из своего тела.

Утверждение 2

Любая точка вытекает в бесконечных линиях. То есть, чтобы осветить всю окружающую сферу, что, как мы сказали, должно произойти. Но сферическая имеет бесконечные линии.

Утверждение 3

Свет сам по себе приспособлен для движения вперед в бесконечность. Ибо поскольку он разделяет размер и плотность, то, согласно вышесказанному, он сможет исчезнуть в ничто без размера, потому что размер, а значит, и плотность, могут исчезнуть через деление в бесконечность. Таково всё о сущности. Но также и сила, проецирующая его, бесконечна, потому что, согласно вышесказанному, свет не имеет материи, веса или сопротивления. Поэтому отношение мощности к весу бесконечно.

Утверждение 4

Линии этих проекций прямые и называются «лучами». Ибо мы сказали, что свет стремится достичь конфигурации сферической. Однако его истинный геометрический генезис заключается в равенстве промежуточных пространств, через которые средняя точка распространяется в поверхность. Но это прямые линии. Если бы свет использовал кривые, не было бы равенства в распространении и, следовательно, ничего похожего на сферическую форму.

То же самое доказывается или, скорее, заявляется таким образом. Цели движения различны. Ибо природа стремится либо к единству частей, либо к их разделению, и то и другое легче всего достигается прямым движением. И вещи, которые находятся ближе друг к другу, понимаются как более объединенные, и прямые линии являются кратчайшими из всех линий между одними и теми же точками. Поэтому движение, которое объединяет вещь, например, движение тяжелых вещей к земле или железа к магниту, должно обязательно происходить по прямой линии: в противном случае не все части движения стремились бы к одному и тому же концу, но где-то на середине пути то, что должно было бы соединиться с другим, отклонилось бы от этого стремления к соединению. То же самое следует понимать и относительно противоположного движения разделения, которое в области природы называется «насильственным». Ибо к нему также относится движение, противоположное движению соединения, и поэтому оно прямое, поскольку прямому противоположно только прямое.

Свету свойственно не объединение, а нечто подобное разделению и некое самое сильное выдвигание или истечение. Поэтому это также прямолинейное движение. Или, если хотите, назовите это объединением того света в ясном теле с объектом, который должен быть освещен. Ибо последует то же самое.

И кривая линия не вытекает из природы света, ибо по т. 3 она сама по себе приспособлена к тому, чтобы быть вызванной в бесконечность, а кривые линии, поскольку они кривы, возвращаются к себе и ограничены.

Утверждение 5

Движение света происходит не во времени, а в мгновение. Ибо, как показал Аристотель в книгах о движении, существует определенная пропорциональность времени к тому отношению, которое существует между движущей силой и весом или подвижным объемом, или к отношению веса к среде. Но

эта движущая сила имеет бесконечное отношение к свету, который должен быть перемещен, потому что свет не имеет материи, а следовательно, и веса. Поэтому среда не сопротивляется свету, потому что свет лишен материи, посредством которой могло бы возникнуть сопротивление. Поэтому быстрота света бесконечна.

Утверждение 6

При удалении от центра свет получает некоторое разрежение по ширине. Ибо по 2 и 4 свет распространяется по бесконечным прямым линиям. Но они ближе друг к другу в центре, потому что в узком месте их столько же, сколько и в большем пространстве. Но это определение разрежения и плотности. Поэтому он разрежается по ширине.

Утверждение 7

При удалении от центра луч света не получает разрежения по длине; то есть это не тот случай, когда чем длиннее луч, тем он более разрежен или рассеян, по крайней мере, не из-за самой этой длины. Ибо в геометрическом генезисе сферического ничего подобного нельзя себе представить. Напротив, свет стремится к этому генезису посредством сообщения себя самого. Кроме того, отношение проецирующей силы к той, которая истекает, бесконечно, поскольку она лишена материи, как было сказано выше: и, по 5, движение происходит в мгновение; и, по 3, оно уходит в бесконечность. Следовательно, проецирующая сила равна бесконечности, а именно той самой силе, которая также находится в начале. Так же и сила луча одинакова по длине.

Утверждение 8

Луч света не является частью самого света, исходящего. Ибо, по 4, луч есть не что иное, как само движение света. Точно так же, как в физическом движении, где его движение есть прямая линия, тогда как физическая подвижная вещь есть тело; точно так же и в свете само движение есть прямая линия, тогда как подвижная вещь есть своего рода поверхность. И как в первом случае прямая линия движения не принадлежит телу, так и во втором случае прямая линия движения не принадлежит поверхности.

Утверждение 9

Соотношение, которое имеет место между сферическими поверхностями, большей к меньшей, в которой источник света находится в качестве центра, такое же, как отношение силы или плотности лучей света в меньшей к силе или плотности лучей в более просторной сферической поверхности: то есть обратно. Ибо, согласно 6 и 7, в меньшей сферической поверхности содержится столько же света, сколько и в более разбросанной, и поэтому он намного компактнее и плотнее в первой, чем во второй. Однако, если бы плотность линейного луча была разной в зависимости от положения по отношению к центру (что отрицается в 7), ситуация была бы иной.

Утверждение 10

Свету не препятствует твердость тел как таковых, чтобы он не мог проходить сквозь них. Препятствие должно иметь природу, аналогичную возникающей между телами. Твердые тела как таковые имеют три измерения. Свету, согласно 6 и 7, принадлежат только два измерения. Следовательно, свет или его лучи не подвержены влиянию твердых тел как таковых и не взаимодействуют относительно твердости.

SUPPLEMENT TO VITELO

Kepler Johannes

Translation by *Karne A. Dilanianian*

МЕТАФИЗИКА СВЕТА В КОСМОЛОГИИ ИОГАННА КЕПЛЕРА

К.А. Диланян

*Институт философии Российской академии наук
Российская Федерация, 109240, Москва, ул. Гончарная, д. 12, стр. 1*

Аннотация. В статье анализируются концепции Иоганна Кеплера о природе света, его положении и функции в космологической модели, основанной на гелиоцентрическом учении. Представления о свете Кеплера рассматриваются в контексте античной и средневековой философской традиции, рассуждающей о природе света, традиции, которая сформировала основу кеплеровской мысли. В то же время метафизика света Кеплера исследуется в связи с его религиозными взглядами, основанными на лютеранском тезисе о стремлении Бога быть узнанным через природные проявления.

Ключевые слова: Кеплер, свет, метафизика света, космология, гелиоцентризм, Платон, Аристотель, *virtusmotrix*.

Затем я дошел до того, что приписал этой же Земле движение Солнца, но там, где Коперник делал это посредством математических аргументов, мои были физическими или, скорее, метафизическими.

Иоганн Кеплер «Тайна мироздания»¹

Я стремлюсь, воистину, к тому, чтобы эти вещи, во славу Бога, который желает, быть узнанным через книгу Природы, стали известны как можно раньше... Я хотел быть теологом: долгое время я терзался. Боже, вот теперь ты прославлен, в моей работе в астрономии.

Иоганн Кеплер²

В статье проведен анализ концепций Иоганна Кеплера относительно природы света, его положения и функции в космологической модели, основанной на гелиоцентрическом учении. Представления о свете Кеплера рассмотрены в контексте античной и средневековой философской традиции, рассуждающей о природе света, традиции, которая сформировала основу кеплеровской мысли. В то же время метафизика света Кеплера исследуется в ее связи с

¹ *Johannes Kepler. Mysterium Cosmographicum: The secret of the universe / transl. by A. M. Duncan, New York: Abaris Books, 1981. P. 63.*

² Из письма Михаэлю Местлину: *Kepler J. Gesammelte Werke: 22 vols. Vol. 13, № 23 Briefe 1590–1599 / ed. W. van Dyck, M. Caspar. München: Bayerische Akademie der Wissenschaften, 19451. S. 40.*

религиозными идеями, основанными на лютеранском тезисе о стремлении Бога быть узнанным через его природные проявления. Публикации последних лет доказывают, что теология играет центральную роль в научном мышлении Кеплера и что для его полноценного понимания необходимо отказаться от первоначально закрепившегося в истории науки подхода, известного как концепция «двух Кеплеров»³. Этот метод анализа сочетает в себе два полярных взгляда на творчество ученого: с одной стороны, признание вклада Кеплера, знаменитого астронома, определившего фундаментальные эмпирические законы движения планет, а с другой – восприятие его как религиозного мистика, чьи философские воззрения Лаплас без колебаний отверг как «хищнические спекуляции» [32. Р. 58]. В статье обосновывается, что метафизика света Кеплера не может быть понята без признания ее теологического измерения и философия Кеплера являет собой целостную картину мира, а его научная теория является в то же время манифестацией и демонстрацией – *forma mundi* как гармонии.

О свете как таковом

Философия на протяжении столетий постоянно возвращалась к обсуждению идеи света как к физической реальности и как к символу: со времен Аристотеля и до XVII века размышления о природе и функции света занимали центральную, а иногда и преобладающую роль в мышлении натурфилософа [29. Р. 126].

Ханс Блюменберг называет свет «метафорой истины» и подчеркивает, что в истории идей метафоры света занимают привилегированное положение, а изменение и развитие этих метафор указывает на преобразования в понимании мира и понимании себя [16. Р. 30–32]. Дэвид Линдберг, размышляя о теории света и ее связи с космологией Кеплера, отмечает, что, начиная с Античности и до Нового времени, дневной свет рассматривался как главная особенность мира, выражавшаяся как в форме трансцендентальной реальности, так и, одновременно, физического тела; в то же время, свет был одним из основных принципов космогонии и эпистемологии, он понимался как источник жизни и движения и как главный теологическим символ [28. Р. 9]. Размышление о происхождении света и его роли в космогоническом процессе, будучи общей целью философской рефлексии, объединяет миф и научное рассуждение. Джеймс Мак Эвой в поиске ответа на вопрос: «Почему именно свету, единственному среди всех других физических явлений, удалось получить столь глубокие культурные и концептуальные резонансы?», предлагает

³ Barker P., Goldstein B. Theological Foundations of Kepler's Astronomy // Osiris. 2001. Vol. 16. No. 1. P. 88; Hon G. Kepler's Revolutionary Astronomy: Theological Unity as a Comprehensive View of the World // Conflicting values of inquiry: ideologies of epistemology in early modern Europe / ed. by T. Demeter, K. Murphy, C. Zittel. Leiden, Boston: Brill, 2015. P. 155–175; Rothman A. The Pursuit of Harmony: Kepler on Cosmos, Confession, and Community. Chicago : University of Chicago Press, 2017.

взглянуть сначала на сферу мышления, которое является, или, по крайней мере, всегда считалось «метафизическим» [29. Р. 128].

Что касается самого условного философско-исторического термина «метафизика света», или «световая метафизика», то А.М. Шишков отмечает, что это довольно поздний термин, который начал постепенно формироваться в семнадцатом веке; в качестве его первоначального источника Шишков указывает на работу немецкого ученого, мистика, монаха-иезуита Афанасия Кирхера (1601–1680) «Великое искусство света и тени» (*Athanasii Kircheri. Ars Magna Lucis et Umbrae*), изданную в Риме в 1644 году. Один из разделов книги Кирхера назван «Метафизика света и тени»⁴. Хотя, считает Шишков, популярность этот термин обрел значительно позже, после публикации в 1908 году исследования Клеменса Боймкера (1853–1924) под названием «Витело, философ и естествоиспытатель XIII века» (*Witelo: ein Philosoph und Naturforscher des XIII. Jahrhunderts*) [15. С. 6].

Шишков определяет «метафизику света» как условный исторический и философский термин, который относится к комплексу идей, сформулированных прежде всего в классической Греции и впоследствии развитых в средневековой культуре [15. С. 6]. «Метафизика света» представляет собой систему теологических, философских и естественнонаучных концепций о свете как об объединяющем в себе всё сущее первофеномене этого мира, который – «совмещающая в своей природе несовместимые начала и резко выбиваясь, тем самым, из ряда ординарных явлений, а также будучи исконно связанным с понятиями «порядка», «ритма», «числа», «пропорции», а следовательно, и с «разумом», «смыслом», «истиной», «словом» (то есть с проявляющимся во вне Логосом), – играет роль посредствующего звена, скрепляющего в единое онтологическое целое противоположные друг другу сферы реальности». Это такие сферы, как: «чувственное и умопостигаемое, физическое и математическое, вещественное и идеальное, дольнее и горнее, тварное и нетварное» [15. С. 6].

Космология Платона: Бог, разум и свет

Очевидно, концепции света Кеплера укоренены в философии Платона, а потому наш обзор необходимо начать с представлений о свете Платона, который к началу IV в. до н.э. объединил несколько основополагающих тенденций и идей греческой космологии, именно он показал решающее влияние и сформировал в целом отношение к небесам в западной философии в смысле их физической природы. Платону также принадлежит создание общей формы европейской космологии, а потому все последующие дискуссии о ценности астрономии протекали в контексте идей, которые высказал философ [19. Р. 149, 153]. Н. Кэмпбелл указывает, что воздействие Платона на астрономию было столь значительным, «что мы должны говорить о платоновской

⁴ Athanasii Kircheri [...] *Ars magna lucis et umbrae*, in X. libros digesta. Quibus admirandae lucis & umbrae in mundo, atque adeo universa natura, vires effectusque uti nova, ita varia novorum reconditorumque speciminum exhibitione, ad varios mortalium usus, panduntur. S. 795.

революции, сравнимой с коперниканской революцией шестнадцатого века» [19. Р. 149].

Космология Платона была сформулирована главным образом в двух самых важных его диалогах: «Тимее», в котором выражено его представление о создании и структуре космоса, и в «Государстве», в части, которая содержит «Миф об Эре»: историю воина, убитого в сражении, взятого богами в мир мертвых, но позже вернувшегося в мир живых людей для того, чтобы рассказать им, что происходит с душой после смерти и как устроен космос. А. Лосев отмечает, что «Тимей», «относимый всеми к позднему периоду творчества Платона, а именно к 60–50-м годам IV в., диалектически конструирует весь материальный космос в его соотношении с умом, т.е. со всеми теми идеями, которые лежат в глубине космоса и впервые рассматриваются как принципы мирообразования в целом». Таким образом, «платоновский „Тимей“ является единственным систематическим очерком космологии Платона, которая до того времени была у него представлена в разбросанном и отрывочном виде» и именно это «создало славу „Тимею“, по крайней мере, на полторы тысячи лет» [8. С. 5]. Самым существенным содержанием этого диалога, подчеркивает Лосев, мы должны считать *мифологическую диалектику* космоса, где принципы материи и телесного бытия признаны в качестве таких же мирообразующих принципов, какими всегда являлись для Платона его идеи [9. С. 595].

Рассуждая об истоках сотворения мира и о его творце, Платон заявляет, что «мир есть прекраснейшее из творений, а он – наилучшая из причин» и, сотворенный таким образом, мир устроен по подобию того, что постигается мыслью и разумом и неизменно» [12. С. 432–433, 29a]. Он использует понятие *нус*, чтобы определить творца, который является источником порядка в физическом мире. Платон дает подробное объяснение *нуса* и его природы в диалоге «Филеб», говоря, что «все мудрецы согласны с тем, что ум является для нас царем неба и земли» и что вселенной правит, как говорили наши предшественники, «ум и некоторая изумительная, всюду вносящая порядок, рассудительность, <...> ум устрояет все вещи, и это достойно зрелища мирового порядка: солнца, луны, звезд и всего круговорота вселенной» [13. С. 28. 28e]. Он утверждает, что «во вселенной есть и огромное беспредельное и достаточный предел, а наряду с ними – некая немаловажная причина, устанавливающая и устрояющая в порядке годы, времена года и месяцы»... по праву называемые *софия* и *нус* [13. С. 30, 30c]. Стивен Менн рассуждает о платоновском демиурге «Тимея», говоря, что он идентичен «божественному разуму, управляющему миром», и отмечает, что ученые принимают «разум» как перевод слова *нус* в космологическом контексте [30. Р. 546].

В диалоге «Государство» Платон уподобляет Благо Солнцу, представляя свет как образ архетипического Блага. Благо также восхваляется под именем «Свет», а в идеальном мире Бог, истина и свет – одно и то же [11. С. 291]. Платон излагает свою концепцию зрения, связанную со светом и обучением в «Тимее», и формулирует основания для изучения неба, которые становятся моделью для астрономических теорий:

«Но теперь видение дня и ночи, месяцев и оборотов лет создало число и дало нам представление о времени и способность исследовать природу вселенной; и из этого источника мы извлекли философию, больше которой никогда не было и не будет дано богами смертному человеку... Бог изобрел и дал нам зрение для того, чтобы мы могли видеть пути разума на небесах и применять их к направлениям нашего собственного разума, которые родственны им, невозмутимое к возмущенному; и чтобы мы, изучая их и приобщаясь к естественной истине разума, могли подражать абсолютно безошибочным ходам событий Бога и регулировать свои собственные превратности» [12. С. 449–450, 47a-b].

Гайденко указывает, что Платон отличал свет от других явлений, поскольку он выступал как представитель сверхчувственного мира и, следовательно, являлся символом, представляющим «инаковость» невидимого мира в его высшем проявлении. Поэтому свет Солнца есть чувственный аналог света разума, так же как видимый свет есть аналог невидимого света разума, а зрение – это аналог внечувственного, интеллектуального созерцания идей и источник, и центр всего умопостигаемого мира, что есть, по Платону, проявление идеи Блага; и Солнце, как центр всего видимого мира, есть источник всякой видимости и познания [4. С. 150]. Таким образом, у Платона оказываются неразрывно связанными два понятия – «свет» и «ум». Блюменберг указывает, что трансцендентность света, подразумеваемая в платоновской аллегории Солнца, стала доминирующей в эллинистической мысли, а свет становится метафорой спасения, бессмертия [16. Р. 34].

Аристотель о материи и форме: свет как активное состояние

Аристотелевская натурфилософия и космология служила доминирующей интерпретацией природы в течение приблизительно 2000 лет и охватывала по крайней мере три цивилизации, говорящие на трех различных языках: греческом, арабском и латыни [23. Р. 40]. Аристотель подверг критике рассуждения Платона и поставил на первое место не математику, а физику, поскольку в отличие от математики, которая изучала статические связи и отношения, физика определялась как наука о природе, а природа же была неотъемлемо связана с изменением и движением.

В своей модели космоса Аристотель различал две основные области во Вселенной: небесную и земную. Эти области радикально отличались друг от друга и разделялись границей, проходящей через поверхность лунной сферы. Земная область, лежавшая под лунной сферой, была местом трансформации и разрушения и состояла из четырех элементов: огня, воздуха, воды и земли, в то время как особенностью той части неба, где находились планеты и звезды, было отсутствие изменений [2]. Движение в надлунной области осуществлялось с помощью Первичного двигателя, который, хотя сам был неподвижен, задавал импульс движения всему космосу, вместе с разумами, которые двигали планетарные сферы. В аристотелевской системе Бог, то есть Первичный Двигатель, неизменен, неподвижен, а поэтому совершенен, вечен

и бестелесен, и погружен в высшую деятельность – мысль [3. С. 393–399]. Линдберг полагает, что Аристотель предпринял попытку сформулировать понятие умопостигаемой или духовной материи, которая не имеет *corpus*-а, или тела и является бестелесной субстанцией. Это привело Аристотеля к артикулированию собственной теории света, он «заложил важные концептуальные основы, в рамках которых свет обсуждался в течение двух тысяч лет» [28. Р. 7]. В трактате «О душе» Аристотель утверждает, что свет — это «не огонь, не какое-либо тело вообще и не истечение из какого-либо тела (ведь и в этом случае свет оказался бы каким-то телом); нет, свет – это наличие огня или чего-то подобного в прозрачном» [1. С. 127]. Он утверждает, что субстраты становятся видимыми с помощью света; и эти субстраты содержат в себе определенную субстанцию, которая также находится в вечном теле, которое составляет самую верхнюю оболочку физического Космоса. Аристотель объясняет, что «свет есть активность этой субстанции – активность того, что прозрачно настолько, насколько оно имеет в себе определенную силу становиться прозрачным; где эта сила присутствует, там есть также потенциальность противоположного, то есть темноты» [1. С. 127]. Линдберг делает несколько выводов из представлений Аристотеля: во-первых, свет не существует сам по себе, а является состоянием чего-то другого, во-вторых, он не субстанция, а актуализация прозрачности, которая приводится в действительность светящимся телом, и, наконец, свет нематериален. Однако, указывает Линдберг, всё же невозможно сделать вывод, что свет не бестелесен: свет, безусловно, не является телом, но он участвует в телесности в силу того, что является состоянием телесной субстанции, это делает свет телесным вторично и посредством участия, хотя сам по себе он не является телом [28. Р. 8]. Аристотель не смог полностью объяснить движения небесной области и найти причину всех изменений и движений. Он указал, что всё, что движется, приводится в движение какой-то другой движущейся вещью, но не дал общего ответа; этот ответ, продолжает Парк, нашелся в трудах мыслителей более поздних периодов, и ответ на этот вопрос – *свет* [31. Р. 53].

Дальнейшее развитие: небесные влияния – Плотин

Плотин (ок. 204–270 гг. н. э.) создал метафизическую систему, основанную на принципе эманации или излучения, и дал свету возможность выполнить свою самую полную философскую задачу. Согласно Плотину, источником всего сущего является трансцендентное, самодостаточное Единое, из которого исходит все меньшее сущее посредством переполнения или эманации его сущности, подобно тому, как лучи света исходят от Солнца [14. С. 18]. В своих работах «Эннеады», которые представляют собой пятьдесят четыре трактата, составленные в шесть книг, Плотин провозглашает, что «Единое является источником всего света» и это излучение света, подобно великолепию, которое вечно исходит от Солнца, которое окружает его, не покидая его. Таким образом, все вещи, поскольку они остаются в существовании, необходимо черпают из своей сущности («бытия») и производят вовне

определенную природу, которая зависит от их силы и которая является образом архетипа, из которого она произошла... так «огонь излучает тепло, так снег распространяет холод... пока они есть, нечто исходит из них и вокруг них, так что существо, находящееся близ них, наслаждается их ипостасями» [14. С. 18].

Эта эманация из Единого, порождает *нус*, дальнейшая эманация переносит человека *вниз* по шкале бытия к душе и в конечном итоге к миру чувственного опыта; с движением вниз через последовательную эманацию образ Единого становится слабее, и когда мы достигаем материи, мы видим образ, который не несет в себе бытие и истину, а скорее полное отрицание, абсолютное небытие. По мнению Плотина, жизнь во Вселенной напоминает огромную цепь, где все сущее занимает точку, порождающую последующее существо и рожденное предыдущим и всегда отличное, но не отделенное от высшего порождающего Существа и низшего рожденного существа, в которое оно переходит, не будучи поглощенным [14. С. 21]. Идея эманации стала одной из отличительных черт неоплатонической мысли, говорит Линдберг и продолжает, что, согласно Плотину, как физические, так и метафизические сферы подчиняются закону эманации, и видимый свет, как пример эманации, наиболее доступный чувствам, становится парадигмальным случаем, дверью к пониманию универсального принципа эманации [28. Р. 11]. В теории Плотина об иерархическом нисхождении, где каждый высший уровень управлял своими преемниками, звезды и планеты занимали промежуточное положение между Единым и земным миром, который был наиболее удален от Единого, в то время как небесный мир был самой разреженной частью материального мира; Земля в этой цепочке происхождения была самой отдаленной сущностью от Божественного, хотя она все еще была связана с ним.

Метафизика света Европейского Средневековья

К XII веку неоплатонизм достиг латинского Запада и стал одной из ведущих философских доктрин. В этот период становятся доступны труды Аристотеля и арабских авторов, в том числе и «философа арабов» Аль-Кинди, создавшего оригинальную концепцию взаимных излучений двух различных областей мироздания. Линдберг вводит термин «неоплатонизированный аристотелизм» для обозначения платоновской и неоплатонической традиции, процветавшей в средневековом латинском христианском мире с тринадцатого до конца пятнадцатого века, в рамках которой обсуждались и оставались важными элементами учение об эманации и другие аспекты платоновской световой метафизики; он называет Роберта Гроссетеста (ок. 1168–1253) одним из основателей западной традиции неоплатонического аристотелизма и центральной фигурой интеллектуальной жизни XIII века [28. Р. 14]. Гроссетест отождествляет свет как первую форму с материей, утверждая, что в начале Бог создал первую материю и первую форму, которая представляет собой безразмерную точку света; свет распространяется во всех направлениях и образует сферу вселенной; поскольку материя и форма неразделимы,

за исключением мысли, и сама материя не может быть лишена формы [5. С. 73]. Гроссетест считает свет «более возвышенным, благородным и превосходным по своей сущности, чем все телесные вещи», который «больше всех тел похож на формы, существующие отдельно от материи, а именно на интеллекты», поэтому свет «является первой телесной формой»; и он продолжает рассуждать, что «форма (вид) и совершенство всех тел есть свет, но в высших телах он более духовен и прост, тогда как в низших телах он более телесен и умножен» [5. С. 73]. Гроссетест описывает структуру вселенной, следуя за Аристотелем, но его вселенная объединена посредством света и излучения, а сферы являются продуктами излучаемого света. Гроссетест размышляет о движении сфер, объединяющем всю вселенную: низшие тела участвуют в форме высших тел, они получают движение от той же бестелесной движущей силы, которой движется высшее тело, то есть от бестелесной силы интеллекта или души, которая движет первую и высшую сферу суточным движением, а также эта интеллектуальная движущая сила движет все низшие небесные сферы тем же суточным движением по кругу [5. С. 83]. Мак Эвой указывает на то, что эта взаимосвязь влияний: Солнце и другие небесные тела влияют на Землю, а Солнце, в свою очередь, восприимчиво ко всему свету, идущему с небес, а также каждая из планет имеет свое уникальное «влияние» на формирование минералов, живых тел и человеческих темпераментов – осуществляется посредством света, и действительно «это свет» [5. С. 135–136].

Кеплер: метафизика света, космология и центральное положение Солнца

Многочисленные публикации последних лет рассматривают влияние теологии на научное мышление Кеплера и выделяют ее решающую роль в его формировании⁵. В биографическом очерке «О себе» Кеплер уделяет много места своим религиозным настроениям и сожалеет о том, что ему «не суждено стать пророком» [6. С. 186]. Макс Каспар в подробной биографии Кеплера указывает, что тот намеревался стать не математиком, астрономом или философом, а теологом [20. Р. 50]. Получив степень магистра в Тюбингенском университете, Кеплер продолжал свои теологические исследования еще в течение трех лет, чтобы подготовиться к служению в лютеранской церкви в родном Вюртемберге. Он завершил обучение в 1594 году; однако обстоятельства не позволили Кеплеру осуществить свой план: незадолго до окончания университета Кеплер отказался подписать так называемую «Формулу согласия»,

⁵ См.: *Barker P., Goldstein B. Theological Foundations of Kepler's Astronomy // Osiris / ed. J. Brooke. 2nd Series. Vol. 16. Science in Theistic Contexts: Cognitive Dimensions, 2001. P. 88–113. Hon G. Kepler's Revolutionary Astronomy: Theological Unity as a Comprehensive View of the World // Conflicting values of inquiry: ideologies of epistemology in early modern Europe / ed. by T. Demeter, K. Murphy, and C. Zittel. BRILL 2015, P. 155–175; Rothman A. The Pursuit of Harmony: Kepler on Cosmos, Confession, and Community. Chicago : University of Chicago Press, 2017.*

которую должны были подписывать все лютеранские священнослужители, поэтому и священничество, и университетская карьера были для него закрыты – для назначения преподавателем университета необходимым предварительным условием было вступление в должность священнослужителя. Кеплеру повезло получить назначение в качестве учителя математики и других предметов в протестантской школе в Граце, в Австрии. Каспар отмечает, что выбор в пользу Кеплера был сделан из-за его математических и астрономических знаний, «безусловно, наиболее подходящего кандидата на должность преподавателя там, единственного достойного рассмотрения и способного принести честь Тюбингенскому университету» [20. Р. 50]. Однако Кеплер не был доволен своей новой должностью, хотя она и оставляла место для теологических размышлений наряду с его интеллектуальными занятиями в области математики и астрономии. В одном из писем Кеплер утверждает: «Я действительно думаю, что мы – астрономы, жрецы высочайшего Бога со стороны книг Природы»⁶.

Несомненно, теология играет существенную роль в восприятии работы Коперника. Повестка дня лютеранства помогала распространению новой науки, и Кеплер принял действенное участие в лютеранском проекте, который активно популяризировал астрономию Коперника, и в астрономии Кеплера религиозные идеи напрямую вносят вклад в то, что сейчас считается научными достижениями: защита коперниканства и открытие законов движения планет [17. Р. 559]. И хотя Кеплер не оставил сугубо теологических или метафизических работ, но теологические и метафизические замечания пронизывают его научные труды [28. Р. 29]. Во время своего раннего обучения в Тюбингене Кеплер встретил Михаэля Местлина, профессора астрономии, с которым он впервые изучал коперниканство. Это введение в возможность гелиоцентрической астрономии дополняло веру Кеплера в то, что Солнце было единственным возможным источником движущей силы планет и, следовательно, должно было находиться в центре планетной системы. Помимо поддержки коперниканства Местлин также пропагандировал фундаментальное лютеранское убеждение в том, что изучение природного мира дает человечеству знание Божьего плана как уникального инструмента для открытия тайн Вселенной посредством врожденного знания геометрии, которое было «заложено в человеческой душе, когда она была создана». К этой фундаментальной лютеранской доктрине Местлин добавил важную оговорку: он настаивал на том, что научная точность, особенно в астрономии, дополняет знание Бога и провидения. Эта теологическая основа была не столько мистической, сколько общей чертой лютеранской веры и многих других современных христиан того времени. «Здравый смысл» лютеранской теологии предоставлял академически законную основу, на которой можно было связать математические аргументы божественного с физическими аргументами натурфилософии. У Кеплера это лютеранское мировоззрение проявилось в его неустанном изучении физического мира как видимого образа Бога [20. Р. 50].

⁶ Ego verò sic censeo, cum Astronomj, sacerdotes dej altissimj ex parte libj Naturae simus.

В своей самой ранней работе по оптике *Ad Vitellionem paralipomena* (1604) Кеплер излагает свои взгляды на природу света. Он формулирует их в первой главе, в первых восьми пунктах рассуждений. Во Вступлении к этой главе Кеплер пишет о происхождении света: «Во-первых, было бы надлежащим, чтобы природа всех вещей подражала Богу-основателю, насколько это возможно в соответствии с основой собственной сущности каждой вещи. Ибо когда мудрейший основатель стремился сделать всё как можно лучше, как можно лучше украшенным и как можно лучше, он не нашел ничего лучшего и более украшенного, ничего более превосходного, чем он сам. По этой причине, когда он рассматривал телесный мир, он остановился на форме для него, как можно более похожей на себя. Отсюда возникла вся категория величин, а в ней различия между кривым и прямым, и самая превосходная фигура из всех – сферическая поверхность. Ибо, образуя ее, мудрейший основатель разыграл образ своей преподобной троицы. Поэтому точка центра является в некотором роде началом сферического тела, поверхность – образом самой внутренней точки и путем к ее открытию» [25. Р. 19].

Этот фрагмент отсылает читателя к платоновскому «Тимею», процессу сотворения космоса и опосредованно к Генезису, а завершает вступление Кеплер определением места Солнца в мире: «...Солнце, соответственно, является особым телом, в нем есть эта способность сообщать себя всем вещам, которую мы называем светом; которому... принадлежит срединное место во всем мире и центр, так что оно может постоянно изливать себя равномерно на всю сферу. Все другие вещи, которые имеют долю в свете, подражают солнцу» [25. Р. 20].

Это рассуждение о месте и роли Солнца находится в русле идей, традиционно обсуждавшихся философами, начиная с Аристотеля, затем перешедшее в схоластическую традицию и многократно повторявшееся в семнадцатом веке [22. Р. 392–393].

Свет: *lux*, *lumini* Солнце

Наиболее фундаментальная связь между космологическими представлениями и теологией берет начало в библейском повествовании о творении, где Бог сотворил свет в первый день, а небесные тела – в четвертый. В средневековые схоласты активно обсуждали природу света, сосредоточившись на его характеристиках: был ли свет первого дня материальным или духовным, как происходило чередование дня и ночи, является ли свет телом или формой тела, какова природа этой формы (материальная или случайная) и т.д. Эти дискуссии в большей степени касались природы чистого света, нежели космологических аспектов устройства Вселенной и роли небесных тел.

Схоласты различали два аспекта света, к которым они применяли разные термины. Термин *lux* был связан со светом как со световым качеством самосветящегося тела, такого как, например, тело Солнца. Свет от светящегося тела, который излучался в окружающую среду, например, лучи Солнца, характеризовался термином *lumen*. Последний, таким образом, был способен

освещать тела, которые не были самосветящимися. То есть «Lumen – это определенное излучение или излучение субстанцией lux-a. Lux – это изначальная субстанция [22. Р. 392].

В этой связи становится очевидной роль Солнца как источника света внутри планетарной системы. Несмотря на разногласия в схоластической дискуссии относительно деталей, касающихся света планет, отметим, что большая часть философов признавала особую роль Солнца среди других небесных тел. Из всех семи планет Солнце считалось самой большой и занимало четвертое место, считая вверх от сферы Луны или вниз от сферы Сатурна. Таким образом, оно занимало срединное положение внутри сфер. Оно излучало свой свет во всех направлениях, что делало такое положение естественным и подходящим для него. Поскольку оно было признано основным источником света космоса, то и рассматривалось как самая главная, жизненно важная из всех планет. Средневековые натурфилософы превозносили срединное положение Солнца двумя фундаментальными метафорами: Солнце было подобно «мудрому царю посреди своего царства» или «сердцу посреди тела». Это согласовывалось с определением Солнца у Цицерона в Сновидении Сципиона (440 г.): «Далее внизу, можно сказать, среднюю область занимает Солнце, вождь, глава и правитель остальных светил, разум и мерило вселенной; оно столь велико, что светом своим освещает и заполняет все» [(фрагмент XVII, 17)]. Макробий Феодосий в комментарии на сон Сципиона объясняет ретроградное движение планет с помощью Солнца: далее, чтобы объяснить, что некоторые думают, что причина, по которой Солнце не имеет ретроградации, заключается в том, «что солнечные лучи являются причиной этой ретроградации. Ибо сила солнечных лучей иногда отталкивает их [то есть планеты] и делает их ретроградными, а иногда притягивает их; и таким образом заставляет их оставаться неподвижными» [22. Р. 452–453]. С возможностью производить все планетарные движения значение Солнца существенно возросло. Появление системы Коперника только усилило уникальную роль Солнца. Оно больше не было просто планетой, стоящей в середине, но теперь находилось в самом центре космоса. Солнце стало рассматриваться как сердце планетной системы, ему приписывалось вращательное движение, которое, в свою очередь, заставляло все планеты двигаться вокруг [22. Р. 407–408]. В трактате «Метафизические основы современной науки» Эдвин Бертт описывает Кеплера как «солнцепоклонника», который говорил о Солнце с ярким воодушевлением, называя Солнце «источником света», «царем планет за его движение», «сердцем мира за его силу», «глазом за его красоту»; Бертт цитирует раннее эссе Кеплера, в котором тот говорит, что «по высшему праву мы возвращаемся к солнцу, которое одно, по своему достоинству и силе, кажется пригодным для этой движущей обязанности и достойным стать обителью самого Бога, если не сказать Перводвигателем» [18. Р. 47–48].

Кеплеру, как последователю Коперника, необходимо было разрешить проблему новой космологической системы, в которой не находилось места привычным планетарным сферам, и сконструировать первичный элемент

гелиоцентрической динамики, вытекающий из действия физических причин. Этот революционный шаг был сделан Кеплером, он заменил одно из главных понятий теоретической астрономии, осмыслявшей космос в терминах сфер (сферических оболочек, к которым были прикреплены планеты), и ввел термин: орбита – *orbita*, то есть путь планеты в пространстве [21. Р.75].

Для решения проблемы движения планет по орбитам Кеплер предложил концепцию движущей силы, предположив, что источником планетарного движения и решающего небесного воздействия на земную сферу являются не отдельные планетарные двигатели, а свет Солнца и его способность производить движение. Таким образом, Кеплер пытался установить связь между центральным Солнцем и некой движущей силой, исходящей от его тела и приводящей в движение планеты, передав функцию Перводвигателя Солнцу [33. Р. 318, 323–324].

Солнце как двигатель планет – *virtusmotrix*

Движение внутри универсума Кеплер обосновывает, развивая концепцию сферичности космоса, где свет – порождение сферичности. Упорядочивать единство космоса должно Солнце, то есть тело, в котором пребывает способность сообщать себя всем вещам, которую мы называем светом. По этой причине ему требуется срединное место во всем мире, центр, чтобы оно могло равномерно и постоянно рассеиваться по всей сфере. Все другие вещи, которые участвуют в свете, подражают Солнцу. Солнцу же отводится роль двигателя всей планетной системы. Томас Кун указывает на *anima motrix*, или *virtus motrix*, – движущую силу планетной системы – концепцию, предложенную Кеплером для объяснения движения Земли и других планет в коперниканской системе мира, что придало новую форму и направление исследованиям Кеплера [27. Р. 230]. Со времен Птолемея было известно, что скорость планеты меняется в зависимости от ее расстояния от центра Вселенной и, действительно, в перигелии и афелии скорости обратно пропорциональны расстоянию. Кеплер распространил эту обратную пропорциональность на всю орбиту и утверждал, что она является результатом силы, *virtus motrix*, исходящей от Солнца, расположенного в центральной точке. Солнце вращается вокруг своей оси, и это вращательное движение передается с помощью *virtus motrix* планетарному телу. Скорость любой планеты в любой конкретной точке ее орбиты определяется силой *virtus motrix* в этой точке и присущей инерцией или сопротивлением движению планеты. Но может ли быть *движущая сила* уподоблена свету? Кеплер утверждает, что свет *lux* и движущая сила Солнца во всем согласны «поэтому остается, что как свет, освещающий все земное, является нематериальным видом огня, который находится в теле солнца, так и эта [движущая] сила, охватывающая и притягивающая планетные тела, является нематериальным видом добродетели, пребывающей в солнце, неоценимой силы и, таким образом, первоисточником [*actusprimus*] всякого движения в мире» (цит. по [28. Р. 39]). Таким образом, свет – это не только образ триединого Бога, но и источник способностей души, связь,

соединяющая духовный мир с миром телесной материи, и зеркало законов природы.

Заключение

Уникальность Кеплера как ученого заключается в многостороннем подходе к научному знанию, его философскому осмыслению и глубокому религиозному переживанию научной истины. Метафизика света Кеплера не может быть понята без признания ее теологического измерения, философия Кеплера являет собой целостную картину мира, а его научная теория является в то же время манифестацией и демонстрацией – *forma mundi* как гармонии. Этот подход оказывается востребованным и в настоящее время: творчество Кеплера исследовал Вольфганг Паули, анализирувавший возможности познания бессознательных психических процессов и рассуждавший о природе научного творчества. Он утверждал, что идеи Кеплера «знаменуют важный промежуточный этап между прежним магико-символическим и современным количественно-математическим описанием природы» [10. С. 139]. Паули указывал, что постижение связи научного познания с религиозным опытом возможно исключительно посредством символического языка, особо подчёркивая, что поскольку «в наше время принято отвергать возможность построения такой символики, особенно интересно обратиться к иной эпохе, которой были чужды понятия научной механики, ставшие ныне классическими, но свойственны представления, позволившие нам привести доказательство существования символа, выполняющего в одно и то же время религиозную и естественнонаучную функцию» [10. С. 174]. И сегодня эти мысли остаются важными для воссоздания единства материального и духовного, которое, как пишет протоиерей Кирилл Копейкин, совершенно разорвано, целью же этого единства является постижение целостного строя бытия, познание своей согласованности со всем космосом для восстановления утраченной гармонии мироздания [7. С. 139–140]. И это буквально следует задачам, которые ставил перед собой Иоганн Кеплер, размышляя над гармонией мира.

Литература

1. Аристотель. О душе / пер. с др.-греч. П. С. Попова. Москва : РИПОЛ классик, 2020. 260 с.
2. Аристотель. О небе / пер. А. В. Лебедева // Аристотель. Сочинения : в 4 томах. Том 3. Москва : Мысль, 1981. С. 264–378.
3. Аристотель. Метафизика. Переводы. Комментарии. Толкования / пер. А. В. Кубицкого. Санкт-Петербург : Алетейя, Киев: Эльга, 2002. 832 с.
4. Гайденко П. П. История греческой философии в ее связи с наукой. Москва : Книжный дом ЛИБРОКОМ, 2009. 264 с.
5. Гроссетест Р. Сочинения / пер. с лат. А. М. Шишкова [и др.]. Москва : URSS, 2003. 328 с.
6. Кеплер И. О шестиугольных снежинках / пер. с латинского Ю. А. Данилова. Москва : Наука, 1982. С. 170–187.

7. *Копейкин К. В.* мета-φύσι'ка и мета-ψυχή'ка // Метафизика. Век XXI. Альманах. Вып. 2 / под ред. Ю. С. Владимирова. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. С. 107–141.
8. *Лосев А. Ф.* Платон. Вводные замечания к тому 3 // Платон: Филеб, Государство, Тимей, Критий / пер. с древнегр. С. С. Аверинцева. А. Н. Егунова, Н. С. Самсонова. Москва : Мысль, 1999. С. 3–6.
9. *Лосев А. Ф.* Тимей. Мифологическая диалектика космоса / Платон: Филеб, Государство, Тимей, Критий / пер. с древнегреческого С. С. Аверинцева. А. Н. Егунова, Н. С. Самсонова. Москва : Мысль, 1999. С. 594–595.
10. *Паули В.* Влияние архетипических представлений на формирование естественнонаучных теорий у Кеплера // Физические очерки. Москва : Наука, 1975. С. 137–175.
11. *Платон.* Государство / пер. А. Н. Егунова // Платон. Филеб, Государство, Тимей, Критий. Москва : Мысль, 1999. С. 79–420.
12. *Платон.* Тимей / пер. С. С. Аверинцева // Платон. Филеб, Государство, Тимей, Критий. Москва : Мысль, 1999. С. 421–500.
13. *Платон.* Филеб / пер. Н. В. Самсонова // Платон. Филеб, Государство, Тимей, Критий. Москва : Мысль, 1999. С. 7–78.
14. *Плотин.* Пятая Эннеада / пер. с древнегр. Т. Г. Сидаша. Санкт-Петербург : Издательство Олега Абышко, 2005. 320 с.
15. *Шишков А. М.* Метафизика света : очерк истории. Санкт-Петербург : Алетея, 2012. 368 с.
16. *Blumenberg H.* Light as a Metaphor for Truth: At the Preliminary Stage of Philosophical Concept Formation // *Modernity and the Hegemony of Vision* / ed. D. Levin. Berkeley: University of California, 1993. P. 30–62.
17. *Brosseder C.* The Writing in the Wittenberg Sky: Astrology in Sixteenth-Century Germany // *Journal of the History of Ideas*. 2005. Vol. 66, no. 4. P. 557–576.
18. *Burt E.* The Metaphysical Foundations of Modern Science. New York : Harcourt, Brace & Company, Inc., 1925. 366 p.
19. *Campion N.* The Dawn of Astrology: A Cultural History of Western Astrology. Vol. 1 : The Ancient and Classical Worlds. London : Continuum, 2008. 400 p.
20. *Caspar M.* Kepler / transl. by C. D. Hellman. NY : Dover Publications Inc., 1993. 464 p.
21. *Goldstein B., Hon G.* Kepler's Move from *Orbs* to *Orbits*: Documenting Revolutionary Scientific Concept. *Perspectives on Science* 13–1, 2005. P. 74–111.
22. *Grant E.* Planets, Stars, and Orbs: The Medieval Cosmos, 1200–1687. Cambridge : Cambridge University Press, 1994. 842 p.
23. *Grant E.* Science and Religion, 400 B.C. to A.D. 1550: From Aristotle to Copernicus. Baltimore : The John Hopkins University Press, 2004. 328 p.
24. *Hon G.* Kepler's Revolutionary Astronomy: Theological Unity as a Comprehensive View of the World // *Conflicting values of inquiry: ideologies of epistemology in early modern Europe* / edited by T. Demeter, K. Murphy, and C. Zittel. BRILL, 2015. P. 155–175.
25. *Kepler J.* Optics: Paralipomena to Witelo and the Optical Part of Astronomy / transl. by William H. Donahue, Green Lion Press, 2000. 475 p.
26. *Kepler J.* Gesammelte Werke: 22 vols. Vol. 13: Briefe 1590–1599 / ed. W. van Dyck, M. Caspar. München: Bayerische Akademie der Wissenschaften, 1945. 432 s.
27. *Kuhn Th.* The Copernican Revolution, Harvard University Press, 1995. 318 p.
28. *Lindberg D.* The Genesis of Kepler's Theory of Light: Light Metaphysics from Plotinus to Kepler // *Osiris*, 2nd series. Vol. 2. P. 4–42.
29. *McEvoy J.* The Metaphysics of Light in the Middle Ages // *Philosophical Studies*. 1978. 26. P. 126–145.
30. *Menn S.* Aristotle and Plato on God as Nous and as the Good // *The Review of Metaphysics*. 1992. Vol. 45, no. 3. P. 543–573.

31. *Park D.* The Fire Within the Eye: A Historical Essay on the Nature and Meaning of Light // Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1997. 550 p.
32. *Westman R.* Continuities in Kepler Scholarship // The European Kepler Symposia in Historiographical Perspective. Vistas in Astronomy. 1975. Vol. 18. P. 57–70.
33. *Westman R.* The Copernican Question: Prognostication, Skepticism, and Celestial Order. Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press, 2011. 704 p.
34. *Kepler Johannes.* Gesammelte Werke. Briefe 1590–1599, t. 13. Munich : C. H. Beck, 1945. URL: <https://publikationen.badw.de/de/002334747>, 1^{re} éd. 1621.

METAPHYSICS OF LIGHT IN JOHANNES KEPLER'S COSMOLOGY

Karne A. Dilanian

Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences

Bldg 1, 12 Goncharnaya St, Moscow, 109240, Russian Federation

Abstract. The article analyzes Johannes Kepler's concepts of the nature of light, its position and function in the cosmological model based on the heliocentric doctrine. Kepler's ideas about light are considered in the context of the ancient and medieval philosophical tradition discussing the nature of light, a tradition that formed the basis of Kepler's thought. At the same time, Kepler's metaphysics of light is examined in connection with his religious views based on the Lutheran thesis about God's desire to be recognized through natural manifestations.

Keywords: Kepler, light, metaphysics of light, cosmology, heliocentrism, Plato, Aristotle, *virtus motrix*

АНТРОПНЫЙ ПРИНЦИП: ФИЗИКА И МЕТАФИЗИКА

М.Г. Годарев-Лозовский

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

Аннотация. В статье рассматривается история возникновения антропного принципа в науке и философии, его формулировки и интерпретации, причина реализации этого принципа во Вселенной. Показано, каким образом антропный принцип согласуется с теорией барионной симметрии, в основе которой допущение о равномерной, но различной плотности пространственного распределения вещества и антивещества в актуально бесконечной Вселенной. Рассмотрены частные случаи проявления антропного принципа. При помощи выдвинутой гипотезы трансмутации элементов материи антропный принцип согласован с законами сохранения, квантовой запутанностью и квантовой нелокальностью. Развиты и обобщены космологические идеи Г.М. Идлеса, а антропный принцип согласован с основаниями математики и реляционной парадигмой Ю.С. Владимирова.

Ключевые слова: квантовая запутанность и нелокальность, законы сохранения, барионная симметрия, трансмутация элементов

1. История антропного принципа

Человек есть мера всех вещей...

Пифагор

Антропный принцип (АП) имеет свою немалую историю и предысторию, а предваряет его античная философия. Гармоничность и органическая соразмерность Космоса и человека – это космический принцип Платона. Аристотелевский космос стремится к мировому уму как к своей целевой причине [1]. Позже Г. Галилей сформулировал «квадратно-кубичный закон»: при увеличении всех размеров животных или человека их объем возрастает в кубе. Это означает, например, что лошадь, увеличенная до размеров слона, была бы раздавлена собственным весом. Из этого следует, что в поле тяготения нет подobia, а всё живое на Земле имеет наиболее выгодные для существования размеры.

К.Э. Циолковский писал: «Если мы скажем что мир всегда был, есть и будет, и дальше этого не захотим идти», то «трудно избежать вопроса: почему все проявляется в той, а не в другой форме, почему существуют те, а не другие законы природы? Ведь возможны и другие...». Почему Вселенная такова,

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

какой мы ее наблюдаем? В поисках решения этой проблемы Циолковский рассуждал о том, что, поскольку человеческое существование не случайно, а имманентно космосу, «тот космос, который мы знаем, не может быть иным», то есть он дал ясную формулировку АП в космологии [2; 20]. А.Л. Зельманов выразил идею в духе АП следующим образом: «...возможность существования субъекта, изучающего Вселенную, определяется свойствами изучаемого объекта... Мы являемся свидетелями процессов определенного типа потому, что процессы другого типа протекают без свидетелей» [3. С. 396]. Г.М. Идлис ранее других авторов показал наличие прямой связи между существованием жизни и рядом характеристик явлений и процессов, которые нами наблюдаются. Он первым обосновал и сформулировал АП: «Мы наблюдаем заведомо не произвольную область Вселенной, а ту, особая структура которой сделала ее пригодной для возникновения и развития жизни» [4. С. 52]. Существуют две основные хорошо известные формулировки АП.

1) Слабый АП: «Наше положение во Вселенной с необходимостью является привилегированным в том смысле, что оно должно быть совместимо с нашим существованием как наблюдателей» [5. С. 369–372].

2) Сильный АП: «Вселенная (и, следовательно, фундаментальные параметры, от которых она зависит) должна быть такой, чтобы в ней на некотором этапе эволюции допускалось существование наблюдателей».

В.В. Казютинский и Ю.В. Балашов отмечают: «Оказывается, для устойчивого существования основных структурных элементов нашего высокоорганизованного мира (атомов, ядер, звезд, галактик) необходима очень тонкая «подгонка» ряда численных величин физических констант – даже небольшое мысленное варьирование одной из них приводит к резкой потере этой устойчивости или выпадению определенного критического звена эволюции, порождающего данные элементы» [6]. Б. Картер полагал основанный на АП подход реакцией против широкого толкования «принципа Коперника»: наше положение не может быть привилегированным ни в каком смысле. Но, как полагает Б. Картер: «хотя наше положение не обязательно является центральным, оно неизбежно в некотором смысле привилегированное» [5. С. 369–372]. С точки зрения релятивистской космологии Дж.А. Уилер формулирует «принцип участия», в соответствии с которым «наблюдатель столь же существен для появления Вселенной, как и Вселенная для появления наблюдателя» [7].

Предлагаемая нами формулировка антропного принципа несколько иная: актуально бесконечный мир приспособлен для существования человека и человеческого познания. В актуально бесконечной Вселенной с необходимостью существует бесконечное множество внеземных цивилизаций (ВЦ), а также все условия для их существования и для познания ими мира. Например, соотношение масс протона и электрона: масса протона в 1836,152672 раза больше массы электрона. Если бы это значение немного отличалось, стабильные атомы не могли бы существовать и было бы невозможно формирование молекул и возникновение жизни. Если бы сила гравитации была чуть сильнее – звезды сгорали бы слишком быстро, а чуть слабее – они не

зажигались бы вовсе. При этом: если бы звезды сгорали слишком быстро, то было бы недостаточно тяжелых элементов, необходимых для появления светил следующего поколения, планет и жизни на них. И. Розенталь еще в 1982 году показал, что существует 7 чисел, определяющих структуру Вселенной, а именно: константы четырех фундаментальных взаимодействий, плюс две комбинации из масс протона и нейтрона, деленных на массу электрона, плюс размерность реального пространства $N = 3$ [8]. Если бы отсутствовали эти определяющие почти все числа, то существование человека и познание им мира было бы совершенно невозможно.

2. Антропный принцип как гармонизирующий научную и религиозную картины мира

Антропный принцип часто вызывает неприятие в научном сообществе, ибо он воспринимается не как вполне научный, но более как религиозный. В науке существует несколько альтернативных АП способов объяснения «точной настройки» Вселенной. Все эти объяснения основаны на существовании бесконечного множества миров с различными постоянными. С этой точки зрения неудивительно, что совершенно случайно в одном из миров могли сложиться условия, благоприятствующие возникновению жизни. Поэтому противники антропного принципа утверждают, что аргументация АП не выдерживает никакой критики с учетом концепции бесконечного множества изолированных друг от друга миров. Однако мир един и представляет собой в своем разнообразии единую и закономерную (но не случайную!) систему. А нечто происшедшее единожды в единой актуально бесконечной системе с математической необходимостью обязано быть совершенно закономерным.

В связи с этим У. Хетчер последовательно и строго научно обосновывает идею о Вселенной как производной от существования Абсолютной причины мироздания. Его аргументация сводится к тому, что Вселенная (то есть феномен V) и, в частности, биологическая эволюция в ней – это не случайный, но вполне закономерный процесс, обусловленный феноменом G , существование второго логически строго доказуемо. Далее мы приводим без сокращений очень интересные доказательства существования, обозначенного У. Хетчером, феномена G .

«Р.0. V есть составной феномен (V есть композит).

Р.1. Каждый существующий феномен B является либо обусловленным, либо необусловленным (самообусловленным), но никогда и тем и другим.

Р.2. Пусть B есть композит и выполняется $A \rightarrow B$. Тогда $A \rightarrow E$ будет также выполняться, если E является частью B (то есть если либо $E \in B$, либо $E \subset B$).

Р.3. Не может выполняться соотношение $A \rightarrow E$, если E является компонентом A .

Принцип Р.0 является абсолютно бесспорным, но среди остальных трех принципов нет ни одного, который имел бы экзистенциальный аспект.

Принципы Р.1 – Р.3 представляют собой универсальные условия, в которых утверждается, что как только определенные условия выполнены, то и некоторые другие условия также должны выполняться. Другими словами, эти утверждения сами по себе не содержат экзистенциального смысла.

Однако в сочетании с принципом Р.0 (то есть в предположении, что нечто существует) эти принципы порождают сильные и, в определенной степени, удивительные следствия экзистенциального характера.

Теорема. Из Р.0 – Р.3 следует, что имеется один и только один самообусловленный феномен G , причем этот феномен G является простой (несоставной) всеобщей причиной (т. е. причиной любого существующего феномена).

Доказательство. Для начала зададимся вопросом: «Что является причиной глобального феномена V ?»

Согласно Р.1, этот феномен V является либо самообусловленным, либо обусловленным извне.

Предположим, для начала, что этот феномен самообусловлен, $V \rightarrow V$. Из Р.0 следует, что V есть композит. Значит, найдется некоторый компонент E такой, что $E \in V$. Теперь на основании Р.2 получаем $V \rightarrow E$. Но это противоречит ограничению, накладываемому принципом Р.3, поскольку E есть компонент V .

Следовательно, V не может быть самообусловленным. В действительности, это рассуждение применимо в отношении к любому композиту, и оно приводит к следующему принципу: никакой композитный (составной) феномен не может быть самообусловленным.

Теперь, на основе Р.1, приходим к заключению, что V должен быть обусловлен внешним образом некоторым феноменом $G \neq V$, $G \rightarrow V$. Но, как сказано выше, каждый феномен является либо компонентом, либо подсистемой этого V . Отсюда заключаем, что $G \rightarrow V$ и что G является частью V . Исходя из Р.2, делаем непосредственный вывод, что $G \rightarrow G$ (т. е. что G самообусловлен).

Это означает, что феномен G является простым (несоставным), поскольку, если бы G имел некоторый компонент E , мы пришли бы (на основе Р.2) к тому, что $G \rightarrow E$, а это противоречит принципу Р.3.

Таким образом, G является самообусловленным и простым. Простота G указывает на то, что G есть объект (в оригинале – entity). Более того, $G \rightarrow V$ и каждый феномен является частью V . Отсюда на основе Р.2 получаем, что $G \rightarrow B$ выполняется в каждом случае, когда B есть какой-либо произвольный феномен.

Поэтому G есть всеобщая (универсальная) причина. Наконец, G есть единственный необусловленный объект. Для того чтобы убедиться в этом, предположим, что выполняется $G' \rightarrow G'$ для некоторого феномена G' . Поскольку уже было установлено, что G есть всеобщая причина, то $G \rightarrow G'$ также выполняется. Поэтому G' является одновременно и самообусловленным феноменом, и феноменом, обусловленным G .

Однако принцип Р.1 утверждает, что не существует самообусловленного феномена, который одновременно был бы обусловлен извне.

Таким образом, G не может быть ничем иным, кроме как G' (т. е. $G = G'$). Отсюда получаем, что простой объект G есть единственный необусловленный феномен среди всех существующих феноменов» [9. С. 90–91]. Таким образом, в соответствии с логикой У. Хетчера причина АП вполне обоснованно может быть принята нами как абсолютная.

3. Некоторые частные случаи антропного принципа

Отметим различную плотность пространственного распределения вещества и антивещества, а также различную плотность пространственного распределения аннигиляций и рождений барионов с их распадами. В противном случае мы не смогли бы существовать либо в силу аннигиляции наших тел, либо в силу высокой радиации внутри нас, связанной с малым периодом полураспада барионов. При этом вероятность обнаружения рождения и аннигиляции пары барионов значительно превышает вероятность обнаружения распада бариона, что также объясняется АП.

Плотность пространственного распределения разумной жизни во Вселенной может быть сколь угодно малой величиной, которая налагает запрет на контакты с внеземными цивилизациями (ВЦ) и объясняет невозможность в обозримом будущем контактов с ними. В этой связи допущение, что в пределах Метагалактики Земная цивилизация уникальна, выглядит вполне правдоподобным. В то же время во Вселенной в целом должно присутствовать счетное множество развитых ВЦ. При этом сама биологическая эволюция как закономерный процесс во Вселенной, приводящий к появлению человека, вполне соответствует АП.

С помощью АП объясняются также, например, многовековые апории Зенона, касающиеся движения в пространстве, ведь мир рационально познаваем. У квантовой частицы недостаточно счетного множества элементов времени, чтобы двигаться темпорально, и избыток несчетного множества элементов пространства, чтобы двигаться по сплошной траектории, поэтому ее движение атемпорально и бестраекторно. Обозначенный тезис позволяет объяснить движение квантовой частицы, из множества которых состоит любое макротело, движение которого темпорально и траекторно.

4. Антропный принцип и теория барионной симметрии

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

Г. Гольхабер

Теория барионной симметрии исходит из отсутствия логической альтернативы бесконечной в пространстве и времени Вселенной как целого. Постулаты её следующие.

1) В 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 вызывается одновременным рождением (аннигиляцией) антинуклона за пределами Метагалактики (распадающаяся не локально запутанная пара одновременно сопровождается рождением новой не локально запутанной пары).

ТБС предсказывает следующее.

1. Будет экспериментально обнаружен самораспад протона и очень вероятно, что в самом из долгоживущих элементов: 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 – антинейтронные 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) [10. С. 87–89].

Таким образом, АП требует барионной асимметрии Метагалактики, законы сохранения требуют барионной симметрии Вселенной, а ТБС согласует эти два императива, используя закономерность в основаниях математики.

5. Следствие АП и ТБС: квантовая запутанность и нелокальность

Как утверждает К.Г. Катамадзе: «...квантовая запутанность – это всегда история о двух-частичной системе – один атом или фотон не может быть перепутанным. Система может быть и много-частичной, но тогда для определения ее запутанности все равно нужно разделить ее на две подсистемы и рассматривать их корреляции. Чтобы частицы были перепутанными, они должны были когда-то провзаимодействовать... Как пример: две частицы образовались в результате распада одной частицы. Но дальше они физически не взаимодействуют, никаких сил между ними нет. Просто их состояние таково, что они проявляют корреляции в разных измерениях, которые нельзя описать с точки зрения классической физики... Физически это означает, что

параметры этих систем связаны друг с другом. И если я измеряю параметр одной системы, то я сразу получаю информацию о параметре другой системы» [11]. В приведенной цитате можно согласиться со всем сказанным, кроме тезиса: «чтобы частицы были перепутанными, они должны были когда-то провзаимодействовать». Мы полагаем, что для запутанности пары «частица – античастица» требование предварительного взаимодействия между ними не является обязательным. Ведь, как справедливо замечают авторы статьи: «...работы Аспе и Клаузера показывают, что в квантовой механике нет локальных скрытых переменных. Могут ли присутствовать и играть роль нелокальные скрытые переменные? ...Несмотря на значительный прогресс в этой области... полный ответ еще только предстоит получить в будущих теоретических и экспериментальных работах» [12. С. 1171]. То есть с точки зрения современной физики, с позиции разрешения неравенств Белла, отрицаются не вообще скрытые параметры как таковые, но исключительно локальные скрытые параметры. В связи с этим характерно то, что А.П. Ефремов развивает нелокальную гипотезу квантовой запутанности и теорию фрактального пространства в духе «пространства отношений» Ю.С. Владимирова [13. С. 139].

Таким образом, нелокальность логически непротиворечиво подразумевает, что удаленные на бесконечные расстояния частицы вполне могут быть запутаны, а их поведение коррелирует. При этом запутанность двух конкретных частиц никак не затрагивает других частиц, то есть она избирательна. В некоторых экспериментах удавалось локально запутать более двух частиц разных типов, а также частицу и античастицу. Однако как локальная, так и нелокальная связь запутанных частиц никак не зависит от расстояния и именно поэтому не является одним из видов известных науке фундаментальных физических взаимодействий. Далее непосредственно обратимся к гипотезе трансмутации элементов материи.

6. Гипотеза трансмутации элементов материи как развитие АП и ТБС

Разрывы глушили биенье сердец,
Мое же – мне громко стучало,
Что все же конец мой – еще не конец:
Конец – это чье-то начало...

В. Высоцкий

Законы сохранения требуют глобальной запутанности всего бесконечного множества частиц и античастиц, а вечное обновление мира – это естественный природный нелокальный процесс. В целом новизна предлагаемого подхода заключается в том, что в настоящее время аннигиляция и гипотетические распады частиц с локальным нарушением барионного числа во Вселенной не рассматриваются как две стороны одной и той же медали. Однако основная идея, по нашему убеждению, состоит именно в этом: аннигиляция – это физический процесс, который порождает нелокальное

обновление Вселенной. Аннигиляция и распад фундаментальных частиц и античастиц материи – это две стороны одной медали (соответственно: аллегорически выражаясь, «трагической, либо естественной смерти» частиц и античастиц), смерти, которая всегда представляет собой поглощение вещества мировой материальной средой. Аналогичный дуализм – это локальное и не локальное рождение из мировой среды запутанных пар частиц. Далее предлагается рассмотреть представления о квантовой запутанности и нелокальности. Итак: в основе гипотезы трансмутации элементов материи (ГТЭМ) допущение о локальной и нелокальной запутанности аннигиляций пар *частица – античастица* с их распадами, в актуально бесконечной Вселенной. Каковы же основы ГТЭМ?

ТБС решает проблему барионной асимметрии Метагалактики без нарушения в актуально бесконечной Вселенной барионного числа допущением того, что величина плотности равномерного пространственного распределения нуклонов значительно превышает величину плотности равномерного пространственного распределения антинуклонов. ГТЭМ развивает и обобщает пятый постулат ТБС: рождение (самораспад) нуклона в пределах Метагалактики вызывается одновременным рождением (аннигиляцией) антинуклона за пределами Метагалактики.

Трансмутация – это запутанные взаимопревращения элементов с локальным нарушением и нелокальным сохранением их числа. Трансмутацией не являются локальные квантовые взаимопревращения частиц (то есть как барионов, так и лептонов внутри их собственных семейств). Законы сохранения запрещают гипотетическое взаимопревращение лептонных и барионных чисел. Эти законы требуют актуально безначальной и бесконечной в пространстве и времени Вселенной, а также соблюдения закона сохранения барионного числа (в случае конечной в пространстве Вселенной нарушался бы закон сохранения барионного числа, а в случае конечной во времени Вселенной – нарушался бы закон сохранения энергии). Распад и аннигиляция – это «две стороны одной медали». Если аннигилируют частица и античастица, то одновременно локально (в пределах Метагалактики) рождается пара и не локально (за пределами Метагалактики) распадаются, образно выражаясь, их «хвосты», то есть запутанные с аннигилировавшими – частица и античастица. А еще – одновременно рождается новая не локально запутанная пара. При этом АП запрещает одинаковое равномерное пространственное распределение частиц и античастиц, а также одинаковое равномерное пространственное распределений их аннигиляций и их распадов.

Запутанность: частица и античастица преимущественно запутаны не локально (то есть одна из них находится за пределами Метагалактики) потому, что пространственное распределение их плотности различно [10. С. 87–89]. Нелокальная запутанность – это запутанность частиц и античастиц на бесконечных расстояниях, см. [13. С. 136–139]. Локально родившаяся пара гипотетически же и локально запутана (например, локальная квантовая запутанность спиновых состояний в паре « t – кварк – $\bar{t}$ – антикварк» недавно была достоверно экспериментально подтверждена) [14. С. 1248].

Экспериментальное обнаружение факта запутанности барионов также возможно в случае соответствующего видоизменения известных экспериментов А. Аспе с запутанными фотонами.

Единая модель трансмутации элементов в ГТЭМ согласовывает АП, законы сохранения, квантовую нелокальность и квантовую запутанность. Какова же наиболее вероятная последовательность жизни и смерти элементов вещества с позиций ГТЭМ? С точки зрения ГТЭМ происходит одновременная трансмутация элементов материи: исчезают четыре старых запутанных элемента и возникают четыре новых запутанных элемента, с последующим их распространением в пространстве Вселенной. Рассмотрим этот процесс поэтапно, пронумеровав элементы.

1. В Метагалактике аннигилируют не запутанные между собой частица 1 и античастица 2.

2. Одновременно за пределами Метагалактики распадаются их «хвосты», то есть не локально запутанные с частицей 1 и с античастицей 2 в пары и незапутанные между собой частица 3 и античастица 4.

3. Одновременно в Метагалактике рождается локально запутанная пара 5 + 6 (компенсация аннигиляции).

4. Одновременно за пределами Метагалактики рождается не локально запутанная пара 7 + 8 (компенсация распада «хвостов»).

5. С течением длительного времени реализуется последующий выход запутанной локально: пары 5 + 6; либо частицы 5; либо античастицы 6 – за пределы Метагалактики (то есть локально запутанная пара 5 + 6 с течением времени превращается в не локально запутанную пару).

Каковы достаточно крайне маловероятные события в пределах Метагалактики в соответствии с ГТЭМ?

1. Аннигиляция друг с другом частицы и античастицы запутанной пары (в силу совершенной случайности этого события).

2. Аннигиляция элемента локально запутанной пары (в силу барионной асимметрии Метагалактики).

3. Распад элемента локально запутанной пары (в силу малой плотности пространственного распределения распадов).

Но какова же основная закономерность ГТЭМ? Эта закономерность проявляется в том, что возникновение и исчезновение фундаментальных элементов материи в актуально бесконечных пространстве и времени реализуется локально и не локально. При этом справедливо следующее.

1. Исчезновение как локальная аннигиляция незапутанных между собой частицы и античастицы.

2. Возникновение как локальное рождение запутанной пары частицы и античастицы (компенсация аннигиляции).

3. Исчезновение как распад частицы и античастицы нелокально запутанных с аннигилирующими элементами (то есть распад их «хвостов»).

4. Возникновение как рождение не локально запутанной пары частицы и античастицы (компенсация распада «хвостов»).

Частица и античастица вне их запутанности, то есть вне непосредственной функциональной связи между ними, – это просто множество из двух материальных объектов. Запутанные частица и античастица – это уже идеальная пара, то есть система из двух элементов и связи между ними. Ведь две запутанные между собой микрочастицы представляются через их чистое состояние ($Q = A + B$). Но две не запутанные между собой микрочастицы представляются иначе, то есть через тензорное произведение их волновых функций ($\Psi Q = \Psi A \otimes \Psi B$). А волновые функции, которые можно представить в виде тензорного произведения, называются факторизуемыми и не содержат никаких корреляций (см. [15. С. 99–118]). Законы сохранения требуют глобальной попарной запутанности всего бесконечного множества существующих во Вселенной частиц и античастиц, а вечное обновление мира – это естественный природный процесс. Аннигиляция и гипотетический распад частицы и античастицы с локальным нарушением барионного числа и нелокальным его сохранением рассматривается в ГТЭМ как единый глобальный процесс обновления материи Вселенной. Но каким образом АП согласуется с законами сохранения?

7. Антропный принцип и законы сохранения

1. Принцип Стригина – Годарева-Лозовского гласит: нарушение всякого закона сохранения (включая нарушение барионной симметрии) в конечной системе компенсируется соблюдением этого закона в актуально бесконечной системе. Иная формулировка принципа: законы сохранения в масштабе всей актуально бесконечной Вселенной строго выполняются, и они могут не выполняться (или выполняются приближенно) в масштабе Метагалактики [10. С. 87–89]. В этой связи интересно, что квантовая телепортация энергии, как идея, высказанная в 2008 году М. Hotta (Tohoko University, Япония) совсем недавно получила экспериментальное подтверждение в экспериментах K.I. Keda (Stoni Brook University, США) [16. С. 226].

2. Следствие № 1: сохранение барионного и лептонного чисел в актуально бесконечной Вселенной. В случае конечной Вселенной эти законы сохранения не имеют разумного объяснения и не выполняются.

3. Следствие № 2: сохранение счетного множества цивилизаций и условий их существования. В случае конечной Вселенной возникновение развитой цивилизации на Земле – это совершенно невероятный и случайный процесс. Однако в случае актуально бесконечной Вселенной возникновение и актуальное существование счетного множества цивилизаций – это процесс закономерный.

4. Следствие № 3: сохранение энергии. В случае начальной и конечной во времени Вселенной закон сохранения энергии не выполняется, ведь в этом случае материя и её движение возникают из ничего (?).

5. Обобщение: всеобщая связь явлений, которая согласуется с антропным принципом, обеспечивает запутанность всех без исключения локальных и нелокальных объектов во Вселенной и соблюдение законов сохранения,

включая закон сохранения барионного числа. Далее рассмотрим и разовьем одно из обобщений антропного принципа.

8. Развитие обобщающего АП – универсального космологического принципа Г.М. Идлisa

Часто полагают, что реальное пространство трехмерно, ибо в пространствах более высокой размерности не может быть устойчивых связанных систем, а в двухмерном пространстве не может существовать систем несвязанных. То есть существовать в пространстве ином, нежели трехмерном, было бы проблематично, к тому же в таком странном и необычном мире должна быть иная физика. Не исключено, однако, что реальное пространство именно: $2 + 1$, где сосуществуют два пространственных измерения плюс ортогональное им время, которое однонаправленно и необратимо. Если бы время было обратимо, то мы бы погрузились в абсолютный хаос. Конечная в пространстве Вселенная, как абсолютно изолированная система, стремилась бы к максимальной энтропии, а конечная во времени Вселенная нарушала бы закон сохранения энергии. Если бы вещество во Вселенной было бы, математически выражаясь, всюду плотно, а не нигде не плотно, то опять потребовались бы совсем другие физические законы, в основе которых присутствовала бы гипотетическая, близкая к бесконечной, плотность вещества. Необходимо добавить, что в конечной в пространстве Вселенной нарушались бы закон сохранения барионного числа и закон сохранения числа лептонного. Вот как искусно сводит воедино все вышеприведенные научно-философские доводы первооткрыватель АП – Г.М. Идлис.

«Наряду с этим Антропным Космологическим Принципом (АКП), в силу причинности, как необходимой основы космологии, очевидно, должен выполняться и так называемый Универсальный Космологический Принцип (УКП). А именно: любая количественная характеристика X при переходе от произвольно наблюдаемой части Вселенной ($Ч$) ко всей Вселенной в целом ($В$) или теряет смысл из-за отсутствия соответствующего предела... или остается тождественно неизменной... или принимает одно из двух естественных предельных значений, бесконечное... или, напротив, нулевое... которые принципиально отличаются от произвольных случайных значений, причем для каждой конкретной количественной характеристики X выбор между перечисленными четырьмя возможностями с необходимостью должен быть однозначным» [17. С. 326–328]. Итак, первый случай, описанный в УКП, – это безразмерные универсальные мировые константы, которые конечны, например: скорость света в космическом пространстве, допустим, что относительно изотропного микроволнового фона; гравитационная постоянная; одномерность времени микропроцессов; размерность реального пространства. Второй случай – это общая масса материи и общий объем всей Вселенной в целом, которые актуально бесконечны. Третий случай – это средняя предельная плотность вещества M к пространственному объему V как отношение рассматриваемой массы, которое обращается в нуль для структурно бесконечной

Вселенной. Ведь частицы вещества всегда разделяет среда, а сами они математически представляют собой нигде не плотное множество. И наконец, существует четвертый случай, к которому мы отнесем соотношение антивещества и вещества в Метагалактике и во Вселенной в целом. Это соотношение в Метагалактике приблизительно соответствует $1/1\,000\,000\,000$, однако соотношение антивещества и вещества во Вселенной в целом иное, то есть $1/1$. Таким образом, в четвертом из рассматриваемых нами случаев: соотношение плотности распределения в пространстве вещества и антивещества, а также соотношение множества аннигиляций и множества распадов в Метагалактике представляют собой конечную дробную величину, а во Вселенной в целом – эти соотношения определенно теряют смысл.

Полагают, что в соответствии с АП в гипотетически мыслимом «двухмерном мире» атомы были бы сверхстабильными, то есть электроны невозможно было бы оторвать от ядер, а в мире большего трех числа измерений, атомы были бы сверх нестабильными, то есть электроны не смогли бы устойчиво обращаться вокруг ядер... Но ведь кварки, в соответствии со стандартной моделью элементарных частиц, находящиеся внутри барионов, невозможно оторвать от барионов! На этом основании вполне допустимо предположить, что кварки – это двухмерные материальные объекты, но не трехмерные частицы, то есть они (кварки) гипотетически реализуют нелокальные взаимодействия бариона с нелокальной же материальной средой (внутренней и внешней), а глюоны представляют собой различные виды сильного взаимодействия с участием этой среды. Подобный подход объясняет отсутствие наблюдения свободных кварков, что не относится к экспериментально обнаруженному t -кварку, время жизни которого (на порядок меньше временной шкалы сильного взаимодействия) – не позволяет этой частице стать частью адрона, то есть называться кварком в полном смысле этого слова. Можно предположить и совершенно иное: t -кварк, напротив, двухмерен, с чем и связано краткое время его жизни и невозможность длительно существовать в свободном состоянии. Так или иначе, но то, что допустимо интерпретировать как кварки, было обнаружено экспериментально в 1960-х годах в результате рассеяния высокоэнергетических электронов на протонах. Выяснилось, что импульс в протоне не распределен равномерно, а частями сосредоточен в отдельных степенях свободы. Эти степени свободы называли партонами, которые в первом приближении обладают спином $\frac{1}{2}$ и теми же зарядами, что и кварки.

С учетом обозначенного выше: нелокальная запутанность всех пар частиц и античастиц может быть непротиворечиво описана с привлечением дополнения реального пространства проективной несобственной плоскостью до образования трехмерного проективного пространства, что удовлетворяет принципу двойственности (взаимозаменяемости) «точек», «прямых» и «плоскостей» в проективной геометрии: это убедительно показывает Г.М. Идлис, в модели космологического пространства [17. С. 329–338]. Однако здесь очень важно то, что само по себе трехмерное проективное пространство инвариантно относительно любых проективных преобразований. Именно поэтому нелокальная связь запутанных между собой объектов, возможно,

реализуется не в реальном трехмерном пространстве, но на особого рода математической плоскости, а своеобразными «передатчиками и приемниками нелокальной запутанности», возможно, являются двухмерные кварки.

9. АП и реляционная парадигма: единство бинарного мира

Известный физик-теоретик и большой мыслитель, автор бинарной системы комплексных отношений и реляционной парадигмы в основаниях физики Ю.С. Владимиров пишет: «Метафизический принцип процессуальности содержится в физической интерпретации двух множеств как двух состояний микросистем и отношений между элементами двух множеств как элементов S -матрицы в квантовой теории» [18. С. 20]. То есть: бинарность физических структур – это фундаментальное математическое свойство, позволяющее описать поведение микросистем в их функциональном единстве. Но ведь бинарная система «частица – античастица» не является исключением из этого общего правила. Только связь между состояниями запутанной пары, в полном соответствии с реляционной парадигмой, – это есть первичная сущность по отношению к пространству и времени.

Каким образом, например, множество всех нечетных (четных) чисел может быть эквивалентно целому, то есть множеству всех натуральных чисел? Пронумеруем множество всех частиц нечетными числами; множество всех античастиц четными числами; множество всех пар «частица – античастица» также обозначим четными числами. В результате четные числа будут представлять одновременно два различных множества, а именно: множество пар и множество античастиц, то есть представлять два счетных множества, между которыми существует взаимно однозначное соответствие. Множество всех античастиц мы можем рассматривать как подмножество всех пар «частица – античастица», аналогично тому, как множество всех четных чисел мы можем рассматривать как подмножество всех натуральных чисел.

О чем это говорит? Это говорит о том, что в основаниях математики присутствует следующая холистическая закономерность: целое предшествует частям! Мы должны рассматривать множество натуральных чисел как целое, а только затем расчленять это целое на две части, то есть на подмножество четных и подмножество нечетных чисел, но не наоборот. Ведь невозможно шаг за шагом построить актуально бесконечный натуральный ряд из его отдельных частей или элементов. Аналогично этому: невозможно построить единую систему элементарных частиц, изначально полагая частицы и античастицы абсолютно изолированными друг от друга. Однако, только рассматривая вещество и антивещество как единое целое, физикам удалось создать стандартную модель элементарных частиц. Ведь совершенно бессмысленно и невозможно рассматривать, например, кварк в отрыве от нуклона и глюона. Определенно то, что гипотеза абсолютно изолированной «первочастицы», из которой затем последовательно строится материя, не могла стать плодотворной идеей, так же как бесплодна и беспомощна «конструктивная математика» в её попытках познавать и объяснять актуальную бесконечность. В.

Гейзенберг утверждал: «...тому, кто действительно понял квантовую теорию, никогда не придет в голову говорить здесь о дуализме. Он будет воспринимать эту теорию как единое целое...» [19. С. 190]. Великий Гейзенберг прав: единым целым является мир, который нас окружает, единой целой должна быть и картина этого мира, которая создается нашим сознанием. А антропный принцип – это неотъемлемый компонент современной картины мира.

Литература

1. Павленко А. Н. Антропный принцип: истоки и следствия в европейской научной рациональности // Философско-религиозные истоки науки. Москва, 1997. URL: <https://iphras.ru/page49927401.htm> (дата обращения: 16.10.2024).
2. Циолковский К. Э. Этика и естественные основы нравственности // 1902–1903. Архив АН СССР. Ф. 555. Оп. 1. Ед. хран. 372. Л. 93.
3. Зельманов А. Л. Некоторые философские аспекты современной космологии и смежных проблем физики // Дialeктика и современное естествознание. Москва, 1970. С. 395–400.
4. Идлис Г. М. Основные черты наблюдаемой астрономической Вселенной как характерные свойства обитаемой космической системы // Известия Астрофизического ин-та Казахской ССР. 1958. Т. 7. С. 40–53.
5. Картер Б. Совпадение Больших Чисел и антропологический принцип в космологии // Космология, теория, наблюдения. Москва, 1978.
6. Казютинский В. В., Балашов Ю. В. Антропный принцип. История и современность // Природа. 1989. № 1. URL: <http://dec1.sinp.msu.ru/~panov/Kaz/Kazyutinski1989.pdf>
7. Wheeler J.A. Genesis and Observership // Foundational Problems in the Special Sciences. Dordrecht, 1977. P. 27.
8. Розенталь И.Л. Семь чисел, определяющих структуру Вселенной // (АН СССР, Институт космических исследований). Москва : ИКИ, 1982.
9. Хэтчер У. Минимализм / пер. с англ. Международный образовательный проект Аксиос. Санкт-Петербург, 2003.
10. Годарев-Лозовский М. Г. Сознание, системный эффект и запутанность в теории барионной симметрии // Всемирный конгресс «Теория систем, алгебраическая биология, искусственный интеллект: математические основы и приложения». Форум «Сознание: от постановки проблем к математическим моделям». Межд. конференция : тезисы докладов. Москва : Биомашсистемы. Т. 8, № 3, июль – сентябрь, 2024.
11. Катамадзе К. Г. Играет ли Бог в Кости? Что такое квантовая запутанность? URL: https://naukatv.ru/articles/kvantovaya_zaputannost (дата обращения: 16.10.2024).
12. Федоров А. К., Киктенко Е. О., Хабарова К. Ю., Колачевский Н. Н. Запутанность, телепортация и случайность: Нобелевская премия по физике 2022 года // УФН. 2023. Т. 193. № 11. С. 1162–1172.
13. Ефремов А. П. Гипотеза квантовой запутанности и теория фрактального пространства // Основания фундаментальной физики и математики : материалы VI Российской конференции. Москва, РУДН, 9–10 декабря 2022. Москва : РУДН, 2022. С. 136–139.
14. Ерошенко Ю. Н. Квантовая запутанность t -кварков. Новости физики в сети Internet (по материалам электронных препринтов) // УФН. 2023. Т. 193, № 11. С. 1248. URL: <https://ufn.ru/ru/news/2023/11/>
15. Эрекаев В. Д. Запутанные состояния (обзор). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zaputannye-sostoyaniya-obzor?ysclid=ly9vubw861273897805> (дата обращения: 16.10.2024).
16. Ерошенко Ю. Н. Квантовая телепортация энергии? Новости физики в сети Internet (по материалам электронных препринтов) // УФН. 2023. Т. 193, № 2. С. 226.
17. Идлис Г. М. Онтология естествознания и антропный космологический принцип в свете антропософии // ИИФМ. 2007. Москва : Наука, 2008. С. 314–352.

18. *Владимиров Ю. С.* Метафизическое триединство физики, математики и философии // Метафизика. 2023. № 2 (48). С. 8–22.
19. *Гейзенберг В.* Часть и целое. Москва : УРСС, 2004.
20. *Циолковский К. Э.* Простые мысли о вечности, материи и чувстве 1933. Архив АН СССР. Ф. 555. Оп. 1. Ед. хр. 495. Л. 13.

ANTHROPIC PRINCIPLE: PHYSICS AND METAPHYSICS

M.G. Godarev-Lozovsky

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

Abstract. The article examines the history of the emergence of the anthropic principle in science and philosophy, its formulations and interpretations, the reason for the implementation of this principle in the Universe. It is shown how the anthropic principle is consistent with the theory of baryon symmetry, which is based on the assumption of a uniform but different density of spatial distribution of matter and antimatter in an actually infinite Universe. With the help of the proposed hypothesis of transmutation of matter elements, the anthropic principle is consistent with conservation laws, quantum entanglement and quantum non-locality. The cosmological ideas of G.M. Idlis are developed and generalized, and the anthropic principle is consistent with the foundations of mathematics and the relational paradigm of Yu. S. Vladimirov.

Keywords: quantum entanglement and nonlocality, conservation laws, baryon symmetry, transmutation of elements

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

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ МАТЕМАТИКИ И ФИЛОСОФИЯ

DOI: 10.22363/2224-7580-2025-2-63-75

EDN: OJBHEC

МАТЕМАТИКА КАК СИМВОЛИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ИДЕИ

В.П. Казарян

Философский факультет

Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

Российская Федерация, 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы,

Учебный корпус «Шуваловский»

Разум обладает способностью создавать символы... Его могущество ограничено лишь необходимостью избегать всякого противоречия; однако разум пользуется своей силой исключительно в том случае, когда опыт доставляет ему для этого основания.

А. Пуанкаре

Аннотация. Единство физики и математики в фундаментальном физическом исследовании наблюдается во всей истории науки. Изменяются формы единства, которые зависят и от характера научных проблем, и от господствующей философии физики и философии математики. То математика и физика сливаются в самом смысле физического термина, то их отношение имеет форму эффективной коммуникации физического и математического. При этом физическая идея обеспечивает смысл и цель релевантному математическому формализму. А тот разворачивает физическую идею вширь, проявляя эвристические потенции. В случае прикладных исследований сложных проблем математик уподобляется физику: он следит за смыслом символов, за той реальностью, которая стоит за символом. В условиях Big Dates понимание смысла предметного поля особенно необходимо для успеха.

Ключевые слова: число, величина, эмпиризм, смысл, символ, формализм, физическая идея

Ю.С. Владимиров выделил два варианта ответа физиков на вопрос о соотношении фундаментальной физики и математики [3. С. 219–220]. В первом случае физики-теоретики убеждены, что математика превыше всего и «что,

развивая ту или иную математическую конструкцию (теорию), из нее можно получить объяснение многих физических проблем...». Во втором, противоположном случае для физика-теоретика «математика является лишь инструментом для решения конкретных проблем, причем именно физическая проблема диктует выбор того или иного математического аппарата».

Есть что-то неясное во взаимоотношении физики и математики в практике современной науки. Для того чтобы понять настоящее, полезно обратиться к прошлому, к истории. Физика и математика: почему они не разделимы.

1. Идея единства физики и математики исходит из Платоновского сотворения телесного мира демиургом по образцу идеального мира эйдосов. В концепции идеального мира присутствует и число. Тварный (телесный) мир (природа) содержит число. Этот мир не является совершенным, поскольку демиург использует в процессе творения материю и пространство, являвшиеся источником ошибок.

2. Аристотель, который учил, что вещь (тело, предмет) есть единство материи и формы, еще теснее связал математическое понятие (форму) с природой (содержанием, материей) и соответственно с физикой природы. Математика трактуется как очень абстрактная физика. Математическое знание есть не что иное, как высоко абстрактное физическое знание. Физик, изучая природу, создает физические понятия, и на определенной более высокой ступени познания он осмысливает в математическом формате. Они вместе позволяют получить истину. Природа содержит и физические и математические аспекты в единстве. Математика еще не отделяется от физики ни в онтологическом, ни в гносеологическом смысле.

3. Эвклид. Геометрия описывает природное, то есть физическое пространство. Таким образом, понятие физического пространства совпадает с понятием математического евклидова пространства. Физические события совершаются в этом физико-математическом пространстве. Физическое знание конструируется в единстве с геометрическим знанием. Физика и геометрия неразделимы.

4. А число? Число входит в физику через процедуру измерения. Оно входит не само по себе со своими интересными теоретико-числовыми свойствами. Число входит как средство для измерения количества какой-либо физической величины. Математика понимается как величина, в отличие от теоретико-числовых свойств чисел. Об этом, в частности, пишет Г. Вейль в 1954 г. в статье «О символизме математики и математической физики»: «Числа и математические символы составляют не только строительный материал, из которого подлинная теоретическая наука о природе стремится воздвигнуть свое здание; ...наряду с этим на протяжении всей истории человеческого духа существовала МАГИЯ ЧИСЕЛ, которая делает число символом земной и божественной действительности в совершенно ином смысле... Но и при самой рафинированной разработке ТЕОРЕТИКО-ЧИСЛОВЫЕ свойства, которые приписываются числам в качестве источников их магической силы, всегда остаются ПРОСТЫМИ (математик сказал бы – слишком

простыми). ...Платон перенял большую часть пифагорейской числовой мудрости, но число жителей идеального города, которое он положил равным $5040=7!$, а также очень нежно описанное число, выражающее возраст зрелости в „Государстве“, является, как кажется, его собственным нумерологическим изобретением. Я хотел бы только указать на одну черту, которая кажется характерной для этого способа мышления: то, что имеет значение в магии чисел, это их ТЕОРЕТИКО-ЧИСЛОВЫЕ свойства; то, что имеет значение в естествознании, – их свойства в качестве ВЕЛИЧИН. С точки зрения величины нет особой разницы, будет ли число жителей города 5040 или 5039; с точки зрения теории чисел между ними расстояние, как от земли до неба; например, число $5040 = 2^4 \times 3 \times 5 \times 7$ имеет много частей, тогда как 5039 – простое число.

Если в идеальном платоновском городе ночью умрет один житель и число жителей уменьшится до 5039, то весь город сразу придет в полный упадок. Пожалуй, одно из самых фундаментальных обстоятельств, которому Лейбниц пытался найти выражение в своем принципе непрерывности, состоит в том, что числа входят в объяснение природы благодаря тому, что они имеют характер величин, а не благодаря своим теоретико-числовым свойствам...» [1. С. 67–68].

Число входит как средство для измерения количества какой-либо физической величины. Математика понимается как величина.

5. В XVII–XIX веках, времени расцвета естественных наук в лице физики, необходимым компонентом науки признавалось получение научного эмпирического факта. Эта процедура требовала измерения физических величин: массы, энергии, скорости, длины, длительности, плотности и т. д.

Это было время эмпирической трактовки математики: математика есть величина. Математика выражает количественную сторону природы. Теория величин рисует реалистическую разумную картину элементарной математики с ее акцентом на счет, измерение, вычисление с получением чисел. Реалистическая теория величин затем умерла («от истощения»). Одну из ее версий защищал Джон Стюарт Милль в работе «Система логики».

От Аристотеля идет эмпиризм в философии математики. Так называемый традиционный эмпиризм. Базовый тезис его следующий: математические понятия не существуют в отрыве от физических объектов, из которых они были получены посредством абстрагирования. Именно акт абстрагирования участвует в создании чисел и фигур. В XIX веке основным разработчиком системы эмпиризма был Дж.С. Милль. Последователи эмпиризма считают, что из того, что математик, используя в своих рассуждениях символы, не думает о тех вещах, которые эти знаки обозначают, не следует вывод о том, что утверждения математики не касаются самих вещей. Наоборот, отсутствие каких-либо идей о тех или иных конкретных вещах в сознании математика при оперировании символами, по мнению Дж.С. Милля, свидетельствует о справедливости математических истин относительно вещей: «Утверждения математики – это утверждения не о символах, а о всех вещах, которые этот символ обозначает» [12].

Основанием нашей веры в то что, например, $2 + 1 = 3$ является личностный опыт каждого отдельного индивида. Это равенство является вербальным выражением эмпирического факта, который мы постоянно встречаем в своем непосредственном опыте. Эта истина постоянно подтверждается человеческой практикой. Её результаты находят свое обобщение в алгебре, буквенные символы которой выражают числа. То же самое, утверждает Милль, происходит и в геометрии: «Всякая теорема геометрии есть закон внешней природы и может быть установлена путем обобщения наблюдений и опытов».

Итак, математика есть количество, математика есть величина.

Другими словами, в этот период развития науки физика и математика еще теснее сблизилась. Величины, измеряемые в опыте, позволяли вводить математику в теорию соответствующей предметной области. Таким образом, теория стала включать в себя измеряемые величины. Разворачивается процесс математизации теоретического знания. На базе эмпирической трактовки математики не только эмпирический уровень физического познания, но и теоретический уровень пронизаны математикой. В сообществе физиков складывается когнитивная установка: понятие физической теории считается имеющим смысл только в том случае, если оно измеряемо (принцип корреспонденции понятия и эмпирического факта) – так называемый принцип наблюдаемости в методологии физики. Что касается статуса математики, математики как величины, он достаточно низок и в культуре, и в науке. Уайтхед обращает внимание на то, что в девятнадцатом веке «романтическое движение в литературе и идеалистическое направление в философии не были продуктами математического ума. И даже в науке развитие геологии, зоологии и биологических наук вообще было во всех своих перипетиях совершенно лишено всякой связи с математикой. Главным событием века явилась дарвиновская теория эволюции. Поэтому по отношению к магистральному пути развития научного мышления математика оставалась на втором плане... В течение всего XIX века влияние математики ограничивалось воздействием на динамику и физику, а при их посредстве – на химию и инженерное дело. Трудно переоценить ее косвенное воздействие с помощью этих наук на человеческую жизнь. Но прямого влияния на магистральное направление мышления данной эпохи математика не оказывала» [7]. По выражению Рассела, к концу XIX века значимость кафедр математики в университетах падает до значимости кафедр арабского языка.

6. Но расцвет единения теоретической физики и математики сменился его увяданием. Эмпиристская трактовка математики со второй половины XIX века получила сокрушительный удар как от самой математики, так и от философии математики. А. Пуанкаре обсуждал вопрос: не влечет ли наличие несколько принципиально разных геометрий истинности одной из них и ложности других? Можно ли провести такой опыт, который позволил бы установить истину? Ответ Пуанкаре: такой опыт невозможен в силу того, что всякая геометрия оперирует идеальными понятиями, такими как прямая, точка, плоскость. Их свойства заимствованы из физической реальности твердых тел (в метрической геометрии) или лучей света (в проективной геометрии) и т.п.

Но там они не являются идеальными, а доступны с некоторой точностью измерения. Кроме того, любой опыт возможен только над конечным количеством тел, и его результат будет зависеть от взаимного локального расположения. А не от всего пространства. А аксиомы геометрии описывают именно пространство... «...геометрические аксиомы не являются ни синтетическими априорными суждениями, ни опытными фактами. Они суть условные положения (соглашения): при выборе между всеми возможными соглашениями мы руководствуемся опытными фактами, но самый выбор остается свободным и ограничен лишь необходимостью избегать всякого противоречия» [6].

Что же произошло?

А. Подверглась сомнению идея о том, что геометрия Эвклида описывает физическое пространство природы. Идея, которая господствовала в культуре многие века, была разрушена с созданием неевклидовых геометрий. Формируется идея, что математика не изучает природу – она изучает сконструированные ею математические объекты. Где и как они существуют – это большой вопрос для философии математики.

Б. Возникла неясность в эмпиристской трактовке числа: в математике появилось много видов чисел, которым нельзя дать эмпирической интерпретации. Это не только нуль и отрицательные числа в добавлении к действительным рациональным числам, но и комплексные числа, трансфинитные, и т.д.

В. Вспомнили идею Платона о том, что счет предполагает неэмпирическую идею тождества.

Г. Г. Фреге резко эмоционально выступил против эмпиризма [8]. Вот его выпад против эмпиризма в философии математики: эмпирическая арифметика – это арифметика камешков и пряников. Эмпирическая геометрия – это геометрия чертежей и картонных фигур. Имея в виду индуктивизм Милля, Фреге назвал такую математику «математикой имбирной коврижки и булыжника».

Д. Привлек внимание Кант, который развивал идею, что наука делается в присутствии опыта, но не выводится логически из опыта.

Е. В философии математики назревают идеи априоризма и формализма.

7. Назревает раскол между нормами физического исследования и философским истолкованием математики. В контексте раскола происходит изменение структуры физической науки. Появляются дифференцированные профессии внутри науки: профессии теоретика и экспериментатора. Первым теоретиком в истории науки является М. Планк с 1900 года. Он никогда не занимался экспериментированием и при этом внес незабываемый вклад в развитие физики. Ему принадлежит идея квантования энергии, которая приобретет физический смысл в работах А. Эйнштейна в 1905 году по объяснению явления фотоэффекта.

8. Если в физическом эксперименте математика по-прежнему выступает как инструмент для получения количественных величин, для измерения, то физик-теоретик получил возможность обратить свой взор на математические теории, разработанные к этому времени. А. Пуанкаре, освещая вопрос о

чистой и прикладной математике, привел образ: чистый математик создает теорию и складывает ее на полку на складе. А прикладной математик приходит на склад и выбирает подходящую для его целей математическую теорию. Симбиоз физических идей и этих математических теорий привел к прекрасным результатам. Примером могут служить математическое представление СТО Минковским, n -мерные гильбертовы пространства в ОТО, матричный вариант квантовой механики Гайзенберга. «О важности поиска (подбора) адекватного математического аппарата свидетельствует история становления новых физических теорий в прошлом. Следует напомнить, что для создания Эйнштейном общей теории относительности чрезвычайно важно оказалась помощь математика Марселя Гроссмана в применении аппарата римановой дифференциальной геометрии. Для построения квантовой теории на первых этапах оказался необходимым аппарат теории собственных значений и собственных функций дифференциальных уравнений, а на последующих этапах – методы гильбертовых пространств и обобщенных функций. В настоящий момент физики-теоретики настойчиво ищут подходящий математический аппарат для решения назревших физических проблем» [3. С. 228].

9. Развитие физики с начала XX века, неклассической физики, продемонстрировало новое невиданное прежде в физическом мире явление – отсутствие жесткой связи между теорией и эмпирическими фактами. Оказалось, что на одном и том же эмпирическом базисе можно построить различные конкурирующие теории, одна из которых будет принята в дальнейшем научным сообществом. Примером может служить процесс становления и принятия специальной теории относительности. (Это показал М. Планк, в частности [5].) Взаимоотношение эмпирии и теории усложнилось. Для философии науки стало очевидно, что не существует чистого факта, что факт теоретически нагружен. Теоретик не отказывается от своей теории, если факт не укладывается в эту теорию (принцип упорства, по Пирсу). Опыт не может доказать теорию. И проч. Согласно холистической концепции Куайна, теория и эксперимент представляют собой единое целое.

10. Освободившись от ярма эмпирии, теоретическая фантазия обнаружила возможность выражать физические идеи посредством языка релевантных математических теорий. Физический смысл и математические символы соединились в физическом термине. Казалось бы, что ситуация не нова – так было и в классической физике XVII–XIX веков. Но математика оказалась не только изначально органически входящей в физический термин. Теперь, как принято говорить, математика идет впереди физики. Математика может давать такие решения, физический смысл которых не известен. Физический смысл нужно было задать, определить или теоретически, или эмпирически. Обычно в физическом сообществе считалось под влиянием позитивистских установок, что термин является физическим, если он имеет эмпирическую интерпретацию (принцип наблюдаемости в физике). Но не каждый термин теории, как оказалось, имеет непосредственную эмпирическую интерпретацию (пример кварков). Пришлось вводить понятие косвенного наблюдения. Кроме того, практика показала, что придание физического смысла некоторому

математическому символу может происходить без обращения к прямой или косвенной эмпирической интерпретации. В этом случае физический смысл задается на базе физической картины мира, когда достигается органическое единство нового физического термина и существующей картины физической реальности (пример открытия Дираком позитрона). Получив физический смысл, математический символ, ставший физическим термином, расширяет познавательные возможности физической теории. Как подчеркивал А. Пуанкаре, физическая теория не есть математика, в ней присутствует физическая идея. Физическая теория есть физическая идея плюс математика [6].

11. Теоретико-познавательная ситуация, имеющая место в теоретической физике, специфична по отношению к прежней физике по крайней мере двумя обстоятельствами: первое – отсутствие жесткой привязки теории к конкретным эмпирическим фактам; второе – наличие связи физической идеи и конкретного математического формализма.

Сложившаяся ситуация в теоретической физике позволила профессору Ю.С. Владимирову выделить три парадигмы в физических исследованиях. Это теоретико-полевая парадигма, геометрическая парадигма, реляционная парадигма. Рассмотрим три парадигмы, с точки зрения характера взаимоотношения в них физики и математики. При этом оставим в стороне деятельность физиков-экспериментаторов и математиков-вычислителей. Физические идеи выражены в названии парадигмы: теоретико-полевая; геометрическая; реляционная. Очевидно, что физические идеи и соответствующие им парадигмы различаются и ни одна не сводима к какой-либо другой. Каждая опирается на свой математический аппарат. Мы имеем, используя идею А. Пуанкаре, три варианта развития теоретической физики: $\Phi 1 + M1$; $\Phi 2 + M2$; $\Phi 3 + M3$. Для нас важно отметить, что в теориях этих трех парадигм «используется различный математический аппарат, по-разному представляется сущность многих привычных понятий и суть главных проблем. В частности, по-разному выглядит взаимоотношение электромагнитных и гравитационных взаимодействий. Если в теоретико-полевой парадигме они выступают на равной ноге, то в геометрической парадигме электромагнетизм возникает как некое обобщение теории гравитации (в виде смешанных компонент 5-мерного метрического тензора в теории Калуцы), а в реляционной парадигме гравитацию можно рассматривать как своеобразную «квадратичность электромагнетизма». Само пространство-время в теоретико-полевом подходе играет роль фона для физических явлений, в геометрическом подходе пытаются через него описать всю физику, а в реляционной парадигме оно выступает как система отношений между физическими событиями. Три названные дуалистические парадигмы следует трактовать как три видения одной и той же реальности под взаимно ортогональными углами зрения» [3. С. 226–227]. Ю.С. Владимиров предлагает рассмотреть взаимоотношение физики и математики с позиций принципа триединства. Красивый подход. При этом встает естественным образом вопрос о природе принципа триединства (тринитарности).

12. Обратимся к истории математики в контексте проблемы взаимоотношения физики и математики. Современная математика во многом эмансипировалась от физики и от естествознания в целом. Но в ее истоках хорошо видно влияние «физической (природной)» картины мира и здравого смысла повседневности. Это влияние во многом объясняет выбор фундаментальных понятий математики и принципов, которые лежат в основе математического описания реальных объектов (математического моделирования). А. Пуанкаре обратил внимание ученых на тот факт, что понятия евклидовой геометрии, исходные понятия математики, например прямая линия, являются абстракцией от твердых тел макромира.

В геометрии Евклида, как она была представлена автором, ученые обнаружили, что многие утверждения включают нестрогие понятия, опирающиеся не на логику, а на повседневный опыт, на веру, на убеждения, сложившиеся в повседневности – в практической жизни людей, взаимодействующих с природой и друг с другом в рациональной культуре Древней Греции.

Для развития геометрии чисто логическим путем оказалось недостаточно постулатов и аксиом. В доказательствах Евклид прибегает и к наглядным представлениям. Многие из определений являются, вообще говоря, наглядным описанием геометрических образов. Из определения такого рода строго логически вывести следствия нельзя. Оно может лишь служить некоторым указанием, ориентиром для наглядного представления при получении последующих выводов.

Формулировки и доказательства, даваемые Евклидом, высшие достижения античной строгости, оказались недостаточными в современной математике. Евклида критикуют за недостаточную логическую строгость. Так, его критикуют за отсутствие в его системе аксиомы о том, что всякая прямая, проходящая через точку внутри треугольника, должна где-то пересечь треугольник. Или, оказалось, что Евклид не уточнял понятие «между», а считал его само собой разумеющимся. Современный же геометр ссылался бы на соответствующие аксиомы.

Евклид в ряде случаев рассуждал на основании здравого смысла. Это не приводило его к противоречиям. Те логические проблемы, которые были обнаружены спустя две тысячи лет, были несущественны для построения античной геометрии. В XVIII веке математику еще не приходило в голову, что можно требовать доказательства такого утверждения, как: замкнутая линия разбивает плоскость на две части. Он обходился вполне без современных уточнений понятий линии, поверхности. Для решения ставившихся тогда задач достаточно было наглядного представления об этих понятиях. Эйлер определял функцию как «кривую, свободно проведенную от руки». Такое определение, достаточное для своего времени, стало приводить математиков в замешательство своей, с точки зрения нового состояния математики, неопределенностью.

Вспомним учение древних греков о гармонии, которое лежало в основе учения о прекрасном. Как подчеркнул Уайтхед, в отношении гармонии грекам принадлежит открытие, ставшее вехой в истории человеческого

мышления [7]. Греки обнаружили, что в различных образцах прекрасных сооружений воплощены точные математические соотношения, существующие в геометрии и в числовых пропорциях. Было обнаружено, например, что высота звука, издаваемого натянутой струной, зависит от длины струны. А красивые сочетания звуков соответствуют некоторым простым законам пропорциональности длин звучащих струн. Греки обнаружили также зависимость красоты архитектурного сооружения от соблюдения определенных пропорций его частей.

Установление зависимости качественных особенностей окружающего мира от математических соотношений было грандиозным открытием. Принцип гармонии приобрел математические очертания. Принцип гармонии выражает единство математики и предметов жизненного мира.

Отметить также, что не случайно природу геометрии связывали с этимологией слова и в итоге с измерением участков земли, то есть с повседневной практикой. Правда, появилась идея, что истоки геометрии заключаются не в землемерии, а в строительном деле: строительство неусеченных пирамид в Египте и теоретическое осмысление этого процесса мудрецами-греками в условиях отсутствия практической деятельности в греческой культуре.

История возникновения геометрии, кажется, свидетельствует об изначальном единении математического знания со знанием о предметном мире.

13. Математика как культурное явление представляет собой достаточно самостоятельное образование, конституируемое характерными для нее ценностями и нормами деятельности. Вместе с тем она не изолирована от других областей культуры, созданных человечеством на протяжении истории, таких как естественные и общественные науки, литература и искусство, философия, повседневные жизненные дела, практические потребности общества. «Мы не знаем науки, – говорил В.И. Вернадский, – вне одновременного существования других сфер человеческой деятельности» [2. С. 51]. С тех пор, как возникла математическая деятельность, многие формы духовной деятельности человека не были индифферентны к математике. «Математики не ку-клукс-клан с неким тайным ритуалом мышления – писал Г. Вейль. – ...подобно самой истине и опыту, мышление по своему характеру есть нечто довольно однородное и универсальное. Влекомое глубочайшим внутренним светом, оно не сводится к набору механически применяемых правил и не может быть разделено водонепроницаемыми перегородками на такие отсеки, как мышление историческое, философское, математическое и другое. Хотя, конечно, существуют некоторые специфические особенности, так, например, заметно различаются процедуры установления фактов в зале суда и в физической лаборатории» [1. С. 6].

С возникновением современного естествознания связь математики с социумом, с человеческой практикой начинает осуществляться опосредованно, то есть через другие науки, эмпирические и технические, а также через институт образования. В имеющих место при этом процессах дифференциации наук математика занимает особое место, поскольку она не только развивается имманентно, т.е. в соответствии со своей внутренней логикой, но и

используется в других науках. При этом сама дисциплинарная организация естествознания, науки предполагает применение математики для измерений, вычислений и выработки законов и моделей. Эту проявившуюся мощь и эффективность математики в развитии естественных наук (и язык, и эвристика...) современники интерпретируют как чудо, непостижимое разумом.

14. Проблема соотношения материального и идеального миров до сих пор остается одним из центральных вопросов философии. Особый интерес он приобретает при исследовании онтологического статуса математики и отношения математики к физической реальности и к физике. Истоки проблемы прослеживаются от Платона. Он помещал математические объекты в мир идей (эйдосов) как вечные неизменные совершенные сущности и считал их независимыми от человеческого познания. Математические объекты в виде слабых копий-теней воплощались в мире мнения – чувственном мире повседневности (можно отметить: и в физическом мире-природе). Как конкретно были связаны или не связаны в природе математика и физика – этот вопрос не поднимался. Аристотель разработал альтернативную концепцию, что форма не отделима от материи, и в единстве они дают тело (предмет). Если формой выступает математика, то математический и физический объект неразделимы, едины.

Альтернативность позиций великих мыслителей положила начало многовековой дискуссии о природе взаимоотношения физики и математики в онтологическом и гносеологическом аспектах. Важнейшей компонентой дискуссии является вопрос о природе математических объектов. К настоящему времени предложено несколько вариантов трактовки природы математических объектов: математический платонизм и его критика, современный математический платонизм Р. Пенроуза, номинализм, натурализованная эпистемология У. Куайна, структурализм, натурализованный платонизм П. Мэдди и др.

В науке много случаев, когда один и тот же математический формализм может применяться для решения различных по содержанию проблем. Одно и то же уравнение описывает и биологический и физический процесс. Известные примеры. Эта ситуация способствовала тому, чтобы многим ученым понравилась формалистская трактовка математики. Видимо, нет жесткой связи между математикой и предметной областью.

15. Современные дискуссии о природе математических объектов обогатились идеями из области когнитивной науки и нейробиологии [9; 10]. Традиционному платонистскому представлению противопоставляется телесно-ориентированный подход. Работы Дж. Лакоффа и Р. Нуньеса показывают, что математические концепции могут быть укоренены в телесном опыте человека [11]. Эта теория показывает, что сами способы математического мышления неразрывно связаны с особенностями человеческого восприятия и телесной организации. Такой подход показывает, как абстрактные математические структуры могут возникать из базового сенсомоторного опыта через механизмы концептуальной метафоры и образных схем. Сохраняется объективный характер математического знания, но математическое знание

рассматривается как укорененное в человеческой телесности и когнитивной архитектуре.

Современные нейробиологические исследования математического мышления расширило понимание природы математического мышления. Одним из ключевых открытий стало обнаружение эволюционных корней математических способностей. Так, базовое чувство числа не является исключительно культурным приобретением. Оно представляет фундаментальную когнитивную способность, общую для многих видов животных. Исследования также выявили специализированные нейронные сети в теменной коре, активизирующиеся при работе с числами и математическими операциями. Для нашей статьи особый интерес представляет факт обнаружения так называемой «математической сети» мозга, которая включает в себя внутритеменную борозду и префронтальную кору. Важным открытием является обнаружение связи между математическим мышлением и пространственным восприятием на нейронном уровне. Исследования показали, что области мозга, отвечающие за обработку математической информации, частично перекрываются с зонами, участвующими в восприятии физических объектов и пространственных отношений.

Обнаружение специализации нейронных сетей для обработки математической информации и их связь с системами восприятия физического мира может указывать на то, что математические структуры не являются произвольными конструкциями, а отражают фундаментальные способы организации информации человеческим мозгом. Математические способности и чувство числа имеют глубокие эволюционные корни и развились как адаптация к решению практических задач, таких как оценка количества объектов, пространственная навигация, планирование действий.

Особенно значимым является факт, что одни и те же области мозга активируются при работе с абстрактными математическими концепциями и при восприятии конкретных физических явлений. Это может служить нейробиологическим обоснованием непостижимой эффективности математики в естественных науках. Если математические структуры возникают как отражение фундаментальных принципов работы мозга, сформировавшихся в ходе эволюции для эффективного взаимодействия с физическим миром, то не удивительно, что они оказываются столь успешными в описании законов природы.

Если математические структуры укоренены в самой архитектуре человеческого мозга, сформировавшейся в ходе биологической эволюции, то это ставит под сомнение платонистский взгляд на математику как царство вечных идеальных сущностей, независимых от физического мира и человеческого сознания.

16. Если выйти за пределы фундаментальной физики в область современных прикладных исследований сложных систем, в условиях Big Data, то увидим, что проблема решается иначе – используются численные методы, дискретная математика. Другой предмет, другая физическая идея, другой математический аппарат...

Новые задачи – задачи с неопределенностями. Совершенствуются математические методы, и они сопровождают проблему. Как писал В.В. Налимов, «моделирование – это отнюдь не абстрактная деятельность» [4]. На место закона пришла математическая модель, говоря словами В.В. Налимова. В том числе и в физике. При этом математическая модель строится на базе физической идеи, которая задает цель и смысл математическому моделированию. Физик задает проблему-идею, вычислитель-математик излагает ее в виде алгоритма, использует численные методы, решает задачу на компьютере. Физик и математик опять вместе, но не в форме органического единства, а в форме эффективной коммуникации. Полученное знание в форме математической модели является конкретным благодаря своему слиянию с жизненными реалиями – в данном случае с физическими реалиями вкупе с экономико-техническими. Математическую модель в этом случае разумнее было бы называть физической моделью, построенной с помощью современных вычислительных методов. Новая форма взаимодействия физики и математики в новой предметной области активно развивается.

17. Итак, имеем: исторически изменчивое взаимоотношение физики и математики в физических исследованиях. Когда появляется новый инструмент – компьютер и суперкомпьютер, физика обогащается качественно новыми проблемами – нелинейные процессы, обилие неопределенностей. Физик-теоретик и математик – вычислитель решают одну и ту же проблему. Развиваются численные методы: физик и математик едины. Формируются профессии двух видов математиков в физике: математики-теоретики и математики-вычислители. Их функции разные. Первые участвуют в выдвижении теории. Вторые имеют инструментальную функцию решателей.

Часто говорят, что математика является языком физики, но смысл символа задан физикой, а не математикой, хотя синтаксис подчиняется математике. Коротко: в физическом исследовании: смысл идет от физики, а синтаксис – от математики.

Литература

1. Вейль Г. Математическое мышление. Москва, 1989.
2. Вернадский В. И. Избранные труды по истории науки. Москва, 1981.
3. Владимиров Ю. С. Физика, метафизика и математика // Метафизика. Век XXI. Москва : БИНОМ, Лаборатория знаний, 2011. С. 219–220.
4. Налимов В. В. Логические основания прикладной математики. Москва : Изд-во МГУ, 1971.
5. Планк М. Единство физической картины мира. Москва : Наука, 1966.
6. Пуанкаре А. О науке. Москва : Наука, Гл. ред. Физ.-мат. лит., 1990.
7. Уайтхед А. Избранные работы по философии. Москва, 1990.
8. Фреге Г. Основоположения арифметики. Томск: Водолей, 2000.
9. Dehaene S. The number sense: How the mind creates mathematics. Oxford University Press, 2011.
10. Dehaene S. Precis of the number sense // Mind language. 2001. Vol. 16, no. 1. P. 16–36.

11. Lakoff G., Nunez R. Where Mathematics Comes From: How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being. Basic Books, 2000.
12. Милль Дж.С. Система логики. 1842.

MATHEMATICS AS A SYMBOLIC REPRESENTATION AND REALIZATION OF A PHYSICAL IDEA

V.P. Kazaryan

*Faculty of Philosophy of Lomonosov Moscow State University
Educational and scientific building "Shuvalovsky", Leninskie Gory,
Moscow, 119991, Russian Federation*

Abstract. The unity of physics and mathematics in fundamental physical research is observed throughout the history of science. The forms of unity change, depending on the nature of scientific problems and on the prevailing philosophy of physics and the philosophy of mathematics. Sometimes mathematics and physics merge in the very sense of the physical term, sometimes their relationship takes the form of effective communication between the physical and mathematical. In this case, the physical idea provides meaning and purpose to the relevant mathematical formalism. And the latter expands the physical idea in breadth, demonstrating heuristic potential. In the case of applied research of complex problems, a mathematician is like a physicist: he follows the meaning of symbols, the reality that stands behind the symbol. In the conditions of Big Dates, understanding the meaning of the subject field is especially necessary for success.

Keywords: number, quantity, empiricism, meaning, symbol, formalism, physical idea

«НЕСТАНДАРТНЫЙ» ФОРМАЛИЗМ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ III: КВАНТОВЫЙ КОНТИНУУМ, ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ЦЕПОЧКА ЧИСЕЛ

С.А. Векшенов

Российская академия образования

Российская Федерация, 119121, Москва, ул. Погодинская, д. 8

Аннотация. Квантовый континуум является расширением «множества» вещественных чисел D в плане пополнения его процессной структурой в дополнении к алгебраической и топологической структурам. Такая возможность обеспечивается наличием диагонального процесса, который превращает теоретико-множественную модель континуума, вопреки желаниям её создателя Г. Кантора, в процессное образование. Ключевую роль в структуре этого процесса играет целостная пара взаимно противоположных фундаментальных вращений. Данная пара вращений ассоциируется со спинорной структурой, что дает основание говорить о «квантовом континууме».

Одним из следствий взаимодействия процессной и алгебраической структур является изменение порядка построения чисел. Наиболее простыми оказываются комплексные числа, на их основе строятся вещественные и натуральные числа.

Ключевые слова: квантовый континуум, теоретико-множественная модель, Г. Кантор, спинорная структура

Введение

В третьей части «Нестандартного формализма» речь пойдет о квантовой модели континуума, его конструкции и вытекающих из нее следствиях.

Разберемся сначала с самим понятием «квантового континуума».

В физике хорошо известно понятие «квантового пространства-времени», которое представляет собой многообразие самых различных, как правило, крайне нетривиальных идей и концепций, объединенных некоторыми общими идеями. В самом первом приближении можно сказать, что квантовое пространство – время это многообразие, в котором на планковском уровне нарушается непрерывность вследствие выполнения принципа неопределенности В. Гейзенберга. Интерес к такому многообразию возник во многом благодаря проблеме квантовой гравитации, хотя с некоторого момента появились и другие мотивы.

Следует подчеркнуть, что конструкции «квантового пространства – времени» основаны на взаимодействии двух формализмов: теоретико-множественной модели континуума и сложившегося к 30-м годам XX века формализма квантовой теории, который, хотя и использует теоретико-множественные структуры, в целом носит половинчатый характер

и не вписывается до конца ни в одну из этих структур. Создание подобных конструкций – притягательная область математической эквилибристики в сочетании с широким спектром её толкований.

В понятие «квантового континуума» мы вкладываем иной смысл.

Как нам представляется, построение этого континуума нельзя начинать «с середины», на основе комбинации формализмов, каждый из которых преследует свои цели. Более логичным представляется переход на «нулевой уровень», где необходимо еще раз осмыслить понятия «непрерывности» и «квантования». Это позволит найти более тонкие связи названных понятий (если они существуют, что *a priori* неочевидно).

Основная работа в этом направлении была проведена и I и II частях «Нестандартного формализма». Если ограничиться несколькими строчками, то результаты этой работы таковы.

Внимательный анализ постулата де Бройля (равно как и другие соображения) позволяет предположить, что главным объектом квантовой теории являются периодические процессы. Очевидно, что эти процессы должны осуществляться в отсутствии среды непрерывности, поскольку ее наличие (в теоретико-множественном истолковании) на этом уровне *a priori* является гипотезой. В этих условиях естественной формой периодического движения является не волна, которая требует среды непрерывности, а умозраительное вращение. Такое вращение, разумеется, является определенным вызовом для интуиции, но оно абсолютно естественно с точки зрения логики.

Рассмотрим задачу из противоположной области математической галактики.

В конце XIX века Г. Кантором и Р. Дедекиндом была построена теоретико-множественная модель континуума – непрерывного многообразия (в простейшем и основном случае – множества вещественных чисел). Фундаментальная проблема состояла в том, чтобы сопоставить этому множеству некоторое бесконечное число, выражающее количество его элементов. Проблема оказалась исключительно сложной. В конечном итоге (после результатов К. Гёделя и П. Кёэна) вопрос свелся к тому, можно ли это сделать в принципе, т.е. является ли континуум множеством.

Во второй части «Нестандартного формализма» строго доказывается, что континуум множеством не является, то есть его нельзя представить завершённой совокупностью каких-либо элементов. Таким образом, континуум, с одной стороны, является процессной сущностью, с другой – изначально мыслится как завершённый объект. Соединение этих двух качеств даёт замкнутый в себе периодический процесс, который реализуется вне рамок теоретико-множественного универсума. Это в точности то самое вращение, которое просматривается в постулате де Бройля.

Таким образом, между «квантованием» и «непрерывностью» обозначилась глубокая внутренняя связь.

Принципиально важен следующий момент.

Мы остаемся в рамках теоретико-множественной модели и, следовательно, сохраняем весь корпус геометрических и топологических построений, связанных в этой модели. Одновременно мы расширяем взгляд на эту

модель: кроме теоретико-множественной в ней присутствуют и процессная структура, основу которой составляют линейные шаги и умозрительные вращения.

Несмотря на крайне абстрактную конструкцию, рассматриваемые вращения представляют собой далеко идущее обобщение хорошо известного математического объекта – бесконечно удаленной точки, которая активно использовалась в до-множественной математике. Совокупность бесконечно удаленных точек образует абсолюта, который является фундаментальным понятием проективной геометрии. Более того, как было показано А. Кэли и Ф. Клейном, структура абсолюта определяет метрику пространства, а соответственно, и вид геометрии.

Дальнейшее изложение будет построено следующим образом.

В первом разделе будут воспроизведены основные положения первой и второй частей «Нестандартного формализма». Угол зрения при этом будет несколько иным, чем в уже опубликованных статьях.

Во втором разделе приводится конструкция квантового континуума и рассматриваются основные следствия.

Раздел I. Математические и физические составляющие модели квантового континуума

Часть 1. Фундаментальное вращение: общий контекст и конкретные результаты

1.

В немецкой академической среде XIX века бытовала поговорка: «*Wer nichts ordentlichs kann, macht Methodologie*». Последующее развитие науки показало обратное: кратчайший путь к получению новых нетривиальных результатов лежит именно через *Methodologie*. Вопрос заключался в том, какие методологические принципы явно, а в большей степени неявно, управляют развитием физико-математической областью. Еще более важный вопрос состоит в том, какие методологические принципы будут управлять этой областью в ближайшем будущем. Есть веские основания предполагать, что таким принципом будет принцип двойственности.

В самом общем виде принцип двойственности утверждает, что каждый математический объект A является единством количественно и порядковой составляющей: $A = \langle A_R, A_Z \rangle$. Данный принцип является отражением фундаментальной двойственности нашего мира: каждый объект одновременно находится в пространстве (*Raum*) и времени (*Zeit*). Парадоксальным фактом является абсолютное доминирование в настоящее время количественной, структурной составляющей, которое нашло свое воплощение в теории множеств. В то же время сложилось устойчивое представление, что ресурсы теоретико-множественного подхода (и его концептуального продолжателя – теории категорий) в идейном и техническом плане практически исчерпаны и требуются принципиально новые идеи. Принцип двойственности в этом контексте естественен и логичен, а также, как будет показано ниже, обладает большими техническими возможностями.

2.

А. Принцип двойственности, применительно к *натуральным числам*, означает, что число n является единством количества n_R и порядка n_Z $n = \langle n_R, n_Z \rangle$, $7 = \langle 7 \text{ элементов } 7\text{-й по счету} \rangle$. Можно сказать также, что пересчет натуральных чисел не меняет их количества.

Б. Двойственный характер *вещественного числа* r имеет несколько аспектов.

Во-первых, его можно записать так:

$$r = \langle \text{вектор } (0, r), \text{ последовательность } r_n \rightarrow r \rangle.$$

Единство количественной и порядковой составляющей обеспечивается аксиомой Кантора: «расстояние, подлежащее определению точки от начала 0 , равно r , где r – числовая величина, соответствующая последовательности... Чтобы взаимосвязь числовых величин с геометрией прямой линии стала полной, нужно еще добавить аксиому, состоящую просто в том, что и, обратно, каждой числовой последовательности соответствует определенная точка прямой. Я называю это утверждение аксиомой, поскольку оно недоказуемо по самой ее природе» [5].

Во-вторых, сама последовательность r_n двойственна: она включает в себя как порядковый, так и количественный аспекты: шаги « $\rightarrow$ » и длину шагов r_n . Как уже отмечалось, количественный аспект традиционно связан с пространством, в то время как в порядковом аспекте отражается идея времени (длительности). Исключительно важным обстоятельством является возможность построения изоморфной модели вещественных чисел, в которой длина шага постоянна $r_n = \text{constant}$. Для этого необходимо рассматривать последовательности, включающие шаги противоположного направления « $\leftarrow$ » и определенным образом задать операцию сложения этих последовательностей.

Полученная модель вещественных чисел известна под названием сюрреальных чисел. Эти числа были предложены Дж. Конвеем в 70-х годах XX века по совершенно иному поводу и рассматривались как одна из экзотических конструкций, которых в математике достаточно много. В этой модели: $\uparrow \sim I$, $\downarrow \sim -I$; $\uparrow\downarrow \sim \frac{1}{2}$ и т.д. (вертикальная запись стрелок выбрана для удобства). Названная модель обладает следующими принципиально значимыми свойствами.

1) Рассматриваемая модель целиком построена на идее порядка и, следовательно, отражает только интуицию времени, но не пространства;

2) Особенность названной модели заключается в том, что в ней появляется *идея квантования*. В самом деле, действительное число γ определяется исключительно своей структурой и характеристикой $|\uparrow|$ шага $\uparrow(\downarrow)$. В этом

случае $\gamma = |\uparrow| \cdot \delta$. Фактически это и есть квантование γ , однако поскольку

$|\uparrow| = I$, ничего существенного не происходит и квантование остается на уровне идеи.

Следует сказать, что сюрреальные числа, построенные на «стрелках», интерпретируемых как «шаг влево», «шаг вправо», еще не обладают качествами, позволяющими применить их в квантовой теории. Ситуация принципиально изменяется, если заменить линейное движение на круговое, с интерпретацией: «вращение по часовой стрелке», «вращение против часовой стрелки».

В. Рассмотрим применение принципа двойственности к комплексным числам.

Существуют различные формы представления комплексного числа z : $a + ib$, (a, b) , $re^{i\varphi}$. Остановимся на экспоненциальной форме. Представим ее в следующем виде:

$$z = \langle r, e^{i\varphi} \rangle (*).$$

Будем понимать эту запись как вращение, сохраняющее длину вектора r :

$$z = \langle |\vec{r}|, e^{i\lambda\varphi} \rangle (**).$$

Формула (**), строго говоря, не определяет число, поскольку в него входит вращение в непрерывной среде. Чтобы сделать эту структуру числом, необходимо изъять из рассмотрения эту среду (совершенно аналогично тому, как для сложения 5 яблок и 2 башмаков необходимо изъять из рассмотрения «башмаки» и «яблоки» и осуществить сложение двух абстрактных количеств: 2 и 5). В результате такого изъятия получается соотношение

$$z = \langle |\vec{r}|, \mathfrak{U}(\lambda) \rangle (***)$$

где $\mathfrak{U}(\lambda)$ – последовательность фундаментальных вращений [2], которая в десятичной записи соответствует числу λ . Введем естественные аксиомы, связывающие векторную и процессную часть числа:

$$\mathfrak{U} \sim \vec{r}, \mathfrak{U} \sim -\vec{r}, \mathfrak{U}\mathfrak{U} = \vec{r+r}.$$

Запись (***) ассоциируется с парой действительных чисел и, таким образом, в точности соответствует комплексному числу. В более свободной форме будем записывать это число в виде $z = \langle \vec{r}, \mathfrak{U}(\lambda) \rangle$.

Фундаментальное вращение $\mathfrak{U}(\mathfrak{U})$ можно рассматривать как абстракцию кругового движения и, следовательно, как упомянутой выше формы сюрреальных чисел, где стрелки $\uparrow(\downarrow)$ заменены фундаментальными вращениями $\mathfrak{U}(\mathfrak{U})$. Будем называть эти числа $\mathcal{P}$ -числами.

3.

Как известно, структура вращения в евклидовом пространстве может быть представлена в терминах соответствующей алгебры Клиффорда. $\mathcal{P}$ -числа, формально изоморфные, вещественным числам $\mathbf{R}$, также описывают структуру вращений (но уже без привязки к какому-либо носителю).

Очевидно, что между этими формами представления вращений должна существовать связь. Обрисуем ее несколькими штрихами.

Рассмотрим простейший случай алгебры Cl_3 , который, тем не менее, дает полное представление о сущности названной связи.

Элементами этой алгебры являются векторы. Клиффордово умножение векторов u и v определяется как $uv = \langle u | v \rangle + u \wedge v$. В случае $|u| = |v| = 1$, клиффордово умножение можно представить в виде $uv = \cos \theta + \sin \theta \cdot \gamma$, где γ – единичный бивектор, то есть $\gamma^2 = -1$. Если θ – угол между векторами u и v , то с помощью клиффордова умножения (его иногда называют ротором) можно повернуть вектор w на угол 2θ : $wuwiv = (uv)^* wuv$. Поворот w угол на угол θ в этом случае будет выглядеть так: $(\cos \frac{\theta}{2} - \sin \frac{\theta}{2} \gamma)w(\cos \frac{\theta}{2} + \sin \frac{\theta}{2} \gamma)$.

Эта практически тривиальная конструкция обладает важным свойством 4π -периодичности, которая является ключевым свойством объектов на фундаментальном уровне материи.

Чтобы сделать эту конструкцию полностью пригодной для описания этих объектов, необходимо, по возможности, трансформировать приведенную геометрическую конструкцию в алгебраическую. В этом случае она приобретает общезначимый, не зависящий от геометрии, характер.

Такая трансформация может быть осуществлена путем построения минимального левого идеала Cl_3 (и в более общем случае Cl_n), элементы которого обладают свойством 4π -периодичности, то есть являются спинорными объектами. Ключевым моментом этого построения является представление вектора w в виде квадратного корня $w = s^* s$. В этом случае мы перенесли операцию сопряжения с ротора uv на результат его применения к вектору (спинору) s : $(uv)^* s^* suv = (s(uv))^* s(uv)$.

Использование $\mathcal{P}$ -чисел все предельно упрощает. $\mathcal{P}$ -число $\cup\cup$ соотносится с $e^{\frac{1}{2}\varphi}$, следовательно, фундаментальное вращение $\cup\cup$ соотносится с 4π -периодичностью, то есть является спинорным объектом. Опираясь на аксиомы, связывающие векторную и процессную часть комплексного числа, можно показать, что $\mathcal{P}$ -число $\cup\cup$ генерирует изотропный вектор $\vec{r} \in R^3$, а следовательно, вектор Паули $\vec{\sigma}$. В целом соответствие между важными для физики структурами Cl_n и $\mathcal{P}$ -числами выглядит следующим образом.

Комплексное число z : $z = \langle \vec{r}, \cup\cup \rangle$.

Спинор Картана s : $s = \langle \vec{\sigma}, \cup\cup \rangle$, где $\vec{\sigma}$ – вектор Паули.

Спинор Дирака d : $d = \langle \vec{\gamma}, \cup\cup\cup\cup \rangle$, где $\vec{\gamma}$ – вектор, составленный из γ -матриц Дирака.

Восьмикомпонентный спинор δ : $\delta = \langle \vec{\theta}, \cup\cup\cup\cup\cup\cup\cup\cup \rangle$, где $\vec{\theta}$ – вектор, составленный из матриц 8×8 и т.д.

Данная цепочка обладает примечательными свойствами:

– согласно правилам модели Конвея, каждое $\mathcal{P}$ -число является квадрат-

ным корнем из предыдущего $\mathcal{P}$ -числа: $\sqrt{\cup} = \cup\cup$, $\sqrt{\cup\cup} = \cup\cup\cup\cup$,

$\sqrt{\cup\cup\cup\cup} = \cup\cup\cup\cup\cup\cup\cup\cup$ и т.д.;

– начиная со спиноров Картана, структура $\mathcal{P}$ -числа определяет соответ-

ствующую «векторную» структуру: $\vec{\sigma}$, $\vec{\gamma}$, $\vec{\theta}$. Например, структура $\cup\cup\cup\cup$

является парой противоположных по знаку спиноров Картана, которые вра-

щаются независимо друг от друга. Каждый такой спинор определяется векто-

ром $\vec{\sigma}$, следовательно, структуру $\cup\cup\cup\cup$ можно представить матрицей

$$\begin{pmatrix} 0 & \vec{\sigma} \\ \vec{\sigma} & 0 \end{pmatrix} = \vec{\gamma};$$

– последовательное извлечение корней приводит к появлению новых сте-

пеней свободы и новых симметрий, что реализует давнюю идею В. Паули о «двуделении».

Чуть более подробно об этой идее.

Еще в 1927 году, решая проблему спина электрона, В. Паули выдвинул идею «раздвоения» вектора ψ на векторы ψ_1 и ψ_2 (спустя 80 лет эту идею почти дословно повторит Ю.И. Кулаков, введя понятие «серой» точки как со-

единения «белых» и «черных» точек). Без потери общности векторы ψ_1 и ψ_2 можно заменить векторами « $\uparrow$ » и « $\downarrow$ » (во избежание путаницы с сюрреаль-ными числами стрелки помещаются в кавычки). Элементы идеала Cl_3 , то есть спиноры, представляются в виде $z_1\langle\uparrow\rangle + z_2\langle\downarrow\rangle$, $z_1, z_2 \in \mathbb{C}$ или $(a+ib)\langle\uparrow\rangle + (c+id)\langle\downarrow\rangle$. Векторы « $\uparrow$ », « $\downarrow$ », $i\langle\uparrow\rangle$, $i\langle\downarrow\rangle$, образующие базис в идеале, получаются путем последовательного поворота вектора « $\uparrow$ » на π . Таким образом, весь базис получается путем вращения вектора « $\uparrow$ » на 4π .

Используя в качестве инструмента формализации $\mathcal{P}$ -числа, можно реа-

лизовать иной подход: предъявить $\mathcal{P}$ -число, которое представляет собой фундаментальное вращение с периодом 4π . Это и будет спинор. В очередной раз приходим к структуре $\cup\cup$.

4.

Основой традиционного формализма квантовой теории, как известно, является гипотеза де Бройля, который, по выражению А. Эйнштейна, «подняла полог Великого занавеса». Суть этой гипотезы такова. «Пусть при $t = 0$ дви-жущийся объект совмещен в пространстве с некой волной частотой ν и, как определено выше, распространяющейся в том же направлении со скоростью β/c . Такая волна, со скоростью больше c , не может быть связана с переносом энергии. Мы рассматриваем ее лишь как фиктивную волну, ассоциируемую с движением объекта» (цит. по [6]).

Главным моментом здесь является наличие фиктивной волны $\psi(t)$ (*onde fictive*) – периодического процесса, протекающего внутри частицы. Строго говоря, фиктивная волна $\psi(t)$ – это принципиально новая, динамическая абстракция, с помощью которой можно описать явления на фундаментальном уровне. Однако эта абстракция половинчата, в частности, она требует наличия непрерывной среды, которая на фундаментальном уровне вряд ли имеет место. Тем не менее с помощью этой абстракции можно объяснить, рассчитать и предсказать множество феноменов, прежде всего сам феномен квантования.

Дальнейшая логика развития гипотезы де Бройля следующая.

Фиктивная волна $\psi(t)$ трансформируется в вектор состояния $\psi(t)\rangle$ гильбертова пространства H , где $\psi(t)\rangle = e^{i\nu t}\rangle$.

Частота ν – это числовая характеристика $e^{i\nu t}\rangle$. Но $e^{i\nu t}\rangle$ – это вектор, то есть некоторая целостность и для извлечения ν из $e^{i\nu t}\rangle$ нужен некоторый «ритуал». Это можно сделать, взяв производную по t , и получить соотношение $\frac{1}{i} \frac{\partial}{\partial t} \psi\rangle = \nu \psi\rangle$. Это соотношение может быть интерпретировано как действие оператора $\frac{1}{i} \frac{\partial}{\partial t} \psi\rangle$ на вектор $\psi\rangle$. В этом случае частота ν становится

собственным значением этого оператора. Данная интерпретация определила магистральное развитие формализма квантовой теории. С полной определенностью оно было сформулировано Э. Шрёдингером и вынесено в заглавие его основополагающей статьи: «*Quantisierung als Eigenwert problem*» (квантование как проблема собственных значений). Важность этого предположения столь велика, что логично назвать её парадигмой Шрёдингера. Глубинный смысл этой парадигмы состоит в том, что частота ν , будучи характеристикой периодического процесса, одновременно является геометрическим понятием – собственным вектором оператора $\frac{1}{i} \frac{\partial}{\partial t} \psi\rangle$. Иными словами, парадигма

Шрёдингера утверждает тождество геометрической и процессной характеристики. Аналогичное тождество составляет содержание аксиомы Кантора, которая была сформулирована в п. 2. Таким образом, в парадигме Шрёдингера отражается общая тенденция теоретико-множественной математики: подверстывание процессной составляющей под теоретико-множественные, геометрические структуры.

Альтернативой этой тенденции в случае аксиомы Кантора является процессная модель действительных чисел, построенная с помощью стрелок $\uparrow(\downarrow)$, то есть сюрреальные числа.

В случае парадигмы Шрёдингера такой альтернативой являются $\mathcal{P}$ -числа, состоящие из последовательностей фундаментальных вращений. В этом случае экспонента $e^{i\lambda\varphi}$ заменяется последовательностью $\cup\cup\cup\cup\cup\dots = \cup(\lambda)$. Можно сказать, что фундаментальное вращение $\cup(\lambda)$ является «упакованной волной». Необходимость непрерывной среды в этом случае отпадает.

Соотношение геометрического и процессного подходов можно хорошо видеть в следующем.

Как известно, состояние квантовой системы $\psi\rangle$ не изменится, если домножить его на комплексное число $e^{i\varphi}$, то есть состоянием системы является лучом в гильбертовом пространстве. С другой стороны, умножение на $\psi\rangle$ на $e^{i\varphi}$ – это просто поворот $\psi\rangle$. Таким образом, мы имеем соответствие между лучами в H и простейшими $\mathcal{P}$ -числами. Этот фундаментальный факт реализуется, в частности, в конструкции Пенроуза.

Особенностью $\mathcal{P}$ -чисел является то, что они одновременно являются и структурной составляющей периодического процесса и вещественными числами.

Очень важный момент.

$\mathcal{P}$ -числа $\mathfrak{U}(\lambda) = \mathfrak{U}\mathfrak{U}\mathfrak{U}\mathfrak{U}\mathfrak{U}\dots$ можно понимать как «протокол» вращения (в различных направлениях) первого элемента последовательности $\mathfrak{U}$. Можно сказать, что вращение $\mathfrak{U}$ оставляет «следы»: $\mathfrak{U}$, $\mathfrak{U}\mathfrak{U}$, $\mathfrak{U}\mathfrak{U}\mathfrak{U}$, $\mathfrak{U}\mathfrak{U}\mathfrak{U}\mathfrak{U}\dots$ При определенных условиях эти следы можно собрать в множество [4]. Каждому такому следу можно приписать число, в общем случае, вещественное. Например, приведенную выше последовательность следов вращения $\mathfrak{U}$ можно записать в виде $k, \frac{1}{2}k, \frac{1}{4}k, \frac{3}{8}k, \dots$, где k – некоторая числовая характеристика фундаментального вращения $\mathfrak{U}$ и $k \neq 1$. В дальнейшем будет показано, что коэффициент k численно равен постоянной Планка $\hbar$. Таким образом, если с физической величиной ξ соотнести $\mathcal{P}$ -число, то его «следы» зададут спектр квантования этой величины.

В простейших случаях «следы» можно однозначно генерировать из первого элемента. Будем обозначать эту возможность как $\mathcal{P}(\lambda+)$, где λ – десятичная запись начального $\mathcal{P}$ -числа. Например, $\mathcal{P}(1/2+) = \mathfrak{U}\mathfrak{U}, \mathfrak{U}\mathfrak{U}\mathfrak{U}\mathfrak{U}, \mathfrak{U}\mathfrak{U}\mathfrak{U}\mathfrak{U}\mathfrak{U}\mathfrak{U}\mathfrak{U}\dots$ В десятичной записи этой последовательности выглядит так: $\frac{1}{2}\hbar, \hbar, \frac{3}{2}\hbar,$

Таким образом, вырисовывается новая парадигма квантования, которую можно, по аналогии с парадигмой Шрёдингера, формулировать так: «*Quantisierung als Prozess schritt problem*» (квантование как проблема следов процесса).

5.

Известно, что идея связать с алгебраическим уравнением некоторую структуру (в частности группу) принадлежит Э. Галуа. В квантовой теории эта идея прижилась, и генерация уравнений из различных структур стала едва ли не ординарной задачей.

Использование в качестве таких структур последовательности фундаментальных вращений имеет следующие резоны. Эти вращения могут быть естественным образом использованы для описания свойств частиц со спином. Такое описание предельно экономно – оно использует только альтернативные

направления вращения (фактически *Uralternative* по К.Ф фон Вайцзеккеру). Более того, это описание целиком основано на интуиции времени. В этом контексте имеет смысл непосредственно связать с бинарной спинорной структурой ключевые уравнения квантовой теории.

Основные шаги в этом направлении заключаются в следующем.

С простейшей спинорной структурой $\cup\cup$ можно связать уравнение Шрёдингера. Это вытекает из следующих двух утверждений.

а) Если ограничиться классом гармонических по времени решений $\psi(t)$ уравнения $\hbar i \frac{\partial \psi}{\partial t} = H\psi$, то среди них есть спинорное решение, то есть $\hbar i \frac{\partial \psi}{\partial t} = H\psi \Rightarrow \cup\cup$.

б) В обратную сторону.

Пользуясь идеей А.П. Ефремова, предложенной для обеспечения стабильности алгебр [6], можно показать, что $\mathcal{P}$ -число (спинорная структура) $\cup\cup$ определяет математическую форму уравнения Шрёдингера, которую легко дополнить до канонической формы:

$$\cup\cup \Rightarrow \hbar i \frac{\partial \psi}{\partial t} = H\psi.$$

Принимая во внимание тот факт, что двухкомпонентный спинор является первичным «кирпичиком» ключевых структур квантовой теории, тоже самое относится и к уравнению Шрёдингера.

Квадратный корень из $\mathcal{P}$ -числа $\cup\cup$ является $\mathcal{P}$ -числом $\cup\cup\cup\cup$. Эта также спинорная структура и, следовательно, ей соответствует уравнение, структурно эквивалентное уравнению Шрёдингера, то есть в левой части должно стоять выражение $\hbar i \frac{\partial \psi}{\partial t}$. Вместе с тем это уравнение можно считать

«квадратным корнем из уравнения Шрёдингера», то есть уравнением вида

$$\hbar i \frac{\partial \psi}{\partial t} = \sqrt{H}\psi.$$

Принимая во внимание связь структуры $\cup\cup\cup\cup$ с γ -матрицами, получаем уравнение Дирака.

6.

Ценность всякого формализма определяется его возможностями решать возникающие задачи. Рассмотрим схему применения нестандартного формализма к построению представлений группы Лоренца. Важность этой задачи заключается в следующем. Согласно концепции В. Гейзенберга, на фундаментальном уровне единственной наблюдаемой является энергия, представленная в дискретном виде. Эта дискретность определяется симметриями, реализованными в представлениях группы вращений.

В свою очередь, гипотеза Ю. Вигнера утверждает, что элементарная частица определяется неприводимым унитарным представлением группы Пуанкаре. Можно показать, что достаточно рассмотреть неприводимые унитарные представления группы Лоренца. Соединяя концепцию Гейзенберга и гипотезу Вигнера, можно заключить, что унитарные неприводимые

представления группы Лоренца определяют спектр энергетических состояний, которые можно интерпретировать как элементарные частицы.

Для построения этого спектра используется специальная техника, предложенная, например, Ван дер Варденом. Названный спектр представляется в виде диаграммы Вейля [2].

Ниже мы приведем схему построения диаграммы Вейля, опираясь только на структуру из $\mathcal{P}$ -чисел. Основные шаги этого построения таковы.

Как известно, специальная группа Лоренца $O(1,3)$ изоморфна группе $SL(2, \mathbb{C})$, которая представляет собой комплексификацию группы $SU(2)$: $SL(2, \mathbb{C}) \sim SU(2) + iSU(2)$.

Зададимся вопросом: как можно охарактеризовать представление группы вращений? По определению, представления группы – это любое действие группы на каком-либо множестве. Действие группы вращения – это вращение, причем неважно какого объекта. Иными словами, представление группы вращений характеризуется структурой вращений как таковых, т.е. умозрительных вращений.

Как было показано выше, $\mathcal{P}$ -число $\cup\cup$ ассоциируется с двухкомпонентным спинором. Согласно арифметике, $\mathcal{P}$ -число $\cup\cup \sim \frac{1}{2}$ (константу $\hbar$ в данном случае положим равной 1).

Будем рассматривать $\cup\cup$ как базовое представление $SU(2)$.

Опираясь на сформулированный выше принцип: «*Quantisierung als Prozess schritt problem*», можно заключить, что каждый поворот $\cup\cup$ формирует новый «след» $\cup\cup$, который в соединении с предыдущими следами дает представление $SU(2)$. Отметим, что поворот может осуществляться как по часовой, так и против часовой стрелки. Общая структура всех «следов» (представлений $SU(2)$) изображена на рис. 1.

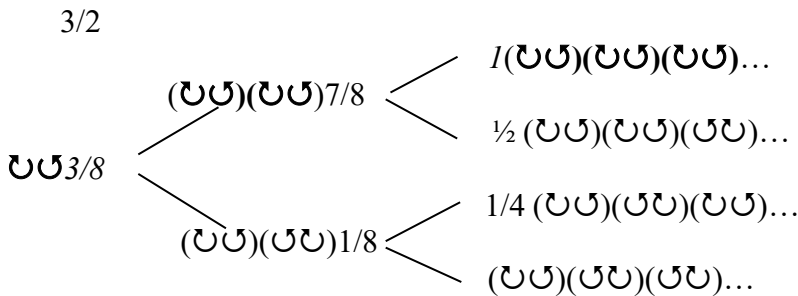


Рис. 1

Источник: составлено автором.

Нас будет интересовать самая верхняя ветвь, т.е. последовательность поворотов одного направления:

$$\cup\cup, (\cup\cup)(\cup\cup), (\cup\cup)(\cup\cup)(\cup\cup) \dots$$

$\frac{1}{2}I \quad \frac{3}{2}$

Соединим две такие последовательности в единую диаграмму Вейля, отражающую спектр представления группы $SL(2, \mathbb{C}) \sim SU(2) + iSU(2)$. Принцип построения этой диаграммы напоминает работу кодового замка:

$$(\cup\cup, 0) \sim \text{базис } 1 \sim \left(\frac{1}{2}, 0\right);$$

$$(0, \cup\cup) \sim \text{базис } 2 \sim \left(0, \frac{1}{2}\right);$$

$$(\cup\cup, \cup\cup) \sim \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right);$$

$$(\cup\cup\cup\cup, \cup\cup) \sim \left(1, \frac{1}{2}\right) \text{ и т.д.}$$

Диаграмма Вейля выглядит следующим образом (рис. 2).

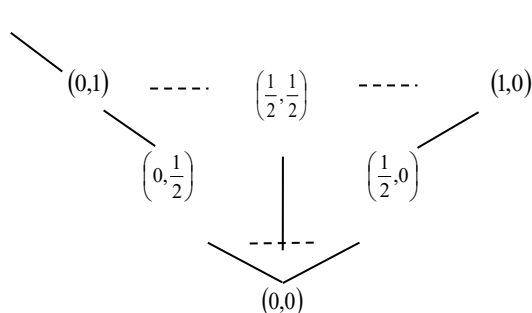


Рис. 2

Источник: составлено автором.

Полезно сравнить способы построения диаграммы Вейля с помощью «кодового замка» и тензорного произведения представлений группы Лоренца:

$$\tau_{\frac{k}{2}, \frac{r}{2}} = \tau_{\frac{k}{2}, 0} \otimes \tau_{0, \frac{r}{2}} \cong \underbrace{\tau_{\frac{1}{2}, 0} \otimes \tau_{\frac{1}{2}, 0} \otimes \tau_{\frac{1}{2}, 0} \dots \otimes \tau_{\frac{1}{2}, 0}}_{k\text{-раз}} \otimes \underbrace{\tau_{0, \frac{1}{2}} \otimes \tau_{0, \frac{1}{2}} \otimes \tau_{0, \frac{1}{2}} \dots \otimes \tau_{0, \frac{1}{2}}}_{r\text{-раз}}$$

Очевидны параллели:

– представления $\tau_{\frac{1}{2}, 0}$ и $\tau_{0, \frac{1}{2}}$ соответствуют базисам $(\cup\cup, 0)$ и $(0, \cup\cup)$;

– тензорное произведение $\otimes$ реализуется через повороты структуры $\cup\cup$.

Сформулируем полезные соотношения.

Пусть k и r – число оборотов, считая от базиса, каждого из $\mathcal{P}$ -чисел $\cup\cup$.

Образуем два числа:

а) $s = |k - r|$ – относительное число оборотов;

б) $m = (k+1)(r+1)$ – общее число оборотов.

Учитывая все вышесказанное, число m можно отождествить с числом неприводимых представлений группы $SL(2, C)$ (по верхней ветви), что соотносится с числом состояний некоторой физической величины.

Основываясь на концепции Гейзенберга, что на фундаментальном уровне нет иной величины, кроме энергии, можно считать, что $E \sim (k+1)(r+1)$. Напомним, что речь пока идет только о верхней ветви структуры, представленной

на рис. 1. Таким образом, диаграмма Вейля определяет спектр энергии на фундаментальном уровне. Каждый элемент этой диаграммы определяет неприводимое представление группы Лоренца и, согласно гипотезе Вигнера, определяет «элементарную частицу». Тогда относительное вращение s определяет ее спин. Поскольку один оборот $\cup \cup$ дает вклад $\frac{1}{2}$, k и r необходимо заменить на $\frac{k}{2}$ и $\frac{r}{2}$. Таким образом, возникают две формулы:

а) формула спина $s = \left| \frac{k}{2} - \frac{r}{2} \right|$, где k и r означают соответствующее число

оборотов (которые совпадают с числом соответствующих представлений группы Лоренца);

б) формула энергии $E \cong (\frac{k}{2} + 1)(\frac{r}{2} + 1)$ или $E = E_0(\frac{k}{2} + 1)(\frac{r}{2} + 1)$. Соответственно, масса m элементарной частицы с параметрами k и r определяется как $m = m_0(\frac{k}{2} + 1)(\frac{r}{2} + 1)$. Последняя формула с необходимыми уточнениями физического характера, в частности $m_0 = e_0$, где e_0 – заряд электрона, была впервые выведена В.В. Варламовым в 2015 г. на основе достаточно тонкой разработки традиционных для квантовой механики формализмов.

II. Фундаментальное вращение и порядковая бесконечность

Базовым понятием нестандартного формализма является понятие умозрительного вращения, которое в дальнейшем мы будем называть «фундаментальным вращением». По своему смыслу оно выходит за пределы теоретико-множественного универсума и, следовательно, к нему невозможно «подобрать» никакой множественной структуры. Безусловно, можно оставаться на интуитивном уровне и развивать содержательную теорию. Однако в этом случае трудно избежать вольных трактовок, которые в конечном счете могут свести на нет все построение. Чтобы избежать подобных коллизий, необходимо прояснить математическую сущность фундаментального вращения. Вторая часть «Нестандартного формализма» полностью посвящена математическому контексту, в рамках которого возникло понятие фундаментального вращения [3; 4].

Кратко изложим суть этого контекста, не повторяя логику названной статьи.

Понятие фундаментального вращения, как и основное для современной физики понятие группы, возникло при решении конкретной задачи.

В отношении группы это, как известно, была задача поиска решения в радикалах алгебраического уравнения 5-й степени. Если бы такую формулу нашли, то она бы просто дополнила список аналогичных формул для уравнений 2–4 степеней. Но формула упорно не находилась, что заставило искать внутренний механизм получения этой формулы. Из анализа этого механизма и возникло понятие группы. Именно группа дала решение проблемы – общее уравнение 5-й степени и выше неразрешимо в радикалах.

В отношении фундаментального вращения ситуация во многом схожая.

Исходной задачей здесь является континуум-проблема, сформулированная Г. Кантором в 1877 году. Суть ее состояла в том, чтобы указать место континуума на шкале мощностей или, совсем просто, – подсчитать число элементов континуума. Задача оказалась исключительно сложной и идеологически заряженной. Успешный подсчет элементов континуума превращал его автора в подобие царя Соломона, который «всё измерил весом, числом и мерою» (это отчетливо понимал и сам Кантор, и наследующие ему математики). Сам Кантор считал, что мощность континуума равна первому несчетному кардиналу $\aleph_1$, $c = \aleph_1$ что составило содержание континуум-гипотезы (c – мощность континуума).

Значимость континуум-проблемы (континуум-гипотезы) в глазах современников была столь велика, что Д. Гильберт в своем знаменитом списке 23 проблем, представленном международному математическому конгрессу 1900 года, поместил ее на первое место. Дальнейшее продвижение в этом направлении свелось практически к трем шагам.

1. Переход от «наивной» теории множеств к аксиоматической теории. Фактически теория множеств была заменена конкретной аксиоматической системой Цермело – Френкеля (с аксиомой выбора) **ZFC**. Проблема континуума приобрела в этом контексте характер утверждения (или его отрицания), которые можно вывести из аксиом **ZFC** или, что то же самое, – построить соответствующие модели.

2. В 1939 году К. Гёдель, основываясь на идеях Д. Гильберта, построил модель **ZFC**, в которой $c = \aleph_1$, тем самым как бы подтвердив догадку Кантора.

3. Следующий шаг в осмыслении континуум-проблемы сделан в 1963 году П. Козном. С помощью созданного им «метода форсинга» – тонкой разработки диагонального метода он показал, что при выполнении естественных условий можно построить модель **ZFC**, в которой $c = \aleph_2$ (а также $c = 2^{\aleph_1}$, $c = 3^{\aleph_1}$).

На основании этих двух результатов делается вывод, что континуум-гипотеза не зависит от остальных аксиом **ZFC**, или, другими словами, ресурсов аксиоматической системы **ZFC** не хватает, чтобы указать место континуума на кардинальной шкале.

Возможность построения названных моделей (прежде всего моделей Козна) опирается на теоретико-категорную трактовку понятия мощности множества, о которой следует сказать отдельно.

В рамках «наивной» теории множеств множество (*Menge*) имеет естественную характеристику – «мощность» (*Mächtigkeit*) или *Cardinalzahl*, которая в случае конечного множества означает число его элементов. В случае бесконечного множества ситуация сложнее.

В работе *Beiträge zur Begründung der transfiniten* Кантор дает следующее определение: «*Mächtigkeit oder Cardinalzahl von M nennen wir den Allgemeinbegriff, welcher mit Hilfe unseres action Denkkvermögens dadurch aus der Menge M hervorgeht, dass von der Bashaffenheit ihrer verschiedenen Elemente m und von der Ordnung ihres Gegebenseins abstrahiert wird*» (Мощностью или кардинальным числом множества M мы называем общее понятие, которое

получается при помощи нашей активной мыслительной способности из M , когда мы абстрагируемся от качества его различных элементов m и от порядка из задания.)

В этом случае, как говорил Н.Н. Лузин: «Мощность continuum 'а, если только мыслить его как множество точек, есть некая единая реальность и она должна находиться на алефической шкале, где она есть; нужды нет, если определение этого места затруднительно или, как прибавил бы *J. Hadamard*, «даже невозможно для нас, людей».

Определение Кантора очень естественно, но трудно формализуемо. В рамках системы **ZFC** принята другая трактовка: *Cardinalzahl* может быть определено как класс равномогущих множеств (то общее, что содержится во всех равномогущих множествах). Мощность (*Cardinalzahl*) данного множества определяется через принадлежность множества данному классу.

Это далеко не эквивалентные формулировки. Во втором определении ключевым понятием становится 1–1 соответствие, т.е. простейший морфизм. Это привносит в теорию множеств элементы теоретико-категорной идеологии. Вместе с тем в рамках теории множеств такой морфизм сам является множеством, которое может принадлежать или не принадлежать модели **ZFC**. Варьируя такой принадлежностью (технически это достаточно сложно), можно менять *Cardinalzahl* континуума в рамках этой модели.

На бытовом уровне эту ситуацию можно проиллюстрировать так.

Предположим, некий исследователь теории множеств получил важные результаты. Однако у него нет телефона, адреса электронной почты, *Scopus Author ID* и иных средств связи («морфизмов»). Тогда с точки зрения современного научного сообщества такого исследователя просто нет, независимо от качества и важности его работ.

Возвращаясь к теории множеств, можно сказать, что, работая с морфизмами, можно управлять отношением принадлежности, то есть строить множества в рамках зафиксированного класса.

Общий итог вышесказанному таков.

Переход от наивной теории множеств к аксиоматической системе **ZFC** (или какой-либо иной системе), определение *Cardinalzahl* как класса равномогущих множеств, то есть подключая к определению числа весь универсум, радикальным образом искажает изначальную теоретико-множественную онтологию. Можно ли в этом случае рассматривать результаты К. Гёделя и П. Козэна как решение проблемы континуума? Ответ зависит от принятой точки зрения на проблему. Лучше всего об этом сказал Ю.И. Манин: «Какова мощность континуума? После всего, что мы узнали о языке и аксиоматике Цермело–Френкеля, возвращение к этому вопросу может показаться наивным, но оно неизбежно, если считать основной ценностью смысл» [7].

Таким образом, мы имеем два решения проблемы континуума: формальное – логическое (а), смысловое (b):

(а) континуум-гипотеза не зависит от остальных аксиом **ZFC**, в этом плане континуум-гипотеза приравнивается к 5-му постулату Евклида;

(b) Наличие возможности непротиворечивым образом присваивать континууму c различные мощности $c = {}_1\aleph$, $c = {}_2\aleph$, $c = {}_3\aleph$ говорит о том, что теоретико-множественная модель континуума $P(N)$ в реальности НЕ является множеством и включает в себя некий внутренний процесс. В этом случае у континуума нет места на шкале мощностей. Соответственно, континуум-гипотеза $c = {}_1\aleph$ не может быть выведена из аксиом ZFC.

Выбор решения предопределяет дальнейшие действия.

Решение (a) не приводит к каким-либо значимым изменениям в математическом универсуме, кроме факта решения очень трудной задачи.

Решение (b), напротив, требует существенного переосмысления всей теоретико-множественной парадигмы. В частности, необходимо ответить на следующие первоочередные вопросы:

- какова структура процесса, ассоциированного с континуумом;
- каков математический контекст этой структуры, как она связана с фундаментальными представлениями математики и физики.

Развернутый ответ на эти вопросы содержится во II части «Нестандартного формализма». В самом общем виде суть этого ответа состоит в следующем.

С точки зрения теории множеств-континуум содержит в себе процесс, который невозможно «остановить» теоретико-множественными инструментами (диагональный процесс). Вместе с тем континуум продолжает мыслиться как целостный бесконечный объект. Соединение этих двух качеств дает интуитивно понятную структуру – фундаментальное вращение или некоторое $\mathcal{P}$ -число. Разумеется, эта структура выходит за рамки теоретико-множественного универсума, что предопределяет интерес к ней как инструменту описания процессов на фундаментальном уровне материи.

$\mathcal{P}$ -число – бесконечный объект (порядковая бесконечность) представляет собой новый тип актуальной (завершенной) бесконечности. До настоящего времени считалось, что единственно возможным типом актуальной бесконечности является количественная бесконечность, воплощенная в бесконечном множестве.

Важность порядковой бесконечности, представленной в простейшем случае фундаментальным вращением $\mathcal{U}$, заключается в том, что она является максимально широким обобщением понятия бесконечно удаленной точки. Если такая точка мыслится выходящей за пределы геометрических конструкций, то фундаментальное вращение выходит за пределы всего теоретико-множественного универсума. Принимая во внимание соответствие между лучом в гильбертовом пространстве H и фундаментальным вращением $\mathcal{U}$, названная мысль становится более очевидной.

Заключение

Одной из важнейших задач математики является описание феномена непрерывности. Пока важнейшей моделью непрерывного считается «множество» вещественных чисел D . Согласно теореме 2.3.2.1 [4] (и приведенным выше рассуждениям «на пальцах»), D является процессным образованием и,

следовательно, не является множеством. Таким образом, в D можно выделить три взаимосвязанные структуры:

- алгебраическую;
- топологическую;
- процессную.

В теоретико-множественной модели континуума процессная структура представлена линейной структурой, которая задается аксиомой выбора. Ближайшая цель – прояснить взаимосвязь всех названных структур, а также их связь с основаниями квантовой теории. Это составляет содержание второго раздела данной работы.

(Продолжение следует)

Литература

1. Босс В. Теория множеств: от Кантора до Коэна. Москва : URSS, 2011.
2. Векшенов С. А. Нестандартный формализм квантовой теории I: спектр масс // Метафизика. 2022. № 4 (46). С. 22–50.
3. Векшенов С. А. Нестандартный формализм квантовой теории II: фундаментальное вращение, порядковая парадигма // Метафизика. 2024. № 2 (52). С. 35–51.
4. Векшенов С. А. Нестандартный формализм квантовой теории II: фундаментальное вращение, порядковая парадигма. Часть 2 // Метафизика. 2024. № 4 (54). С. 77–96.
5. Cantor G. Grundlagen einer allgemeinen Mannigfaltigkeitslehe. Leipzig, 1883.
6. Ефремов А. П. О физических моделях в квантовой механике // Метафизика. 2017. № 1 (23). С. 84–91.
7. Манин Ю. И. Доказуемое и недоказуемое. Москва : Советское радио, 1979.

“NON-STANDARD” FORMALISM OF QUANTUM THEORY III: QUANTUM CONTINUUM, FUNDAMENTAL CHAIN OF NUMBERS

S.A. Vekshenov

Russian Academy of Education

8 Pogodinskaya St, Moscow, 119121, Russian Federation

Abstract. The quantum continuum is an extension of the “set” of real numbers D in terms of replenishing it with a process structure in addition to the algebraic and topological structures. This possibility is ensured by the presence of a diagonal process, which transforms the set-theoretic model of the continuum, contrary to the wishes of its creator G. Cantor, into a process formation. A key role in the structure of this process is played by a complete pair of mutually opposite fundamental rotations. This pair of rotations is associated with a spinor structure, which gives grounds to speak of a “quantum continuum”.

One of the consequences of the interaction of the process and algebraic structures is a change in the order of construction of numbers. The simplest are complex numbers, on their basis real and natural numbers are constructed.

Keywords: quantum continuum, set-theoretic model, G. Cantor, spinor structure

DOI: 10.22363/2224-7580-2025-2-93-102
EDN: PFIIPR

КОНЦЕПЦИЯ КВАЗИАВТОМАТА. ОПЫТ ОТЫСКАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЭКСПЛИКАТА ФИЛОСОФСКОЙ КОНЦЕПЦИИ

М.А. Щукин

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Российская Федерация, 119991, Москва, Ломоносовский проспект, д. 27, к. 4*

Аннотация. В статье анализируется концепция квазиавтомата, возникшая в философской логике. Обсуждается взаимосвязь концепции квазиавтомата и недетерминированных моделей вычислений. Изучаются свойства, а также перспективы дальнейшего исследования таких взаимосвязей. В силу установленного соответствия концепция квазиавтомата погружается в математическую теорию, что позволяет прояснить её возможности и ограничения.

Ключевые слова: квазиавтомат, квазифункция, модели вычислений, недетерминированные модели вычислений, экспликат

Как возникает концепция квазиавтомата?

Концепция квазиавтомата является частью логико-философских разработок Ю.В. Ивлева – известного российского логика, автора многих идей и концепций, специалиста по модальной и создателя квазиматричной (квазифункциональной) логик.

Квазифункциональная логика – направление, включающее многочисленные исчисления и их семантики, теоремы этих логик и метатеоремы о них, философскую интерпретацию семантик и пр. [1; 2]. Примерами исследований в этом направлении могут служить работы А.М. Кузнецова [3], М.Е. Кониглио [4], и других авторов [5-7]. Краткий обзор исследований в квазифункциональной логике и их результатов можно посмотреть в статьях Ю.В. Ивлева [8] и Х.К. Кадыг-оол [9]. В частности, Ю.В. Ивлевым была построена трехзначная логика, являющаяся содержательным обобщением логик Я. Лукасевича и С. Клини [10. С. 4]. Также Ивлев интересовался приложениями своих идей и концепций вне логики, в связи с чем им был поставлен ряд научно-философских проблем, значительно выходящих за рамки области его научной деятельности [11]. Наиболее полный список поставленных проблем приводится Ю.В. Ивлевым в конце его книги «Модальная логика» [12. С. 208–209], также они упоминаются в его статьях и докладах [8; 10. С. 4; 13] и монографии 2017 года [2]. Одним из таких междисциплинарных ответвлений исследований Ю.В. Ивлева является предложенная им концепция квазиавтомата. Следует отметить, что этой концепции у Ю.В. Ивлева не

посвящено отдельных публикаций¹. Она лишь иногда упоминается им в статьях как один из вопросов для возможных исследований и перечисляется в различных списках проблем. Данная концепция относится к числу тех идей, которые находятся на периферии мировоззрения учёного и оставляются им для разработки другими исследователями [14; 15]. Так, Ю.В. Ивлевым кратко описывается идея квазиавтомата и иллюстрируется несколькими примерами. Затем им ставится задача подобрать или построить для неё математическую теорию, оценить практические и философские возможности этой концепции [2; 12. С. 208–209]. Этим вопросам и посвящено данное исследование.

При обсуждении названных проблем будем придерживаться следующей программы.

Во-первых, будет выполнена конкретизация идеи квазиавтомата, подкреплённая ссылками на работы Ю.В. Ивлева и цитатами.

Во-вторых, будет установлено соответствие между концепцией квазиавтомата и недетерминированными моделями вычислений и описаны свойства этого соответствия (соответствие как экспликация понятия, полнота этой экспликации и другие теоретические свойства).

И наконец, мы проанализируем актуальность полученного результата. Рассмотрим открытые вопросы, возможность развития данной темы, кому это может быть интересно, выгоды от такого рода исследований.

Конкретизация и анализ концепции квазиавтомата

Как уже было сказано, идея квазиавтомата является одним из закономерных следствий развиваемых Ю.В. Ивлевым концепций квазифункции и квазифункциональности. Что же такое квазифункция и квазифункциональная зависимость в понимании Ивлева?

Концепция квазифункции развивается, с одной стороны, на базе философских соображений, а с другой – как средство построения семантик в модальной логике. Рассмотрим сначала философские соображения.

Когда причина однозначно определяет следствие, мы имеем дело с функциональной зависимостью между причиной и следствием, или, иначе, с детерминизмом.

Понятие квазифункции возникает как попытка обобщения функции на тот случай, когда причина лишь налагает некоторое ограничение на множество возможных следствий [13]. Такую ситуацию Ю.В. Ивлев называет квазидетерминизмом и предлагает рассматривать детерминизм как частный случай квазидетерминизма, а функциональные зависимости – как частный случай квазифункциональных. Ивлев пишет: «Частными случаями квазифункции являются функция, а также полная неопределённость (хаотичность)» [13].

¹ Полный список своих публикаций до 2017 г. Ивлев приводит, например, в монографии «Квазиматричная (квазифункциональная) логика» [2. С. 124–126].

Таким образом, причина x не определяет следствие y однозначно, а лишь налагает некоторые ограничения на то, какие значения может, а какие не может принимать y . На практике, каждому x ставится в соответствие множество возможных y . И если это необходимо, дерево разбора возможных следствий разветвляется в соответствии с количеством следствий, и каждое разбирается отдельно [12. С. 58–59].

Лучше всего эти функции иллюстрируются конкретными примерами из логики. Ивлев использует квазифункции для определения логических связок модальной логики. Это альтернативный подход к построению семантики модальной логики, предложенный Ю.В. Ивлевым и решающий некоторые проблемы логической семантики, в частности, проблему, связанную с тезисом Лукасевича «о невозможности определения модальных операторов „необходимо“ ($\Box$) и „возможно“ ($\Diamond$) в терминах „истина“ и „ложь“» [12. С. 61; 16; 17]. Для настоящего исследования эти семантики важны только для иллюстрации понятия квазифункции и концепций Ивлева.

В этих примерах квазифункции имеют достаточно простой вид, они определены на конечном множестве, имеют конечное множество значений и задаются таблично или списком. Например: $\{(a, d) \text{ или } (a, k), (c, m)\}$ означает, что $f(a)$ равно либо d , либо k . А $f(c) = m$. Ивлев пишет об этом, что «значение квазифункции не определено, указана лишь подобласть области значений, в которой содержится объект, являющийся значением квазифункции» [16].

Или, например, чтобы определить унарный логический оператор «необходимость» (обозначаемый $\Box A$ или LA), для него задаётся следующая таблица истинности:

$\Box A$	A
f	f
t/f	t

Здесь t/f читается как «то ли истинно, то ли ложно» [12. С. 58]. Этой таблице соответствует квазифункция, заданная на истинностных значениях и имеющая вид: $\{(t, f) \text{ или } (t, t), (f, f)\}$. То есть если A ложно, то « $\Box A$ » тоже ложно. Если A истинно, то $\Box A$ не определено. ($\Box A$ читается как «необходимо A »). Этот простейший пример определения логической связки (модального оператора) взят из семантики минимальной квазифункциональной логики $S_{\min}$ [12. С. 56–70]. На основании квазифункций определяются и другие логические операторы и связки, в том числе и для более сложных многозначных логик. Также в русле этого подхода Ивлевым построены семантики, например, для знаменитых Льюисовских систем $S4$, $S5$ и предикатной $PS5$, а также для новых систем модальной логики [1; 8; 12. С. 174, 181, 187].

В силу специфики запросов модальной логики в ней преобладают квазифункции, имеющие дело с конечными множествами. Более сложные обобщения этой идеи и требующиеся для них более точные определения в работах представителей этого направления обычно не рассматриваются [8; 10].

Достигнув успеха в применении квазифункций к построению семантик для модальной логики, Ю.В. Ивлев задаётся вопросом о возможности применения их за пределами логики [2. С. 117–122; 13]. В связи с одним из таких вопросов Ивлев и вводит понятие квазиавтомата. Идея квазиавтомата возникает как результат закономерного стремления получить различные обобщения существующих научных концепций на базе квазифункционального подхода, подобно тому, как это удалось сделать в логической семантике [16]. В своих статьях и книгах Ивлев перечисляет такие научные концепции, иллюстрирует их простыми примерами и ставит вопросы их возможного квазифункционального обобщения, хотя и не исследует эти темы подробно.

Среди подобных научных концепций и возникает идея обобщить концепцию автомата до квазиавтомата. Ю.В. Ивлев пишет: «одним из возможных технических приложений принципа квазифункциональности является создание *конечных квазиавтоматов*» (здесь и далее в абзаце курсив наш. – М.Ш.) [8]. «Автомат имеет вход и выход. ...Между сигналом на входе и сигналом на выходе имеет место функциональная зависимость. В квазиавтомате зависимость квазифункциональная» [11. С. 18]. «Внутренний механизм устройства таков, что при некотором определенном входном сигнале *реакция на выходе* и *изменение состояния* устройства определены не полностью» [10. С. 4]. То есть и *функция переходов*, и *функция выходов* [18. С. 98] такого конечного автомата – это квазифункции (см. Шалопин [14; 15]).

Прежде чем обсуждать высказывания и анализировать концепцию квазиавтомата, надо сделать несколько пояснений по поводу термина «автомат» у Ивлева и других исследователей, а также по поводу других используемых понятий. На данный момент в математике и информатике существует устоявшаяся иерархия моделей вычислений. Эквивалентные между собой полные по Тьюрингу модели (Turing complete), такие как рекурсивные функции, машины Тьюринга, алгоритмы Маркова и др., находятся наверху иерархии. Другие модели вычислений, такие как конечные автоматы (finite-state machine) или примитивно рекурсивные функции, позволяют реализовать лишь некоторый ограниченный класс алгоритмов, по своим возможностям соответствующий тем или иным подклассам полных по Тьюрингу моделей. Они (модели) могут отличаться между собой классами реализуемых на них алгоритмов (возможностями) и математической реализацией.

Таким образом, в науке существуют вполне конкретные значения для термина *автомат*. Под автоматом понимается модель вычислений или какая-то конкретная модель вычислений в зависимости от контекста. Как правило, это модель, в своей математической реализации идущая по пути подобия вычислительному устройству (например, машина Тьюринга). Хотя в принципе автоматами можно считать и рекурсивные функции и даже выражающие их формальные системы, но этот термин так не употребляется. Любой формальный язык с аксиоматикой, представляющей рекурсивные функции (recursive function representability), будет полным по Тьюрингу [19. С. 17; 20. С. 147].

Термин «конечный автомат» имеет конкретное математическое определение. Это конкретная модель вычислений, употреблять данный термин

просто как синоним расплывчатой концепции некоторого конечного вычислительного устройства – неправильно [18. С. 95; 19. С. 53–63]. Например, машина Тьюринга тоже в некотором смысле конечна, но она не является конечным автоматом. Класс конечнозначных функций тоже нельзя так называть, так как они слабее и имеют другую математическую реализацию. У Ивлева в его примерах фигурируют конечные автоматы [8], на основании которых он предлагает строить квазиавтоматы. Также и В.В. Шалопин, обсуждая квазиавтоматы Ивлева, рассматривает их на базе конечных автоматов [14; 15]. Но в принципе это можно понимать лишь как пример, а сама идея Ивлева заключается в построении квазиавтомата на базе любого автомата [8].

По поводу автоматов следует также заметить, что термин «автомат» может вводить в заблуждение своим устаревшим звучанием, вызывая ассоциации с вычислительной техникой докомпьютерных времён. В действительности, различные автоматы – это алгоритмы компьютерных программ до их воплощения в конкретном языке программирования (вернее, до их аппаратной или программной реализации) [18. С. 95; 19. С. 17–18].

На основании вышеперечисленного выделим нужные нам свойства концепции квазиавтомата и кратко опишем основную идею этой концепции:

1 Понятие квазиавтомата опирается на уже существующие в науке определения автоматов (является их расширением или *модификацией*). Иными словами, связь понятия квазиавтомата и автомата обусловлена не только схожестью обозначающих их терминов. Это родственные, связанные по смыслу концепции. Понятие квазиавтомата предполагает понятие автомата.

2 Определение квазиавтомата должно быть таким, чтобы автомат являлся частным случаем квазиавтомата.

3 Относительно автоматов в своих примерах Ивлев имеет в виду в первую очередь конечные автоматы. То есть вполне конкретную модель вычислений. Конечные автоматы имеют математическое определение.

4 Квазиавтоматы отличаются от автоматов тем, что зависимость между входными данными и поведением автомата в широком смысле квазифункциональная. А именно функциональные зависимости в них заменены на квазифункциональные. Функция переходов и функция выходов – это квазифункции.

Таким образом, квазиавтомат Ивлева – это не что-то принципиально новое. Квазиавтомат получается на базе существующих в науке автоматов, или, если расширить идею Ивлева, то на основании существующих моделей вычислений. Это осуществляется заменой в них функциональных зависимостей на квазифункциональные. Идея Ивлева заключается в том, чтобы получить более широкий класс автоматов, называемых квазиавтоматами, допустив в функциональных зависимостях внутри автомата элемент недетерминированности. Можно представить, что при моделировании такого автомата каждое недетерминированное действие должно предполагать ветвление дерева реализаций на соответствующее количество вариантов (если, конечно, моделирование предполагает расчёт всех возможных состояний или процесс, перечисляющий каждое состояние).

Квазиавтоматы и недетерминированные модели вычислений

Теперь установим соответствие между квазиавтоматами и недетерминированными моделями вычислений, обсудим свойства этого соответствия (экспликация, полнота и другие теоретические свойства).

Подбирая математическое воплощение (экспликат) для концепции квазиавтомата, мы обратили внимание на сходство идей Ю.В. Ивлева с существующими в теории вычислимости (теории сложности вычислений) недетерминированными моделями вычислимости. Например, недетерминированные аналоги для машины Тьюринга, автоматов с магазинной памятью и конечных автоматов описаны в работе Д. Хопкрофта, Р. Мотвани и Д. Ульмана [19. С. 62, 73–74, 233–265, 328–340, 351–353]. При ближайшем рассмотрении оказывается, что эта аналогия позволяет установить соответствие, обладающее следующими свойствами:

1) всякая недетерминированная модель вычислений является математическим выражением (экспликатом) идеи квазиавтомата. Пример: концепция недетерминированного конечного автомата (**nondeterministic finite automaton (NFA)**) является одним из возможных математических воплощений концепции квазиавтомата;

2) полнота класса. Класс недетерминированных моделей вычислений исчерпывает все возможные экспликаты концепции квазиавтомата. Иными словами, всякая математическая конкретизация концепции квазиавтомата приводит к той или иной недетерминированной модели вычислений.

Обсудим и аргументируем эти свойства. Сначала рассмотрим пример недетерминированного конечного автомата (**nondeterministic finite automaton (NFA)**) [19. С. 73]. Проверка того, что эта модель вычислений (недетерминированный конечный автомат) является одним из экспликатов концепции квазиавтомата, не содержит сложных идей. Необходимо иметь в виду то, как в теории вычислимости для этого случая из детерминированной модели вычислений строится соответствующая ей недетерминированная [19. С. 62, 73–74]. Способ, которым она образуется из детерминированной модели, структурно не отличается от того, как квазиавтомат определяется на базе автомата, то есть заменой функциональных зависимостей на квазифункциональные.

Для иллюстрации сравним цитаты Ивлева с цитатами Хопкрофта и соавторов.

Хопкрофт, Мотвани и Уильман пишут: « δ , функция переходов, – это функция, аргументами которой являются состояние из Q и входной символ из Σ , а значением – некоторое подмножество множества Q . Заметим, что единственное различие между НКА и ДКА состоит в типе значений функции δ . Для НКА – это множество состояний, а для ДКА – одиночное состояние» [19. С. 74]. Здесь Q – это множество состояний, Σ – входной алфавит, они конечны; НКА и ДКА – недетерминированный и детерминированный конечные автоматы.

Далее, они уточняют: «НКА отличается от ДКА тем, что НКА может иметь любое число переходов (в том числе ни одного) из данного состояния

по данному входному символу. Эти автоматы либо непосредственно имитируются с помощью программы, либо вначале преобразуются в ДКА, а затем уже реализуются в виде программы» [19. С. 98].

Ивлев пишет: «Внутренний механизм устройства таков, что при некотором определенном входном сигнале реакция на выходе и изменение состояния устройства определены неполностью» [10. С. 4]. Полагаем, здесь реакция на выходе – это значение функции выхода, а изменение состояния – это значение функции переходов.

Также у Ивлева: «Между сигналом на входе и сигналом на выходе имеет место функциональная зависимость. В квазиавтомате зависимость квазифункциональная» [11. С. 18]. «...Значение квазифункции не определено, указана лишь подобласть области значений, в которой содержится объект, являющийся значением квазифункции» [16].

Таким образом, можно убедиться, что между недетерминированным конечным автоматом и квазиавтоматом на базе конечного автомата нет никаких различий, выразимых математически. А именно никакие структурные свойства недетерминированного автомата и квазиавтомата отличаться не будут. Различия могут содержаться только в философской интерпретации объекта, а в отношении своего устройства, характера работы и всех собственно математических свойств они будут эквивалентны.

Аналогично в этом можно убедиться и для других автоматов и моделей вычислений. Например, для машины Тьюринга или для автомата с магазинной памятью (*pushdown automaton* – *PDA*).

Гораздо сложнее аргументировать свойство 2. Оно подразумевает, что всякое уточнение и конкретизация в математических терминах концепции квазиавтомата приведет к той или иной недетерминированной модели вычислений. Здесь можно наметить два способа аргументации: исходя из свойств концепции квазиавтомата или с использованием полных, по Тьюрингу, автоматов. Рассмотрим сначала первый путь на базе определения квазиавтомата. Построить квазиавтомат, который не является недетерминированной моделью вычислений, означает в том числе и невыход за рамки пусть и размытой, но концепции квазиавтомата, её основных свойств (определения). А это значит, что математический экспликат квазиавтомата должен строиться на базе конкретной модели вычислений. При этом замена функциональных зависимостей на квазифункциональные должна быть выполнена в ней с привлечением некоторой идеи, выводящей за пределы класса недетерминированных моделей, или сами квазифункции должны содержать столь необычную идею. Уже на основании этих условий можно сказать, что нахождение такого объекта представляется крайне маловероятным, особенно в свете того, что это обобщение должно также удовлетворять некоторым разумным критериям того, что такое автомат: быть счётным, перечислимым и т.д.

Второй способ аргументации использует идею полных, по Тьюрингу, моделей вычислений, например, машины Тьюринга и недетерминированной машины Тьюринга [19. С. 328–340, 351–353]. Задача состоит в построении математического воплощения квазиавтомата, выходящего за пределы класса

недетерминированных моделей. Квазиавтомат строится на базе некоторого автомата. Моделируем этот автомат на машине Тьюринга. Значит, нам нужно так изменить машину Тьюринга, чтобы выйти за пределы класса недетерминированных машин Тьюринга, которые являются недетерминированными моделями. Таким образом, задача предполагает решение задачи о модификации машины Тьюринга на базе идеи квазифункции так, чтобы получился автомат, не моделируемый недетерминированной машиной Тьюринга и при этом не выходящий за пределы вычислимых объектов. (Предложить какое-нибудь континуальное обобщение не будет решением проблемы.)

Таким образом, нами перечислены трудности, с которыми будет сталкиваться всякое исследование, направленное на отыскание соответствующего математического объекта. А значит, приведённые соображения могут служить пробным камнем для тех, кто предпримет попытки в этом направлении.

Заключение

Установленное соответствие между концепцией квазиавтомата и недетерминированными моделями вычислений имеет смысл принимать в расчёт в любых философских приложениях идеи квазиавтомата. Любую философскую дискуссию или исследование с привлечением квазиавтоматов можно дополнить соотношением обсуждаемых или используемых квазиавтоматов с конкретным классом математических объектов. Это позволит более чётко провести границу между философской проблематикой (для которой используется квазиавтомат) и его математическими свойствами; увидеть уже доказанные для той или иной модели математические свойства; избежать напрасных ожиданий от математических следствий концепции и наоборот, использовать эти следствия как предмет или инструмент философского исследования.

Мы проиллюстрировали концепцию квазиавтомата, опираясь на работы Ивлева, выполнили отвлечение нужных нам свойств этой концепции и конкретизировали её основную идею. На основании этого мы указали на соответствие между возникшими в философской логике квазиавтоматами и существующими в теории вычислимости (теории сложности вычислений) недетерминированными моделями вычислимости. Затем мы определили и описали характер этого отношения.

Недетерминированные модели вычислимости можно рассматривать как экспликацию (математическое воплощение) понятия квазиавтомата. А именно всякая конкретная недетерминированная модель вычислений (например, недетерминированные конечные автоматы) может рассматриваться как конкретное математическое воплощение идеи квазиавтомата. Также есть веские основания считать, что это соответствие обладает свойством полноты, то есть класс недетерминированных моделей вычислений полностью исчерпывает возможные математические воплощения идеи квазиавтомата. Всё это открывает широкие возможности для апелляции к математическим результатам теории вычислимости в любой философской дискуссии о квазиавтоматах.

Вместе с тем это налагает значительные ограничения на возможные ожидания от развития идеи квазиавтомата. Также полученные результаты перемещают дискуссию о квазиавтоматах в другую предметную область и позволяют избежать малорезультативных попыток развития теории квазиавтоматов средствами и методами, принятыми в логике.

В заключение можно предположить, что и другие мало разработанные логико-философские идеи могут иметь уже существующий математический экспликат, выявление которого и определение свойств соответствия с которым обогатит исследования новыми методами.

Литература

1. *Ивлев Ю. В.* Содержательная семантика модальной логики. Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1985. 170 с.
2. *Ивлев Ю. В.* Квазиматричная (квазифункциональная) логика. Москва : Изд-во Моск. ун-та, 2018. 126 с.
3. *Кузнецов А. М.* Квазиматричная логика норм: дис. ... канд. филос. наук. Москва, 1998. 131 с.
4. *Coniglio M.E., Golzio A.C.* Swap structures semantics for Ivlev-like model logics. Springer-Verlag GmbH, 2019. P. 1–14.
5. *Аркадскова П. Э.* Шестизначная квазиматричная логика норм // Логико-философские исследования. 2016. Вып. 7. С. 145–152.
6. *Архиперев Н. Л.* Семантика допустимых множеств оценок для S5. Разрешающая процедура // Логические исследования. 2011. № 17. С. 5–13.
7. *Avron A., Zamansky A.* Non-deterministic semantics for logical systems // Handbook of Philosophical Logic. 2011. Vol. 16. P. 227–304.
8. *Ивлев Ю. В.* Квазифункциональные отношения в логике и других областях знания // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. 2021. № 63. С. 214–235.
9. *Кадыг-оол Х. К.* Истоки квазиматричной логики // Известия Академии наук Республики Таджикистан. Отделение общественных наук. 2013. № 2. С. 71–74.
10. *Ивлев Ю. В.* Сравнительный анализ квазифункциональных логик // Гуманитарный вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2017. № 11 (61). С. 1–8.
11. *Ивлев Ю. В.* Квазифункциональность в логике и других науках // Гуманитарный вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2019. № 6 (80). С. 1–22.
12. *Ивлев Ю. В.* Модальная логика. Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1991.
13. *Ивлев В. Ю., Ивлев Ю. В.* От детерминизма к квазидетерминизму в логике и вне логики // Логические исследования. 2018. Т. 24, № 2. С. 92–99.
14. *Шалопин В. В.* Квазифункции и абстрактные квазиавтоматы // Наука и философия на рубеже тысячелетий: перспективы и горизонты: тез. докл. и выступлений Всерос. науч. конф., Курск, 11–12 апреля 1995 г. Курск, 1995. С. 66–67.
15. *Шалопин В. В.* Квазифункции, нечеткие отношения и теории абстрактных автоматов // XI Междунар. конф. «Логика, методология, философия науки». II. Москва; Обнинск, 1995. С. 80–84.
16. *Ивлев Ю. В.* Квазиматричная логика – основа теории фактических (физических) модальностей // Логические исследования. 2001. № 8. С. 50–64.
17. *Ивлев В. Ю., Ивлев Ю. В., Ивлева М. Л.* Логическая методология // Вестник РУДН. Сер.: Философия. 2019. № 4. С. 499–507.

18. Карпов Ю. Г. Теория автоматов. Санкт-Петербург : Питер, 2003. 208 с.
19. Хопкрофт Д., Мотвани Р., Уильман Д. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. 2-е изд. Москва : Издательский дом «Вильямс», 2008. 527 с.
20. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. Москва : Наука, 1971. 320 с.

THE CONCEPT OF QUASI-AUTOMATON: AN ATTEMPT TO FIND A MATHEMATICAL EXPLICATE OF A PHILOSOPHICAL CONCEPT

M.A. Shchukin

*Faculty of Philosophy, Lomonosov Moscow State University,
27, build. 4, Lomonosovskiy Pr., Moscow, 119991, Russian Federation*

Abstract. The article analyzes the concept of a quasi-automaton, which emerged in philosophical logic. The relationship between the concept of the quasi-automaton and models of computation (such as nondeterministic models) is discussed. The properties and perspectives of studying such relationships are clarified. Due to the established correspondence, the concept of the quasi-automaton is incorporated into mathematical theory, which allows clarifying its possibilities and limitations.

Keywords: quasi-automaton, quasi-function, models of computation, non-deterministic models of computation, explicate

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ

DOI: 10.22363/2224-7580-2025-2-103-123

EDN: PZZUFP

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ЗЕМЛИ КАК ФУНКЦИЯ ГАЛАКТИЧЕСКОЙ СЕЗОННОСТИ

В.В. Параев*

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева

Сибирского отделения Российской академии наук

Российская Федерация, 630090, Новосибирск – 90, пр-т акад. Коптюга, д. 3

Аннотация. Экологические проблемы современности – глобальное потепление – оцениваются в едином ряду планетарных катаклизмов, зафиксированных в фанерозойской истории Земли. Понимание природы закономерностей такого развития и его движущих сил требует учёта пространственного положения Земли с её подчинённой ролью в системе космических объектов, определяющих структуру Галактики. Периодичность глобальных геологических событий долговременного масштаба рассматривается как земное отражение астрофизического воздействия в форме проявления галацентризма.

Ключевые слова: потепление климата, глобальные геологические циклы, галактический год

И не говорите, что я не сделал ничего нового.

Новое – в подаче материала.

Б. Паскаль

Вместо предисловия

В настоящее время мировые СМИ в большинстве своём озабочены реальностью начала третьей мировой войны с использованием ядерного оружия. Мир находится в критическом состоянии. В основе таких дестабилизаций лежат обычно противостояния прагматических и духовных сил, зависящих, как правило, от экономических, межнациональных или религиозно-идеологических межгосударственных разногласий. Вместе с тем они

* E-mail: vladilenparaev@yandex.ru

относятся всё же к внутри земным проблемам, решение которых зависит от доброй воли самих людей. Однако есть и другие глобальные проблемы, по своим масштабам столь же грандиозные, но при этом никак не связанные с волей и желаниями человека. Сложившуюся на данный момент ситуацию прокомментировал Далай-лама XIV.

В интерпретации корреспондента © РИА Новости Нины Алексеевой (<https://ria.ru/20241121/mir-1985020158.html>) Далай-лама – не только духовный лидер тибетских буддистов. Он также авторитет для многих людей далеких от религии. Во многом – благодаря своим пророчествам, сбывающимся с удивительной точностью. Особенно внимательно к его словам стали прислушиваться в 2021 г. – в разгар пандемии, когда распространение COVID-19 стало закономерным и ожидаемым. Несмотря на всю серьёзность политической ситуации в развязывании третьей мировой войны, Далай-лама всё же счёл необходимым напомнить ещё и о такой грандиозной проблеме, как *глобальное потепление*, и выступил с предупреждением всему человечеству.

Глобальное изменение климата затрагивает интересы всех землян вне зависимости от национальности и вероисповедания. У проблемы глобального потепления нет государственных границ. Его пагубные последствия в долгосрочной перспективе (по прогнозам Далай-ламы) с каждым десятилетием будут только нарастать. Вопросы климата во второй половине уже этого века выйдут даже на первый план.

Действительно, необычная активность разного рода природно-климатических проявлений планетарного масштаба, особо часто фиксируемых в последние десятилетия XX и начала XXI века, вызывает всё большую обеспокоенность учёных и общественности. Агентства новостей во всём мире сообщали о многочисленных аномальных явлениях и катастрофах, происходящих в природе, которые связывают с потеплением климата. Потеплением охвачена вся планета: тают полярные льды и горные ледники, поднимается снеговая граница. Мощнейшие тайфуны и ураганы свирепствуют в регионах тропического пояса Тихоокеанской акватории. Небывалые ливневые дожди (снегопады) и наводнения обрушивались на Европу, Китай, Корею и другие страны. По данным Всемирной метеорологической организации, от невиданных ранее наводнений пострадали уже десятки миллионов человек в 80 странах мира, а нанесённый ущерб исчисляется сотнями миллиардов долларов США. Перечень напастей катастрофического характера дополняют также пробуждения дремавших вулканов и участвовавшие случаи сильных землетрясений.

Феномен изменения климата планеты кажется уже не вызывает сомнений. В его подтверждение приводятся самые разнообразные аргументы. Но вот вопрос о *причинах* столь заметных изменений в природе до сих пор ещё остаётся открытым. Среди множества предполагаемых обоснований наибольшей популярностью пользуется парниковый эффект, обусловленный повышением содержания CO₂ в атмосфере, которое связывают с техногенными выбросами углекислоты.

Серьёзность создавшейся ситуации из обсуждений узкого круга специалистов и научной общественности вынесена на уровень ООН, глав государств и правительств. Вопросы по окружающей среде и развитию наиболее радикально и определённо прозвучали на конференции ООН ещё в 1992 году в Рио-де-Жанейро. Проблемам угрозы глобального потепления были посвящены Рамочная конференция ООН (1997), более известная по документу под названием «Киотский протокол», а также конференции, прошедшие в Копенгагене 2009 году и Париже – 2015. Подробный перечень таких мероприятий приводится в [19]. В работе конференций принимали участие представители из 190 стран. Рекомендации, выработанные на конференциях, в целом направлены на снижение выбросов в атмосферу парниковых газов, которые, как полагают, и служат причиной изменения климата. Главным инструментом в решении этой экологической проблемы современности – глобального потепления – предложено использовать рыночные механизмы, требующие значительных финансовых затрат.

Грандиозные темпы технического прогресса и роль человеческого фактора, несомненно, имеет место. Последствия его деятельности (по идеям В.И. Вернадского) нередко соизмеримы с явлениями планетарного порядка. Вместе с тем, отмечаемые процессы изменения лика Земли, повышение её тектонической деятельности (участившиеся случаи извержения вулканов, активность землетрясений) указывают всё же на более глубокие и фундаментальные причины, значительно превышающие роль антропогенного фактора.

Катаклизмы планетарного масштаба периодически потрясали Землю на протяжении всей истории её геологического развития. Не стало исключением и наше время с его господствующими идеями о глобальном потеплении. На фоне грозящих перемен приоритетными становятся исследования, направленные на прогнозирование и предсказания грядущих изменений климата. Чтобы адекватно и вовремя на них реагировать, создаются системы мониторинга – постоянного и регулярного наблюдения за процессами и явлениями, происходящими в окружающей среде.

Однако, чтобы разобраться в понимании общей картины происходящего, мало одного только мониторинга антропогенного влияния и его последствий. Прежде всего, необходимо выяснить вероятность и наличие природных причин, их масштабы и мотивацию, а уж потом на их фоне определять роль (долю) человеческого фактора в процессе изменения окружающей среды.

Для успешного прогнозирования каких-либо перемен в геологической системе, к тому же планетарного масштаба, недостаточно информации или мониторинга за состоянием окружающей среды лишь на срезе современной стадии. Необходимо знание как особенностей всего хода истории, так и характеристики этой системы в прошлом. Иными словами, **решение обозначенной проблемы переносится от необходимости постоянного мониторинга в область исследований фундаментальной геологии.** Только выявив закономерности процесса развития геологической системы, можно экстраполировать её поведение и в будущее. Особый интерес природно-климатических изменений представляет анализ динамики катаклизмов, зафиксированных

в геологической летописи, с позиций идей об их **взаимосвязи с астрофизическими причинами**, о которых говорил М.В. Ломоносов ещё в середине XVIII века [15].

В известном труде Ломоносова «*О слоях земных*» [9] был заложен, по сути, фундамент не только научной геологии, минералогии, физической географии, но и космогонии – теории происхождения и развития небесных тел. В последовательной смене «*земных слоёв*», содержащих раковины и остатки наземной растительности, М.В. Ломоносов видел смену периодов кардинальных изменений в условиях жизни самой планеты.

Мысль об изменениях климата, наряду с катаклизмами планетарного масштаба, потрясающими Землю в разные эпохи её развития, одним из первых высказал именно Ломоносов. Он был твёрдо убеждён во взаимозависимости всех космических объектов, указывая, что развитие Земли происходило последовательно наряду с эволюцией других планет и звёзд. Он так сформулировал свой утвердительный вопрос-ответ: «*Когда и главные величайшие тела мира, планеты, и сами неподвижные звёзды изменяются, теряются в небе, показываются вновь; то в рассуждении оных мало нашего шара земного малейшие частицы, то есть горы (ужасные в глазах наших громады), могут ли от перемен быть свободны?*» [9. С. 54].

В переводе на современный научный язык в приведённой цитате Ломоносова речь по сути идёт о *принципе дистанционного воздействия внешних необратимых процессов любой природы на внутреннее состояние сложно организованных систем*. Это явление было открыто в исследованиях известного советского астронома Н.А. Козырева [8] – ещё за двадцать лет до публикации представлений нобелевского лауреата И. Пригожина [17] о роли необратимых процессов в мироздании. Физический механизм глобальной взаимосвязи рассмотрен также в работах [3–5].

Под дистанционным воздействием внешних необратимых процессов в обобщённом виде подразумевается всё то, что имеет форму физической силы, отражённой в положении Земли как спутника Солнечной системы. Динамика Солнца (составного элемента Млечного Пути) в полной мере также зависит от воздействия на него галактических неоднородностей, встречающихся ему на орбитальном пути. Известно, что звёздная плотность в Галактике далеко не однородна. При этом [11] неоднородность распределения звёздных скоплений, туманностей, спиралевидных рукавов и т.д. влияет на характер движения Солнца по галактической орбите. От взаимодействия с этими неоднородностями зависит не только состояние Солнца, но и условия тектонической активности и типы земных преобразований.

Таким образом, поиск решения вопросов об изменении климата Земли сводится к корреляции материалов геологии с исследованиями астрофизических проблем.

Периодичность кризисных событий в геологической истории Земли

Имеющиеся геологические материалы и разработанная нами концепция взаимодействия геосфер [10; 12; 14; 16] способствуют не только выделению

в пределах стратисферы разного рода мегахрон преобразований земного вещества. Она позволяет достаточно уверенно говорить о природе устойчивого ритма повторяющихся фазтектогенеза, определённого типа седиментации, великих вымираний и новых рождений в растительном и животном мире, о периодичности изменений климата, об их мотивации.

Решение проблемы периодизации кризисных событий рассматривается с позиций выявления в истории Земли глобальных циклов по единому (*сквозному во времени*) геологическому признаку. Таким признаком стало содержание органического углерода (C_{org}) в осадочных комплексах фанерозоя. В методической основе концепции о глобальных геологических циклах лежат представления о *взаимозависимом формировании всех геосфер через вещественно-энергетический обмен* между ними.

Предлагаемый метод анализа динамики эпохальных кризисов опирается на систематизацию геологических событий планетарного масштаба. Их отсчёт ведётся по долговременной (миллионы лет) периодизации, отражённой в природных процессах и явлениях как *глобальные геологические циклы* (ГГЦ). Основные положения концепции и обоснование принципа выделения глобальных событий долговременного масштаба детально рассмотрены в работах [10; 12; 14; 16]. Напомним их главные моменты.

1. Из всего многообразия форм материального обмена между геосферами объектом исследования выбраны экзогенные процессы по двум причинам. Во-первых, экзогенные преобразования – это результат функционального взаимодействия атмосферы, гидросферы, литосферы и развивающейся биосферы. Они целиком базируются на аккумуляции энергии Солнца – самого значимого и ближайшего к Земле галактического объекта. Во-вторых, органический мир сам является мощным трансформатором солнечной энергии и одновременно наиболее чутким индикатором изменений её динамики.

2. Аккумуляция *биосферой* солнечной энергии (фотосинтез) протекает с потреблением воды *гидросферы* и CO_2 *атмосферы*. Органические остатки захороняются в *литосфере*, а биогенный кислород выделяется в *атмосферу*. Эти процессы синхронны и замыкаются в единую цепь взаимообусловленных событий как *материальный обмен* между названными геосферами. Он поддается количественной оценке. Все расчёты приведены в [10; 14; 16].

3. На основе эмпирических данных о содержании C_{org} в осадочных комплексах фанерозоя построен график, отражающий периодичность: а) масштабов накопления органических остатков в недрах и выработки биогенного кислорода при фотосинтезе; б) различного рода глобальных процессов (в том числе изменений климата и критических событий в развитии биосферы) долговременного масштаба (рис. 1 и 2).

Расчётные данные баланса генерации биогенного кислорода, нанесённые на стратиграфическую шкалу геологического времени, выявили ГГЦ, растянувшиеся до 170 млн лет. Графически они представлены кривой, подобной *синусоиде*, состоящей из чередований периодов (в 50–70 млн лет) интенсификации и затухания фотосинтеза. На рис. 1 и 2 показаны: *Линия генерации кислорода* – не только указывает на периодичность колебаний темпов его производства, но и характеризует масштабы изменений интенсивности

фотосинтеза. *Дифференциальная линия* – показывает изменение скорости обогащения атмосферы биогенным кислородом и периодичность колебаний его производства и потребления. *Линия углерод-водородной оболочки* – отражает изменчивость и цикличность масштабов накопления органического вещества в недрах.

4. Полученные расчётным путём результаты были сопоставлены с широко известными литературными данными по расчленению геологической истории на эры, по фазам тектогенеза, закономерностям осадочного рудообразования, изменений природной среды и климата [12; 14]. Они точно совпали и гармонично вписались в структуру графика (рис. 1). Совпадения ГГЦ с продолжительностью геологических эр позволили выявить периодичность и тектонической активности земной коры, и особенностей осадочного рудообразования, и эпох формирования различного типа месторождений, и критических событий в растительном и животном мире (рис. 2).

5. Важным итогом расчётного баланса кислорода стало совпадение чередующихся периодов затухания и роста его интенсивности с направленностью критических событий необратимого развития биосферы. На рис. 2 критические события в эволюции органического мира отражают два знаменательных и ключевых момента. Во-первых, эти события ознаменовались новыми формами видообразования, став эпохальными вехами её истории. Так, на рубеже *венд-кембрий* история земной жизни разделилась на два этапа: *криптозой* и *фанерозой* (скрытая и явная жизнь). На границе *пермь-триас* обозначился рубеж между *палеозоем* и *мезозоем*. В мезозое смена доминирующей группы рептилий ознаменовала начало (палеоген) новой – *кайнозойской эры*. Во-вторых, критические события необратимого развития биосферы имеют точно такую же периодичность в 50–70 млн лет и подчинены *глобальным циклам*, растянутым до 170 млн лет.

Полученная графическая картина (рис. 1 и 2) объясняется прямой зависимостью темпов производства свободного кислорода от богатства растительного мира (в том числе водорослей), то есть интенсивности процессов фотосинтеза. Данная взаимосвязь позволяет (по количеству захоронённых органических остатков) судить о буйстве или ущербе растительного мира в какой-либо отрезок геологической истории, об активности фотосинтеза и, следовательно, генерации биогенного кислорода.

В пользу нашей интерпретации говорят *совпадения во времени* расчётных снижений интенсивности выделения биогенного кислорода с эпохами глобальных оледенений и других признаков похолодания в *кембрии*, *позднем ордовике-силуре*, *девоне*, *пермо-триасе*, *палеогене*, на которые указывали многие исследователи [1; 2; 6; 21; 22]. Планетарные похолодания подавляли производство растительности, что и отразилось на графике в уменьшении массы УВ-оболочки и генерации биогенного кислорода. Эпохи глобальных похолоданий на Земле исследователи стали называть «*зимами нашей планеты*» [6], то есть условно можно говорить о *глобальных геологических зимах*. Периоды с буйным расцветом растительности и интенсивным фотосинтезом уподобляются условно «*глобальному лету*» (рис. 1). «Летние и зимние сезоны» разделены относительно кратковременными интервалами (10–20 млн лет) «*глобального межсезонья*» (весна, осень).

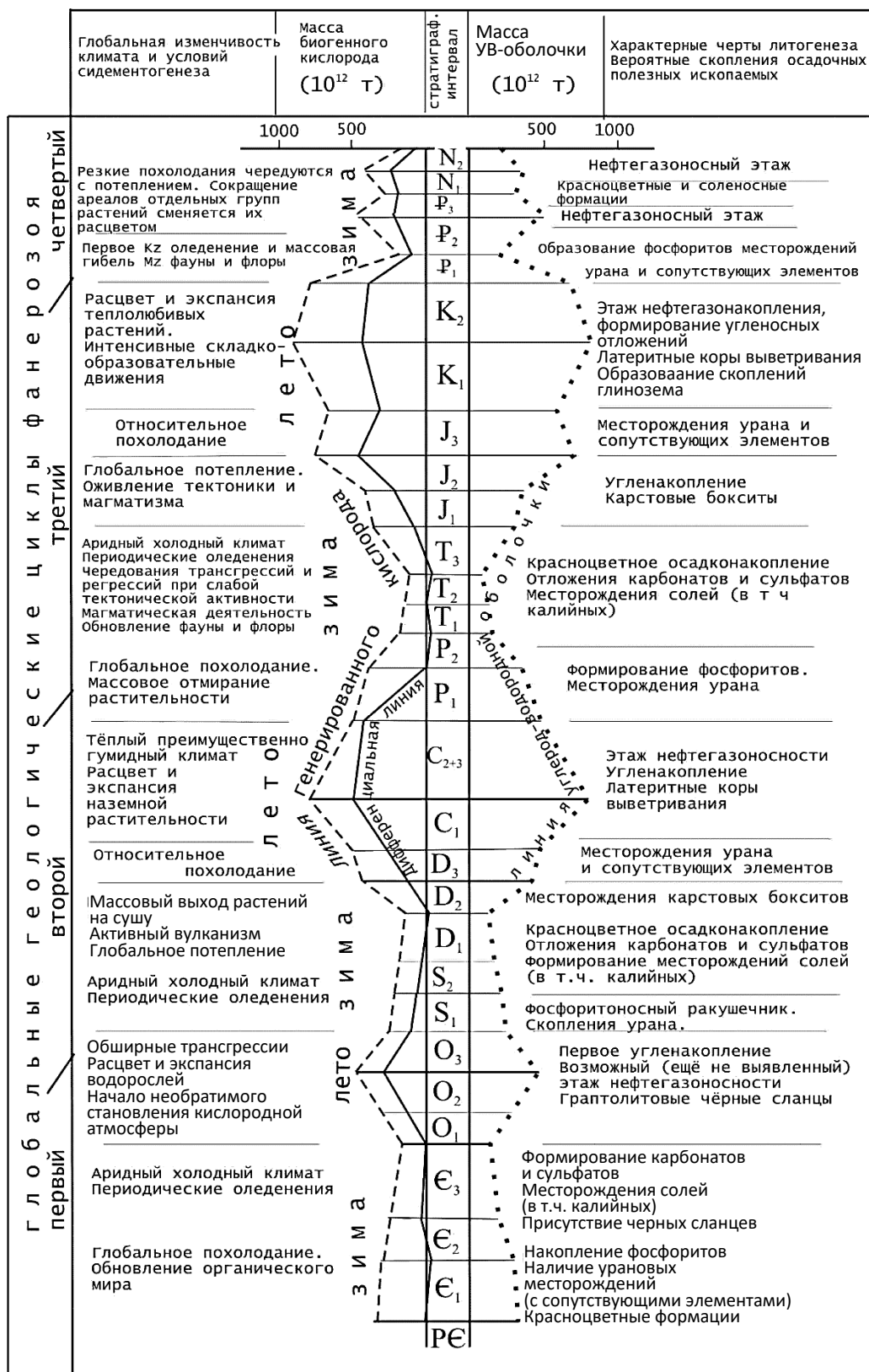
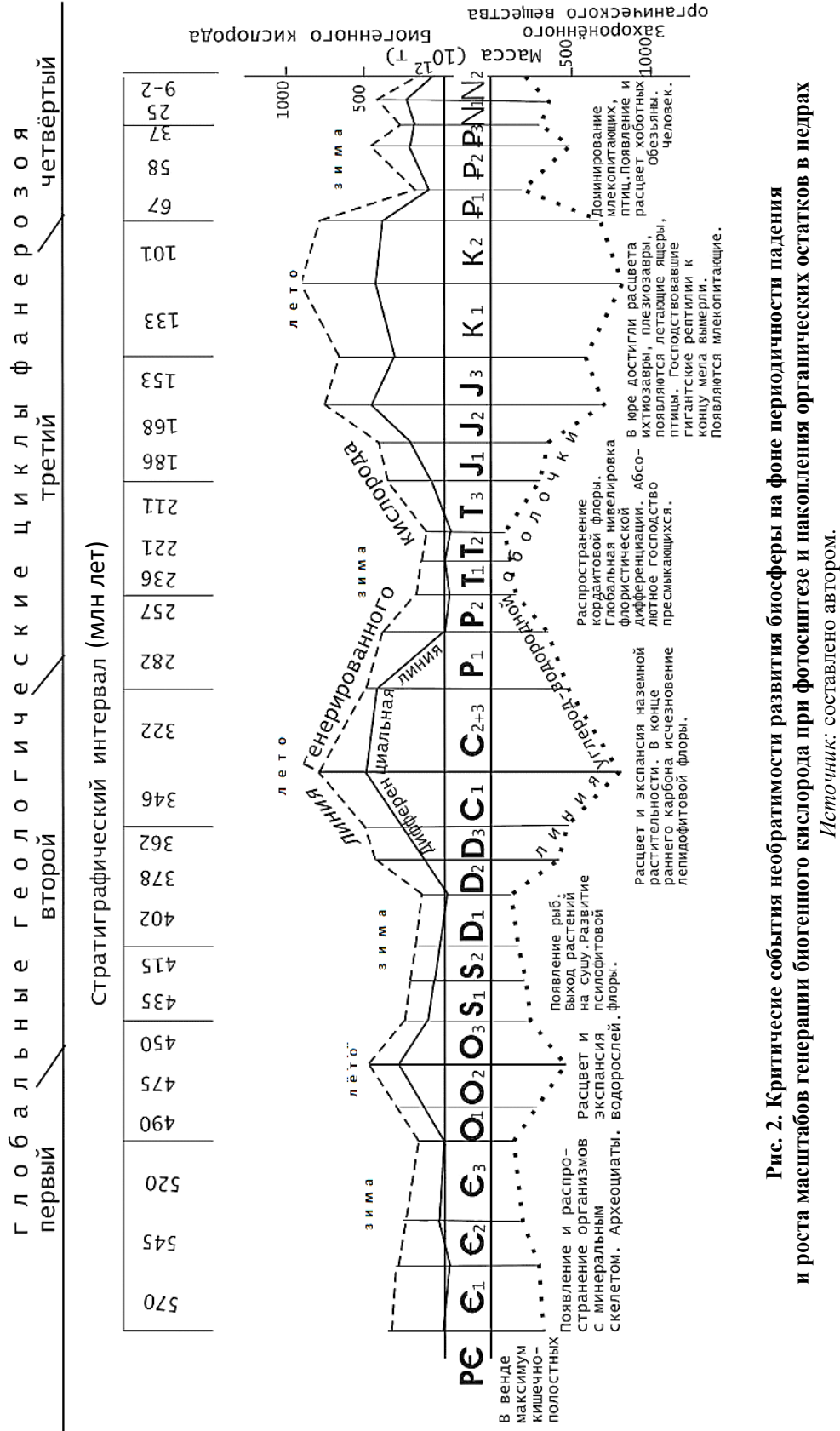


Рис. 1. Периодичность и цикличность геологических событий в фанерозое

Источник: составлено автором.



Таким образом, выявленная цикличность указывает на три принципиальных обстоятельства, связанных с мотивацией глобальных процессов.

1. Цикличность долговременного масштаба, выделенная по содержанию S_{org} , подчёркивается всеми важнейшими событиями фанерозоя, проявившимися в расчленении геологической истории на эры, критических переменах в органическом мире, климате, фазах тектогенеза, эпохах различного типа осадконакопления и т.д.

2. Хронологическая корреляция между названными событиями говорит о том, что все они не были случайными совпадениями, а порождены и регламентируются общей причиной.

3. Масштабность периодичности этих кардинальных событий в десятки миллионов лет может указывать на то, что эта причина имеет внешнюю (по отношению к Земле) природу.

С учётом обозначенных обстоятельств рассмотрим возможные причины, влияющие на планетарные изменения климата.

Сценарий внутри планетных причин глобального изменения климата

Среди предполагаемых обоснований глобального потепления, пожалуй, наибольшей популярностью пользуется парниковый эффект, обусловленный повышением содержания CO_2 в атмосфере, которое связывают с техногенными выбросами углекислоты. В сообщениях СМИ на тему о глобальном потеплении (а порой и в научной литературе) ещё можно встретить разного рода «страшилки» о том, что человечество погибнет либо от грядущей жары, либо при массовом таянии ледников утонет. Например, повышение температуры всего на два градуса по подсчётам климатологов из Университета Ратгерса (Rutgers, The State University of New Jersey) поднимет уровень Мирового океана на 20 м. Возможность же повышения температуры на два градуса специалисты из международного комитета климатологов JPCC (Jakarta Praise Community Church) полагают вполне допустимой. Обзор этих материалов можно прочитать на сайте National Science Foundation – агентства, финансирующего эти исследования. Более того, специалисты из университета Колорадо и Гетеборгского университета смоделировали темпы таяния льдов Арктики (<https://newdaynews.ru/inworld/842993.html>). Они пришли к выводу, что Арктика растает через 20 лет, независимо от уровня парниковых выбросов. Но были и варианты, где арктические льды растают уже к 2027 году.

Отмечаемое экспертами возрастание температуры в глобальном масштабе нельзя объяснить только ростом концентрации CO_2 в атмосфере, что нередко ещё встречается в популярной литературе. Не отрицая сам по себе «парниковый эффект», следует признать, что глобальные климатические изменения долговременного масштаба, скорее всего, определяются более фундаментальными факторами. Земля, как единая термодинамическая система, обладает защитными механизмами саморегуляции. Они способны компенсировать как недопустимую концентрацию углекислого газа в атмосфере, так и значительное повышение уровня мирового океана при таянии льдов.

Содержание CO_2 в воздухе строго регламентируется термодинамическим равновесием и компенсируется растворением карбонатов при возрастании содержания растворённого CO_2 в морской воде. Повышение парциального давления CO_2 в атмосфере *всегда сопровождается растворением* углекислоты в холодных водах полярных областей. Следствие этого процесса – растворение карбонатов. Например, в виде современного разрушения Большого Барьерного Рифа холодным течением Берингова пролива.

Прирост массы воды и повышение уровня Мирового океана в связи с потеплением климата будет урегулирован приростом массы биосферы. Тепличные условия расширяют ареал экспансии тропической растительности *вплоть до Полярного круга*.

Известно, что синтез глюкозы и целлюлозы протекает с активным потреблением воды и CO_2 . Каждая молекула глюкозы образуется с мобилизацией 13 молекул H_2O . Образование целлюлозы (клетчатки) идёт с потреблением 6п молекул CO_2 и 10п молекул H_2O . В планетарном масштабе массы современных биосферы ($2 \cdot 10^{22}$ г) и гидросферы ($1,4 \cdot 10^{24}$ г) вполне сопоставимы. Их соотношение в целом должно сохраняться. Удвоение массы растительного мира (как показывают расчёты) вполне достаточно, чтобы связать как «избыточную» воду, образованную при таянии льдов, так и избыточную углекислоту. Защитные механизмы саморегуляции в большинстве случаев действуют через биосферу (как наиболее чувствительный элемент системы), потому геобиологические факторы в значительной мере определяют эволюцию земного вещества в процессе становления и существования планеты.

Есть ещё один момент, на который следует особо обратить внимание. В обстоятельной монографии «Зимы нашей планеты» [6] авторы обсуждают интересное явление: глобальные похолодания на Земле и обширные оледенения, покрывающие континенты. Продолжительность глобальной зимы они оценивают свыше 50 млн лет. На рис. 1 «зимы» также имеют продолжительность в 50–70 млн лет.

В связи с таким совпадением уместно обсудить вопрос, затронутый в монографии [6], об оледенениях континентов. Её авторы неоднозначно трактуют понятие «зима планеты». В одном случае они говорят о периоде общего похолодания продолжительностью более 50 млн лет. В другом – говорят о «зиме» как *частном оледенении* с циклом (наступление ледника – его отступление – межледниковый период) порядка 25 тысяч лет.

В этот вопрос всё же следует внести ясность. Прежде всего, «глобальная зима» не является аналогом сибирской зимы с устойчивыми отрицательными температурами и снежным покровом. Разумеется, это продолжительный «сезон», в течение которого отмечаются как обширные оледенения, так и межледниковые периоды (подобно тому, как это имело место на всём протяжении «кайнозойской зимы»). Соответственно, следует понять, что каждое конкретное оледенение – это всего лишь *частное проявление*, как бывают отдельные особо морозные дни (и оттепели) обычной сибирской зимой.

Поэтому определение цикличности по сопоставлению частных оледенений по сути своей неверно. Так, если сопоставлять первое (частное)

оледенение «мезозойской зимы» с последним (частным) оледенением кайнозоя, то цикл составит более 200 млн лет. Напротив, если сопоставить последнее оледенение мезозоя с первым кайнозойским оледенением, то цикл окажется равным менее 100 млн лет. Подобные сопоставления вносят путаницу. Сопоставлять надлежит **всю совокупность частных оледенений целиком как единый период глобальной зимы** по принципу выделения фаз тектогенеза по Г. Штиле [23], как единого глобального явления. То есть **«глобальную зиму мезозоя» нужно сравнивать с таким же периодом оледенений в кайнозое.**

Кроме того, всегда следует иметь в виду, что «глобальные зимы» в геологической истории Земли по своим характеристикам могут (и даже должны!) существенно различаться. Те же авторы [6] отмечают, что принцип униформизма или актуализма, так широко распространённый в геологии, для интерпретации показателей древних условий через современные события попросту непригоден. Например, механизмы, вызывающие наступление длительных похолоданий (ледниковые периоды), в докембрии были совершенно иными. Даже сами процессы оледенения должны были разительным образом отличаться от современных процессов, сопутствующих оледенениям.

Так, в докембрии Земля представляла собой, по сути, абсолютно другую планету, которая ни по физико-химическим характеристикам, ни по соотношению главных элементов земной коры – континентов и океанов, ни по их географическому расположению совершенно не походила на современную. Скорость её вращения вокруг своей оси была значительно больше, а продолжительность суток меньше [18]. По нашим подсчётам [13], к началу фанерозоя (600 млн лет назад) земные сутки на 5 часов были короче современных. Следовательно, земной год тянулся свыше 440 суток. В атмосфере того времени практически полностью отсутствовал свободный кислород. Свойства гидросферы, или вод Мирового океана, тяготели к щелочным [12]. Об особенностях литогенеза, о соотношении видового состава биосферы, о формах и специфике существования живых организмов говорить вообще не приходится (см. рис. 1 и 2). Схожим в геологическом прошлом и настоящем Земли было, пожалуй, лишь её пространственное положение относительно Солнца и других планет. Однако особенности эффекта механики планетарного движения Земли – большие скорости её вращения вокруг своей оси – вызывали соответствующие им геодинамические возмущения, частоту и размеренность тектонической активности, несопоставимые с современными. Биологические ритмы живых существ и режим всей органической жизни докембрия также в полной мере подчинялись динамике чередования укороченных суток, большей продолжительности (по количеству суток) земного года и смене его погодных сезонов.

Таким образом, проблема природы ГГЦ (рис. 1 и 2) продолжительностью до 170 млн лет (в том числе изменение климата) и их повторяемость, прослеженная в фанерозое почти за 600 млн лет, не решается чисто геологическими методами. До недавнего времени в естествознании безраздельно господствовали идеи *геоцентризма*. Ответственными за мотивацию развития

Земли считались внутрипланетные силы, которые увязывались с неисчерпаемостью энергии в её ядре и мантии. Однако анализ причинно-следственной зависимости однозначно указывает на несоответствие разноплановых геологических событий долговременного масштаба и ограниченность возможностей их объяснений с позиций концепции геоэнергетики. Науке не известны земные источники энергии с таким масштабным периодом. Выявленные породно-климатические циклы долговременного масштаба с позиций рассмотренных сценариев антропогенно-земных причин не находят своего подтверждения. В то же время масштабность периодичности кардинальных событий в десятки миллионов лет однозначно указывает на внешнюю (по отношению к Земле) – астрофизическую причину галацентрической природы.

Глобально-климатические сезоны – формы проявления галацентризма

В фанерозойской истории становления Земли геологическими методами уверенно выделяются эпохи глобальных оледенений и других признаков похолодания в *кембрии*, позднем *ордовике-силуре*, *девоне*, *перми*, *палеогене*, на которые указывали многие исследователи [1; 2; 6; 21; 22]. Эпохи продолжительных (50 и более млн лет) глобальных похолоданий на Земле зарубежные специалисты стали называть «*зимами нашей планеты*» [6]. То есть, по сути, речь идёт, условно говоря, о «*глобальных* (геологического масштаба) *зимах*». Похолодание климата на планете неизбежно должно было вызывать подавление производства растительности, что и отразилось в уменьшении массы УВ оболочки на графике (рис. 1 и 2) и генерации биогенного кислорода. Эти временные периоды относительно климатических колебаний, нанесённые на стратиграфическую шкалу, выявили определённые закономерности.

«Глобальные зимы» со скудной растительностью неизменно сменяются эпохами буйного расцвета органической жизни (рис. 2), которые, пользуясь предложенной терминологией, мы также условно будем именовать «*глобальным летом*». «Летние и зимние глобальные сезоны» по своей продолжительности примерно равны (по 50–70 млн лет). Они разделены между собой относительно кратковременными интервалами (по 10–20 млн лет) «*глобального межсезонья*» (весна, осень).

Представления об особенностях планетарных условий «*глобальной зимы*» можно почерпнуть из описаний «*кайнозойской зимы*» как наиболее доступной изучению и достаточно подробно охарактеризованной в литературе [1; 2; 6]. Ещё раз отметим, что «глобальная зима» не аналог сибирской зиме с ее устойчиво отрицательными температурами и снежным покровом. В эпоху кайнозойского похолодания ледниковые покровы повсеместно напозлали на континенты. В Европе ледники достигали широты Киева и доходили до предгорий Альп. Западносибирский ледник опускался до широты Томска, а восточносибирский – до современных территорий Иркутской и Читинской областей. Очаговые оледенения располагались в Монголии и Тибете. В Северной Америке в одно из оледенений недавнего прошлого ледовый

панцирь покрывал почти весь континент, достигая линии современной границы США и Мексики.

«**Зима**» – время накопления ледниковых отложений, красноцветов и солей. Образование первых обусловлено *периодическими* оледенениями. Вторые формируются в результате фотохимического окисления минералов, содержащих FeO, чему содействует зимняя прозрачность атмосферы. Соли и соленосные отложения образуются при вымораживании водоёмов подобно тому, как ныне осолоняются воды озёр в Монголии и Тибете.

Ледниковые похолодания «кайнозойской зимы» обычно сменялись относительным потеплением, *но при этом всегда сохранялись полярные шапки льдов Арктики и Антарктиды*. По данным К.Б. Аширова и Т.М. Боргест [2], в настоящее время оледенение в пределах полярных кругов вместе с постоянными льдами в океанах и с горными ледниками занимает 26 % поверхности планеты. Мощность намерзания ледниковых покровов в Гренландии достигает 3 км, а в Антарктиде – до 4 км. Общий объем льдов на планете составляет 30 млн км³.

Представление о «**глобальном лете**» может быть получено из характеристики ближайшего к нам «мезозойского лета». Пик расцвета «мезозойского лета» связан с меловым периодом. Его особенности достаточно полно отразил В.Д. Иванов [7], назвав самым знаменитым периодом. По его данным, для этого периода глобального лета (в отличие от современного состояния планеты) характерны: пенепленизация континентов, обширный, но мелководный океан, отсутствие полярных ледовых шапок, среднегодовая температура достигает + 18–25 °С, а разность температур поверхности океана между полюсом и экватором значительно меньше, чем сейчас.

«**Лето**» – время расцвета растительного мира (интенсификации процессов фотосинтеза и генерации кислорода). В «летний сезон» происходит накопление органических остатков, что способствует формированию каустобиолитов (нефть, газ, уголь). Более подробная характеристика приведена в работе [7; 14].

Благоприятные условия обитания способствуют расцвету биосферы. Разнообразен растительный мир, ареал распространения теплолюбивых и вечнозеленых растений весьма широк. Насекомые представлены множеством видов и огромной массой особей. В животном мире, где господствуют позвоночные, широко распространены рептилии различных видов от миниатюрных (размером с курицу) до гигантозавров.

«**Осень глобального геологического года**» также достаточно полно охарактеризована в упомянутой выше работе [7] как меловой биоценотический кризис. Среднегодовая температура падает более чем на 10 °С, что заметно нарушило условия обитания всех живых существ. Вымирание динозавров (самое знаменательное событие конца мезозоя), по мнению В.Д. Иванова, связано именно с понижением температуры грядущей «осени» и наступлением «кайнозойской зимы». К высказываниям В.Д. Иванова можно добавить, что похолодание оттесняло ящеров к югу, пока они не сконцентрировались в

пределах современной Монголии. Дальнейшее отступление на юг им преградили

горные хребты, и земля Монголии стала кладбищем динозавров.

«**Осень**» – время массового отмирания в органическом мире, что обуславливает два связанных процесса:

1. Освобождение фосфора, который, единожды усвоенный биосферой, циркулирует по трофическим цепям и становится способным к миграции только при отмирании организмов.

2. Укусно-кислое брожение органических остатков обеспечивает селективное выщелачивание отдельных элементов и их миграцию с поверхностными водами в виде ацетатов или комплексных солей урановой, фосфорной и уксусной кислот. С осаждением их на геохимических барьерах связано формирование осадочных месторождений фосфора, урана и сопутствующих ему элементов.

«**Весенний**» расцвет жизни глобального геологического года представляется прямой противоположностью «осеннему» биоценотическому кризису. «**Весна**» – время активного действия углекислотных вод, образование которых связано с таянием ледников и растворением CO_2 в холодных водах. Угольная кислота селективно растворяет глинозём, выщелачивая его из алюмосиликатов. Осаждение глинозёма и формирование бокситов может быть обусловлено рядом таких причин: отепление раствора и удаление CO_2 , коррозия углекислым раствором карбонатного субстрата, усыхание водоёмов, заполнивших впадины рельефа.

Сопоставляя цикличность геологических процессов на Земле с тектонической активностью (рис. 1), следует обратить внимание, прежде всего, на «осень» ГГЦ. Она всегда совпадает с началом новой геологической эры и одновременно знаменует фазу тектогенеза. Цикл тектогенеза равен геологической эре, а его фазы определяют рубежи, разделяющие эры. Конкретно на рис. 1 «предзимье» приходится на рубежи *венд–кембрий, ордовик–силур, ранняя и поздняя пермь, мел–палеоген*. На эти же интервалы времени приходятся фазы тектогенеза как разделы ГГЦ.

Но если осень ГГЦ – это эпоха диастрофизма, то весна ГГЦ – это эпоха вулканизма. «**Весенний**» вулканизм имеет отчётливую привязку и хорошо фиксируется по времени *среднего девона, позднего триаса и четвертичного периода*. Длительность и особенность *новейшего тектонического этапа* проявились в активизации вулканизма. Сообщения об извержениях вулканов – это постоянная тема средств массовой информации во всём мире. Сравнение факта активности вулканизма с сезонами прошлого даёт основание говорить о **начале проявления весеннего этапа кайнозойского глобального цикла**.

Стало очевидным, что задачи о природе кардинальных преобразований в жизни Земли выходят за пределы чисто геологических наук и должны решаться с учётом астрофизического фактора, т.е. в рамках галацентризма. *Постановка и решение таких задач в геологии вплотную приблизились и тесно переплетаются с областью знаний космологии и космогонии*.

Подведение итогов

Ядро нашей Галактики – источник грандиозного количества энергии, по своей мощи превосходящий любой другой её объект. Оно играет важнейшую роль в развитии звёздных систем, в том числе Солнца и его спутников-планет. Одновременно ядро Галактики – это центр, вокруг которого Солнце делает один полный оборот, называемый *галактическим годом*. При этом надо полагать, что ориентация плоскости орбитального вращения планет Солнечной системы независимо от синусоидального движения (самого Солнца вокруг галактического ядра) всегда остаётся параллельной себе. При таком пространственном положении будет работать принцип планетарного механизма, присущий Солнечной системе в смене привычных зимы и лета на Земле.

При прохождении Солнечной системы (с таким механизмом) по галактической орбите в одном её сегменте на Землю будет суммарно оказываться максимальное воздействие одновременно и самого Солнца и энергетической мощи ядра Галактики. Здесь же Солнечная система проходит *точку кульминации галактического лета*. В диаметрально противоположной области (то есть *через 70–90 млн лет*) получение энергии от ядра должно быть ослаблено. Такое снижение подчинено тому же принципу, как это происходит с потоком солнечной энергии при смене сезонной погоды на Земле в зависимости от направления наклона оси её вращения относительно Солнца.

Между галактическими областями с максимумом и минимумом воздействия ядра есть все взаимные переходы, также растянутые во времени. Эффект энергетического излучения ядра Галактики будет протекать нарастающим (убывающим) итогом как в ту, так и в другую сторону. Аналогично с прохождением Земли по годовой орбите вокруг Солнца галактические периоды суммарного действия Солнца с ядром будут столь же постепенно сменяться галактическим «межсезоньем» весны и осени. Однако прямое соотношение глобальных геологических циклов с галактическим годом затруднено астрономической неопределённостью последнего. В литературе встречаются определения галактического года и в 180, и в 190, и 200–230 млн лет [25].

Есть и другие независимые оценки гармоник Солнца, соразмерные с периодизацией земных процессов, рассчитанных нами по содержанию S_{org} в осадочных комплексах фанерозоя. Так, инверсии магнитного поля Земли имеют вполне сходные периоды с интервалом до 30 млн лет. Например, в работе [20] обращается внимание на две главные гармоник с периодом в 70–90 и до 340 млн лет (что кратно нашим ГГЦ). С.М. Шугрин и А.М. Обут [24] выделили солнечную цикличность в 20–30, 40–60 и 160–200 млн лет, что также вполне сопоставимо с нашими расчётами периодизации развития Земли.

В свете изложенного весьма интересны независимые расчёты современного положения Солнца относительно максимального (минимального) удаления его от круговой орбиты. По данным Н.А. Чуйковой и К.В. Семенкова [20], Солнце находилось на максимальном удалении от центра Галактики 60, 240, 420, 600 млн лет назад. Эти цифры удивительно точно совпадают с нашими

расчётными данными, когда на Земле резко сокращалось производство растительности, снижались активность фотосинтеза и интенсивность выделения биогенного кислорода. Согласно предложенной терминологии эти периоды в истории Земли соответствуют глобальным зимам. На минимальном же расстоянии от центра Галактики Солнце находилось 150, 330, 510, 690 млн лет назад. И эти цифры совпадают с нашими расчётами буйного расцвета органической жизни. Они соответствуют эпохам глобального лета с максимальными масштабами генерации биогенного кислорода и увеличением массы органического вещества, захоронённого в недрах.

Помимо анизотропности межзвёздных областей, вероятно, на свойства «галактической сезонности» будет оказывать также синусоидальность движения Солнца. Для той части Галактики, в которой Солнце находится между экваториальной плоскостью и «чечевицеобразным сводом», вершина синусоиды порой будет проходить в непосредственной близости с межгалактическим пространством, где воздействия каких-либо галактических объектов должны быть минимальны. А на Солнечную систему, находящуюся в противоположной вершине синусоиды, которая пересекает экваториальную область Млечного Пути, будут оказывать влияние сконцентрированные там галактические неоднородности. По расчётам фурье-анализа Н.А. Чуйковой и К.В. Семенкова, гармоника Солнца при пересечении плоскости Галактики составляет период в 79 млн лет. А гармонику с периодом в 150 млн лет они связывают с движением Солнца по эпициклу [20].

Весьма интересны в этом отношении исследования американских учёных (D.R. Gies and J.W. Helsel) из Университета Джорджия, штат Атланта [26]. Они рассчитали траекторию движения Солнца по орбите Млечного Пути за последние 500 млн лет. Считается, что космические лучи в принципе способны влиять на земной климат. Оказывается, Солнце (вместе с Землёй) периодически пересекает спиралевидные рукава Галактики, где космические лучи имеют существенное ускорение – их поток на Землю будет заметно повышен и может приводить к климатическим аномалиям. Отсюда D.R. Gies, J.W. Helsel заключают, что эпохи оледенений совпадают по времени прохождения Солнечной системы спиралевидных рукавов Млечного Пути (рис. 3).

По материалам американских учёных [26], Солнечная система за расчётный период четырежды пересекала спиралевидные рукава Галактики. Свои данные они сопоставили с ледниковыми эпохами в истории Земли. На рис. 3 приведено расчётное положение Солнца в Галактике за последние 500 млн лет, а на рис. 4 и 5 показаны образные изображения спиралевидных рукавов Млечного Пути (с разными скоростями). Знак «+» – центр Галактики. Жирными отрезками линий показаны предполагаемые эпохи оледенений.

Обращает внимание удивительное совпадение результатов подобных исследований совершенно разными методами. Можно сопоставить данные американских исследователей (рис. 3) с нашими расчётами (рис. 1). По астрофизическим построениям американских учёных [26], Солнце (вместе с Землёй) за последние 500 млн лет четырежды пересекало спиралевидные рукава. Иными словами, Земля претерпела четыре периода похолоданий и потеплений, длившихся (по их данным) десятки миллионов лет.

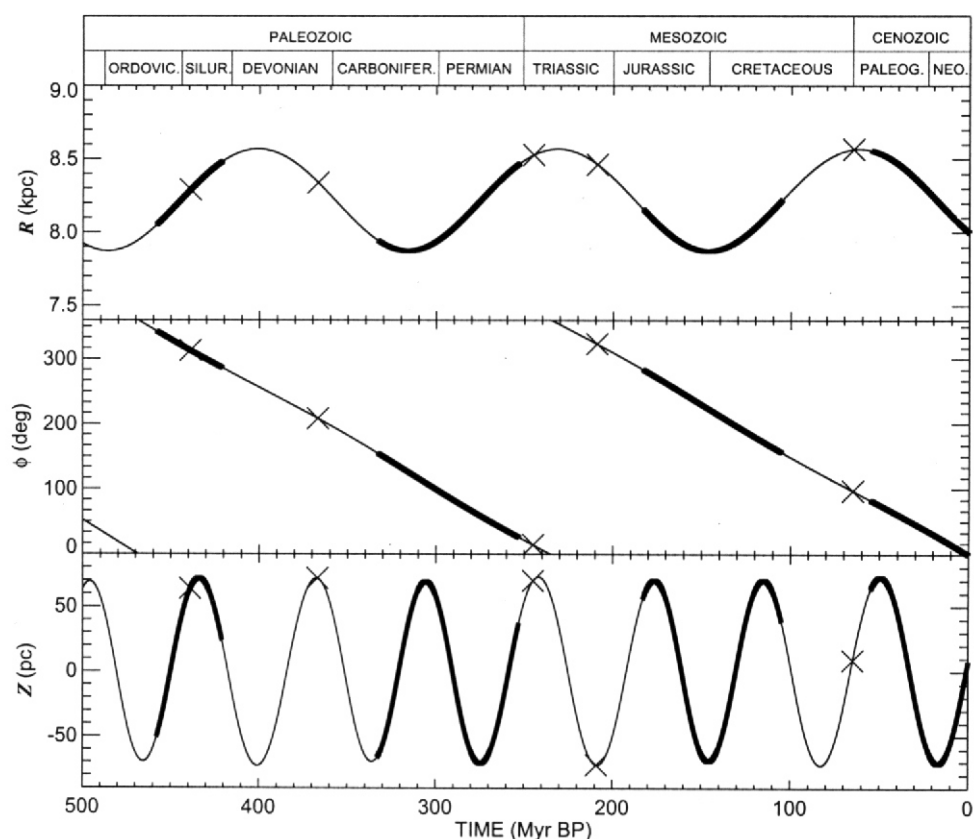


Рис. 3. Положение Солнца в Галактике за последние 500 млн лет, выраженное в цилиндрических координатах, R – расстояние от центра Галактики (вверху), ϕ – азимутальное положение на диске относительно $\phi = 0^\circ$ в настоящее время (посередине), а Z – расстояние от плоскости (внизу). Жирными линиями отмечены ледниковые эпохи на Земле (Фрейкс и др., 1992), а крестики указывают на периоды крупных массовых вымираний на Земле. Названия геологических эпох и периодов за этот промежуток времени указаны вверху

Источник: [26], перевод автора.

Согласно нашим расчётам, в фанерозойской истории Земли также выделяются 4 глобальных геологических цикла (ГГЦ) с периодическими похолоданиями и потеплениями климата в десятки миллионов лет. Однако наш метод выделения ГГЦ (по содержанию C_{org} в осадочных комплексах фанерозоя) позволяет выделять не только «зимние» и «летние» сезоны галактического года. На рис. 1 и 2 отчётливо выделяются ещё и периоды «глобальных межсезоний» – галактических осени и весны.

Как уже отмечалось, если «осень» ГГЦ – это эпоха диастрофизма, то «весна» ГГЦ – это эпоха вулканизма. «Весенний» вулканизм отчётливо фиксируется по времени среднего девона, позднего триаса и четвертичного периода (рис. 1). Особенность *новейшего тектонического этапа* проявилась в активизации вулканизма. Сообщения об извержениях вулканов постоянно фигурируют в средствах массовой информации во всём мире. Сравнение

современной активности вулканизма (на фоне наблюдаемого потепления климата) с глобальными сезонами прошлого позволяют говорить о начале проявления *весеннего этапа* кайнозойского галактического цикла.

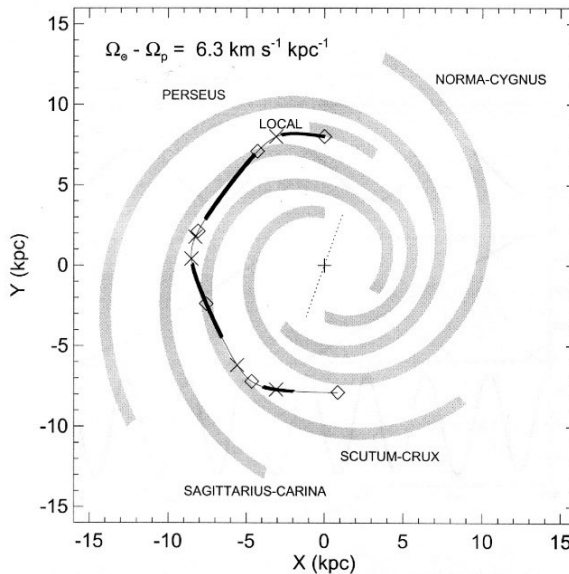


Рис. 4. Изображение спирального рукава Галактики, если смотреть сверху на плоскость. Знак «плюс» обозначает центр Галактики, в то время как четыре основных рукава и местный отрог Ориона обозначены как области, заштрихованные серым цветом. Пунктирная линия, проходящая через центр Галактики, указывает местоположение центральной полосы (Bissantz et al., 2003). Траектория Солнца в системе отсчета спиральных рукавов обозначена сплошной линией (при $p = 20 \text{ км/с}^{-1} \text{ кпк}^{-1}$), а ромбы обозначают временные интервалы на 100 миллионов лет назад от настоящего времени (верхний ромб). Толстые участки соответствуют временам ледникового периода, а знаки X указывают на времена крупных массовых вымираний

Источник: [26], перевод автора.

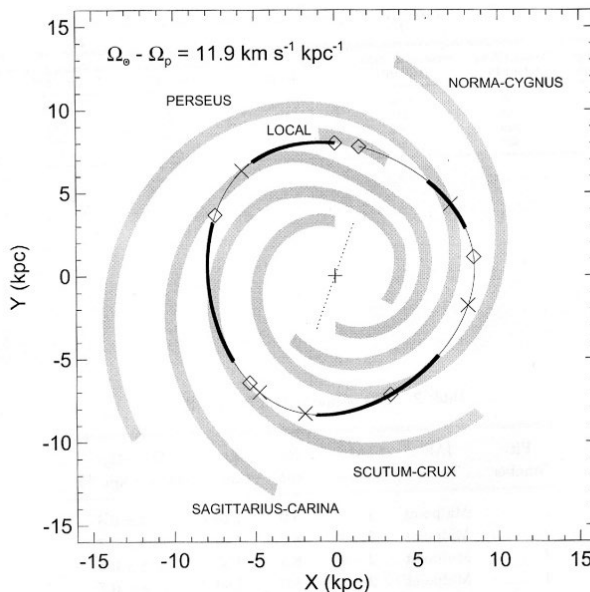


Рис. 5. Изображение движения Солнца относительно спирального рукава в том же формате, что и на рис. 4, но на этот раз с меньшей скоростью ($p = 14,4 \text{ км/с}^{-1} \text{ кпк}^{-1}$)

Источник: [26], перевод автора.

Так, согласно графическому изображению распределения ГГЦ на стратиграфической шкале (рис. 1) *кайнозойский период глобального зимнего сезона подходит к концу*. Приближается **кайнозойская весна**. Она сопровождается (как и все другие переходные этапы фанерозоя) «весенними капризами» – аномальными явлениями в природе. Признаки её начала озаменовались достаточно резким (в масштабе геологического времени) глобальным потеплением, активным вулканизмом, интенсивностью землетрясений, мощными ливнями (снегопадами), наводнениями, озаботившими научные круги и общественность, с широким обсуждением в СМИ. Так, сильнейшее за последние 50 лет наводнение произошло в Австралии, длившееся с ноября 2010 года по январь 2011 год. Это стихийное бедствие привело к затоплению 22 городов. Столь же катастрофические события и наводнения происходили в это же время в Бразилии. Бразильские СМИ оценили происходящее как сильнейшее природное бедствие в истории страны. Чрезвычайное положение было введено в 65 городах. Во всяком случае, в последние десятилетия климат на Земле (по заключению специалистов) стал *более изменчив и менее предсказуем*.

Некоторые учёные полагают, что температурные изменения, проявляющиеся на поверхности Земли, происходят за счёт разогрева ядра и мантии, а их внутреннее тепло мощным потоком вырывается наружу в виде извержений вулканов. В.Е. Хаин и Э.Н. Халилов [19] проводят корреляцию глобальных изменений климата с явлениями активизации вулканизма и их цикличностью (которые, по нашим представлениям, есть следствие галацентризма).

Наши представления о «кайнозойской весне» – **как функции галацентризма** – подкрепляются изменениями климата не только на Земле, но и на Марсе (URL: http://www.rnd.cnews.ru/natur_science/news/line/index_science.shtml?2007/04/05/244090). Проведённые специалистами NASA исследования свидетельствуют о том, что быстрое уменьшение Южной полярной шапки Марса сопровождается ростом средней температуры на Красной планете. За последние 30 лет наблюдений она выросла на 0,65 °С. Одновременный рост температуры на Земле и на Марсе указывает на общую – *внешнюю(!)* причину, которую мы относим к функции галацентризма.

Приведённые материалы дают основание признать (в качестве факта) наблюдаемое изменение (потепление) климата, вызываемого астрофизическими факторами. Под их воздействием меняются динамика и ритмика жизни самой планеты в целом, т.е. происходит постепенная перестройка механизма взаимодействия геосфер и внешних условий на Земле. Это означает только то, что рассчитывать на спад интенсивности аномальных явлений (связанных с приходом галактической весны) рассчитывать уже не приходится.

Таким образом, если современные аномальные и катастрофические явления в природе есть следствие астрофизического плана, то какими-либо земными (человеческими) мероприятиями бороться с ними будет проблематично. Однако следует признать, что антропогенный фактор может значительно их усугубить, поэтому любого рода мониторинг становится жизненно необходим и вполне будет уместен.

Литература

1. *Асеев А. А.* Древние материковые оледенения Европы. Москва : Наука, 1974. 319 с.
2. *Аширов К. Б., Боргест Т. М.* Причины периодических земных оледенений и их влияние на распределение нефтегазоносности. Москва : ВНИИОЭНГ, 1995. 56 с.
3. *Еганова И. А.* Природа пространства-времени. Новосибирск : Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2005. 271 с. (см.: <http://www.nkozyrev.ru/bd/036.php>).
4. *Еганова И. А., Каллис В., Параев В. В., Еганов Э. А.* Addisputandum: Актуальнейшие научные представления, что высветилось в пандемию коронавируса // Сообщение ОИЯИ D18-2021-5. Дубна, 2021. 16 с. [http://www1.jinr.ru/Preprints/2021/05\(D18-2021-5\).pdf](http://www1.jinr.ru/Preprints/2021/05(D18-2021-5).pdf)
5. *Eganova I. A., Kallies W., Paraev V. V., Eganov E. A.* Addisputandum: The Most Topical Scientific Ideas That Were Highlighted in Time of Coronavirus Pandemie // Communication of the JINRD 18-2021-5. Dubna, 2021. 16 p.
6. Зимы нашей планеты. Москва : Мир, 1982. 336 с.
7. *Иванов В. Д.* Меловой биоценотический кризис // Соросовский образовательный журнал. 2000. № 2, т. 6. С. 69–75.
8. *Козырев Н. А.* Причинная, или несимметричная, механика в линейном приближении // Избранные труды. Ленинград : Изд. ЛГУ, 1991. С. 232–287. URL: <http://www.nkozyrev.ru/bd/022.php>
9. *Ломоносов М. В.* О слоях земных. Москва – Ленинград : Госгеолиздат. 1949. 210 с.
10. *Молчанов В. И., Параев В. В.* О природе кислорода воздуха в свете идей В.И. Вернадского // Докл. АН. 1996. Т. 349, № 3. С. 387–388.
11. *Параев В. В.* Космогенный императив как ключевой фактор эволюции Земли // Метафизика. 2023. № 1 (47). С. 83–100. (см. <http://lib.rudn.ru/35>)
12. *Параев В. В.* Земля – особая форма космической жизни: супер-организм с универсальной системой планетарного метаболизма по типу гомеостаза. Издательский дом: LAPLAMBERT Academic Publishing. Saarbrücken, Deutschland, 2021. 147 с.
13. *Параев В. В., Еганов Э. А.* Имманентность геологического времени и его проблемы // Уральский геологический журнал. 2010. № 3 (75). С. 3–10.
14. *Параев В. В., Еганов Э. А.* Эволюция Земли как космогенный императив: научно-философский аспект проблемы. Издательский дом: LAPLAMBERT Academic Publishing. Saarbrücken, Deutschland, 2012. 176 с.
15. *Параев В.В., Еганов Э.А.* Идеи М.В. Ломоносова и проблемы глобального потепления климата // Философия науки. Новосибирск: Институт философии и права. 2011. № 2 (49). С. 52–74.
16. *Параев В.В., Молчанов В.И.* Глобальные геологические циклы и катаклизмы в фанерозойской истории Земли // Поиск математических закономерностей Мироздания: физические идеи, подходы, концепции. Новосибирск : СО РАН, Институт математики им. С.Л. Соболева, 2004. Т. 2. С. 73–89.
17. *Пригожин И.* От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках. Москва : Наука, 1985. 328 с.
18. *Сидоренков Н.С.* Физика неустойчивостей вращения Земли. Москва : Наука, 2002. (Электронный ресурс). URL: http://fiz.1september.ru/2003/01/no01_1.htm
19. *Хаин В.Е. Халилов Э.Н.* Глобальные изменения климата и цикличность вулканической активности // Science without borders. Transactions of the International Academy of Science N&E. Vol. 3. Innsbruck, 2007/2008. ISSN 2070-03341
20. *Чуйкова Н.А., Семенов К.В.* Зависимость частоты инверсий геомагнитного поля от положения Солнечной системы в Галактике // Труды госуд. астрон. ин-та им. П.К. Штернберга. 1996. Т. 65. С. 136–147. <http://lnfm1.sai.msu.ru/~chujkova/Trudi/kirill.htm>

21. Чумаков Н. М. Докембрийские тиллиты и тиллоиды (проблемы докембрийских оледенений). Труды ГИН, вып. 308. Москва : Наука, 1978. 202 с.
22. Чумаков Н. М. Главные ледниковые события прошлого и их геологическое значение // Изв. АН СССР, сер. геол. 1984. № 7. С. 35–53.
23. Штилле Г. Избранные труды. Москва : Мир, 1964, 887 с.
24. Шугрин С. М., Обут А. М. Солнечная активность в биосфере. Новосибирск : Наука, 1986, 128 с.
25. Ясаманов Н. А. Галактический год и периодичность геологических событий // Докл. АН. 1993. Т. 328, № 3. С. 373–375.
26. Gies D. R., Helsel J. W. Ice Age Epochs and the Sun's Path Through the Galaxy // Journal reference: Astrophys. J. 2005. 626. P. 844–848. URL: arXiv:asyro-ph/0503306v1

EARTH'S CLIMATE CHANGES AS A FUNCTION OF GALACTIC SEASONALITY

V.V. Paraev*

*Institute of Geology and Mineralogy named after V.S. Sobolev,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
3 Avenue. Acad. Koptyuga, Novosibirsk – 90, 630090, Russian Federation*

Abstract. The environmental problems of our time – global warming – are assessed in a single series of planetary cataclysms recorded in the Phanerozoic history of the Earth. Understanding the nature of the patterns of such development and its driving forces requires taking into account the spatial position of the Earth with its subordinate role in the system of space objects that determine the structure of the Galaxy. The periodicity of global geological events on a long-term scale is considered as an earthly reflection of the astrophysical impact in the form of galacentrism.

Keywords: climate warming, global geological cycles, galactic year.

* E-mail: vladilenparaev@yandex.ru

ПАМЯТИ НАШИХ КОЛЛЕГ

DOI: 10.22363/2224-7580-2025-2-124-127
EDN: QJEZRB



КИРИЛЛ ВЛАДИМИРОВИЧ КОПЕЙКИН
(07.06.1959–09.04.2025)

9 апреля 2025 года скончался член редколлегии нашего журнала «Метафизика», кандидат физико-математических наук, кандидат богословия, священнослужитель Русской православной церкви, протоиерей Копейкин Кирилл Владимирович.

Кирилл Владимирович Копейкин родился 7 июня 1959 года в Ленинграде. В 1976 году после окончания физико-математической школы № 239 поступил на физический факультет СПбГУ, а с 1982 по 1985 год учился в аспирантуре этого же факультета. В 1993 году Копейкин поступил в Санкт-Петербургскую Духовную семинарию, а затем закончил Санкт-Петербургскую Духовную Академию.

Со времени завершения учебы в аспирантуре Кирилл Александрович работал в Санкт-Петербургском университете. В должности доцента он читал лекции по следующим дисциплинам: «Концепции современного естествознания» и «Богословие и естественнонаучное знание». Кроме того, он

преподавал в Санкт-Петербургской Духовной Академии в должности доцента кафедры богословия.

Кирилл Владимирович Копейкин особое внимание в своей научной деятельности уделял проблемам современного естествознания, особенно интерпретациям квантовой теории и основам пространственно-временных представлений. По этой тематике он опубликовал ряд статей в нашем журнале. Многие говорят уже названия его статей: «Богословский и естественно-научный взгляд на онтологическую природу мироздания» [1], «*Harmonia mundi*: от Пифагора до Паули» [2], «Мышь Эйнштейна, кот Шредингера и друг Венера: открытие «внутренней» реальности» [3], «Как возможна математическая физика?» [4], «Библейский тезис о творении „из ничего“ и реляционная парадигма физики» [5] и ряд других.

Для более полного раскрытия взглядов Кирилла Владимировича приведу ряд фрагментов из его статей в нашем журнале. Так, по вопросам интерпретации квантовой теории он писал: «Сегодня человечество, по мнению ряда экспертов, приближается к тому, что получило условное наименование «второй квантовой революции». <...> Как заметил известный американский физик Шон Кэрролл, даже физики не понимают квантовую механику; хуже того, они не хотят её понимать. Именно так называется его статья, опубликованная в газете *The New York Times* 7 сентября 2019 года. Слова Кэрролла могут показаться драматическим преувеличением, однако проведенные в последние десятилетия опросы (опрос 2013 и 2016 гг.) свидетельствуют о том, что даже среди профессиональных физиков нет единого мнения по поводу интерпретации квантовой теории. Казалось бы, такого можно было ожидать лишь от гуманитарной науки, но никак не от науки естественной.

Можно ли совершить вторую квантовую революцию, не понимая, что мы, собственно, делаем? Разумеется, нет! Что же делать? Необходимо создать новый язык, который позволил бы сделать квантовую механику интуитивно понятной. Как это возможно?» [5. С. 58].

И далее он намечал путь решения проблемы: «Несомненно, это требует радикального пересмотра наших взглядов на онтологическую природу физической реальности. С нашей точки зрения, такой пересмотр должен происходить в том смысловом контексте, в котором рождалась физика, исследующая синтаксис второй Книги Бога – Книги Природы – в контексте библейском. Одним из возможных примеров этого является сборник «Троица и запутанный мир: реляционность в физике и теологии», опубликованный в 2010 г. под редакцией сэра Джона Полкинхорна. Красной нитью сквозь все статьи сборника проходит идея о том, что соотношенность между собою Лиц Святой Троицы задает фундаментальную реляционную природу мироздания» [5. С. 62].

Эту мысль мы также стремимся реализовать в своих работах в рамках метареляционной парадигмы, подчеркивая, что в догмате Святой Троицы фактически отображены метафизические принципы дуализма и тринитарности [6]. Анализ показывает, что именно эти принципы играют ключевую роль в формировании оснований фундаментальной физики.

Другая важная мысль Кирилла Владимировича, также соответствующая идеям метареляционного подхода, изложена в его статье «Богословский и

естественнонаучный взгляд на онтологическую природу мироздания». Это мысль о роли электромагнитных излучений в формировании понятий классического пространства-времени. Здесь он писал: «Не случайно и Л. Эллиот и У. Уилкоккс отмечают, что несмотря на то, что свет почти всегда у нас перед глазами – и даже в глазах, – „ничто в природе не было так неуловимо, ни один свой секрет природа не охраняла так тщательно, как секрет о том, что же представляет свет в действительности. На этом основании свет **часто называли самым темным пятном в физике**“» [1. С. 128].

В связи с этим Кирилл Копейкин напоминал: «Согласно библейскому повествованию творение мира начинается с сотворения света, что указывает на его фундаментальное место в иерархии бытия. Именно поэтому *свет* привлекал особое внимание богословов в их поисках способа воплощения в творении замыслов Творца. Начиная с эпохи Средневековья в натур-теологии Запада *свет* стал рассматриваться фактически как универсальная форма телесности, а значит – как *фундаментальная субстанция тварного естества*» [Там же].

Далее Кирилл Владимирович напоминает взгляды оксфордского профессора епископа Роберта Гроссетеста, который «отводил свету главную роль в процессе творения мира». В связи с важностью выводов теории относительности Копейкин написал: «Оказалось, что, как и предполагал Гроссетест, **математические законы, характеризующие свойства света, являются тем внутренним „каркасом“ „объективного“ универсума**, наличие которого обуславливает законно-сообразную структуру сотворенного мира. Будучи убежден в том, что именно „свет... представляет собой то субстанциальное **первичное действие, которое производит все многообразие физической реальности**“. Гроссетест сделал первый шаг к математизации физики – *теоретическому конструированию* образа мира из математически прозрачной субстанции *света*» [1. С. 128–129].

И далее Кирилл Владимирович делает вывод: «Именно свет задает метрику физического пространства-времени. [Заметим, что приписываемые пространству свойства света есть, фактически, свойства света, отвлеченные от самого света. <...> Можно даже сказать, что не свет просто «ощупывает» пространство, но **распространение света формирует метрику пространства**.] Собственно, в этом нет ничего неожиданного: сам исходный принцип «объективного» описания мира подразумевает, как уже говорилось выше, что мы описываем лишь структуру взаимоотношений различных „частей“ тварного мира, игнорируя их внутреннюю природу» [1. С. 130].

Эти изложенные Кириллом Владимировичем соображения очень близки к развиваемым нами представлениям метареляционной парадигмы физики. Согласно этим представлениям, основания мироздания описываются бинарными системами комплексных отношений минимальных рангов [6; 7]. Ими, в частности, описываются дискретные связанные состояния из микрочастиц. Переходы связанных состояний из более высоких в более низкие дискретные состояния, приводящие к общепринятому электромагнитному излучению, в метареляционном подходе трактуются не истоком распространения излучения по готовому пространству, которого теперь нет, а к формированию

отношений между излучателем и возможными поглотителями. Таким образом, именно из огромного числа вкладов от испущенных, но еще не поглощенных излучений формируются понятия координат пространства-времени.

В статьях Кирилла Владимировича изложен и ряд других соображений, важных для решения назревших проблем фундаментальной физики. Мы с ним неоднократно дискутировали по этим проблемам. Очень хотелось бы продолжить эти обсуждения, однако, к нашему великому огорчению, этому уже не суждено сбыться.

Кирилл Владимирович Копейкин всей своей деятельностью продемонстрировал, что ключевые метафизические положения, необходимые для решения важных проблем фундаментальной физики, уже давно фактически фигурировали (были представлены) в религии, причем это было не только в христианском учении, но и в религиях других культур. Он фактически стремился их возродить. В связи с этим уместно привести высказывание Нобелевского лауреата Роджера Пенроуза: «Вполне возможно, что XXI век принесет еще более удивительные открытия, чем те, которыми нас порадовал XX век. Но чтобы это произошло, необходимы глубокие новые идеи, которые направят нас по существенно иному пути, нежели тот, которым мы идем сейчас. Возможно, главное, что нам требуется, это какое-то тонкое понимание взгляда на мир – что-то такое, что все мы утратили» [8. С. 862]. Кирилл Владимирович фактически призывал воскресить то, что в настоящее время «мы утратили».

Светлая память о Кирилле Владимировиче Копейкине навсегда сохранится в сердцах его близких, друзей и коллег!

От редколлегии

Литература

1. Копейкин Кирилл. Богословский и естественнонаучный взгляд на онтологическую природу мироздания // *Метафизика*. 2011. № 1 (1). С. 123–153.
2. Копейкин Кирилл. *Harmonia mundi*: от Пифагора до Паули // *Метафизика*. 2012. № 1 (3). С. 39–59.
3. Копейкин Кирилл. Мышь Эйнштейна, кот Шредингера и друг Винера: открытие «внутренней» реальности // *Метафизика*. 2015. № 1 (15). С. 92–103.
4. Копейкин Кирилл. Как возможна математическая физика? // *Метафизика*. 2018. № 2 (28). С. 43–48.
5. Копейкин Кирилл. Библейский тезис о творении «из ничего» и реляционная парадигма физики // *Метафизика*. 2021. № 2 (40). С. 57–64.
6. Владимиров Ю. С. *Метафизические основания физики : обоснование метареляционной парадигмы*. Москва : ЛЕНАНД, 2024. 240 с.
7. Владимиров Ю. С. *Реляционная картина мира. Кн. 2 : от бинарной предгеометрии микромира к геометрии и физике макромира*. Москва : ЛЕНАНД, 2021. 304 с.
8. Пенроуз Р. *Путь к реальности, или Законы, управляющие Вселенной*. Ижевск : Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007.

KIRILL VLADIMIROVICH KOPEIKIN
(07.06.1959–09.04.2025)

ВОСПОМИНАНИЯ ОБ ОТЦЕ КИРИЛЛЕ КОПЕЙКИНЕ

Протоиерей Димитрий Кирьянов
*Санкт-Петербургская Духовная Академия
Российская Федерация, 191167, Санкт-Петербург,
набережная Обводного Канала, д. 17*

С протоиереем Кириллом Копейкиным, доцентом Санкт-Петербургской духовной академии, кандидатом богословия, кандидатом физико-математических наук, я познакомился в начале 2000-х годов во время Рождественских образовательных чтений в г. Москве. С конца 1990-х годов о. Кирилл вместе с профессором МГУ, доктором физико-математических наук Ю.С. Владимировым ежегодно проводили на физическом факультете МГУ секцию Рождественских чтений «Христианство и наука». Особенность этой секции всегда заключалась в том, что в ее рамках всегда осуществлялся диалог мировоззрений, поскольку секция привлекала ученых-физиков, математиков, инженеров и философов с широкой палитрой взглядов. О. Кирилл всегда был глубоко убежден в необходимости диалога между религиозным и научным сообществом, полагая, что такой диалог может взаимно обогатить обе стороны, участвующие в этом диалоге. Будучи руководителем и организатором секции, сам о. Кирилл всегда стремился подчеркнуть не только ключевую роль христианского богословия в возникновении современного естествознания, но также значение христианской картины мира для понимания современной науки.

Более тесно наше знакомство состоялось в 2007 году, когда о. Кирилл организовал конференцию «Храм духа в храме науки», которая проходила в домовом храме Санкт-Петербургского государственного университета. Уже тогда в своем докладе «Бездна бездну призывает (Пс. 41.8). Наука и религия на рубеже Штысячелетия» о. Кирилл сформулировал те ключевые идеи, которые он неоднократно стремился донести до своей аудитории во многих выступлениях на конференциях и в публичных лекциях. Вопрос о смысле жизни, о месте человека в мироздании является одним из самых важных, и ответ на этот вопрос не может быть дан исключительно в рамках естественно-научного подхода. Преодоление радикальной дихотомии между психическим и физическим аспектами реальности, которое было вдохновлено работами психолога К.Г. Юнга и нобелевского лауреата по физике В. Паули, было ключевой проблемой, которую на протяжении своей жизни исследовал о. Кирилл в своих работах. Он был глубоко убежден, что «более полное понимание природы как микро-, так и макро-физического мира возможно лишь при условии более глубокого постижения нашего внутреннего мира... при условии

воссоздания в научном знании общего символического измерения, способствующего созиданию новой научной парадигмы... и позволяющей преодолеть разрыв гуманитарного, естественнонаучного и богословского знания...».

В своем последнем письме, присланном мне 25 февраля 2025 года, о. Кирилл вновь подчеркивает важность преодоления этого разрыва для «адекватного понимания языка Вселенной». Если мы желаем понять смысл Вселенной, мы должны читать книгу Природы не только на языке математики, но и на языке символов, обращаясь к метафизике и богословию. Сегодня этот подход разделяют многие ученые.

Так, нобелевский лауреат по физике А. Цайлингер подчеркивает, что квантовая теория предполагает два уровня интерпретации. На первом уровне «интерпретация касается вопроса о том, как составные части теории перевести в экспериментальное наблюдение». Однако на втором уровне, который можно назвать метауровнем, необходимо понять, что «теория говорит нам о внутренней структуре мира, нашем положении в мире и играем ли мы какую-то значимую роль в нем».

О. Кирилл полагает, что сознание (психика, личность наблюдателя, жизнь) имплицитно уже содержится в квантовой теории и это присутствие нужно просто эксплицировать. Эта экспликация требует, по мнению о. Кирилла, использования символического описания качественной неделимости целого. Этой экспликации были посвящены последние научно-богословские публикации и выступления о. Кирилла. Такая экспликация предполагает допущение некоторой модели панпсихизма, которая, как признавал сам о. Кирилл, зачастую вызывает шок и отторжение. Проблема, по мнению о. Кирилла, заключается лишь в том, что мы способны видеть только небольшие фрагменты реальности, а не всю реальность целиком. Смысл обращения к богословскому дискурсу заключается именно в том, чтобы попытаться взглянуть на мир как целое. Эта попытка взглянуть на мир как целое может быть мотивирована не только психофизическим монизмом Юнга–Паули, но и посредством осмысления онтологических следствий таких явлений, как квантовая запутанность.

Возможно, что реляционно-холистическое понимание квантовой запутанности, предложенное еще в 1986 году П. Теллером, имеет тесную связь с психофизическим монизмом Юнга–Паули. Метафора реляционности подчеркивает, что наука ограничивает себя лишь «локальным» исследованием мира, который не принимает целостную картину, включающую Бога. Однако «локальное» исследование мира, имеющее огромное практическое значение, тем не менее вызывает стремление к дальнейшему вопрошанию о том, какова картина мироздания в целом. О. Кирилл полагал, что такое целостное миропонимание становится все более актуальным в контексте ожидаемой «второй квантовой революции», в связи с интенсивными исследованиями мозга и сознания и попытками создания ИИ.

Представляется, что основные интуиции о. Кирилла в отношении необходимости целостного понимания мироздания и его богословского осмысления могут быть дополнены метафорой реляционности, поскольку она

позволяет нам понять, каким образом Бог может осуществлять Свое причинное взаимодействие с миром, оставаясь Богом невидимым. Реляционная онтология мира, открываемая как в психофизическом монизме Юнга–Паули, так и в феномене квантовой запутанности, является в некотором смысле отображением реляционности Бога, который существует, по словам митр. Каллиста (Уэра), как «триединство Личностей, любящих друг друга и в этой взаимной любви три Лица являются совершенно едиными без утраты их конкретной индивидуальности».

О. Кирилл был глубоко убежден в том, что жить стоит только ради того, что не уничтожается смертью, и я выражаю глубокую уверенность в том, что он причастен любви Троидного Бога, Создателя Вселенной и человека, смысл и предназначение которых о. Кирилл стремился понять на протяжении всей своей жизни. Вечная память дорогому о. Кириллу.

15.04.2025

MEMORIES OF FATHER KIRILL KOPEIKIN

Archpriest Kiryanov Dimitry

St. Petersburg Theological Academy

17 Obvodny Canal Embankment, Saint Petersburg, 191167, Russian Federation

НАШИ АВТОРЫ

ВЕКШЕНОВ Сергей Александрович – доктор физико-математических наук, профессор Российской академии образования.

ВЛАДИМИРОВ Юрий Сергеевич – доктор физико-математических наук, профессор физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, профессор Института гравитации и космологии РУДН.

ГОДАРЕВ-ЛОЗОВСКИЙ Максим Григорьевич – руководитель лаборатории-кафедры «Прогностических исследований» ИИПВ (Москва – Санкт-Петербург).

ДЮГЕМ Пьер (1861–1916) – профессор теоретической физики при Университете в Бордо (Франция).

ДИЛАНЯН Карина Александровна – аспирантка Института философии РАН.

КАЗАРЯН Валентина Павловна – доктор философских наук, профессор философского факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

КЕПЛЕР Иоганн (1571–1630) – немецкий ученый, один из творцов небесной механики.

КИРЬЯНОВ Димитрий – протоиерей Санкт-Петербургской Духовной Академии.

ПАРАЕВ Владимир Васильевич – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (Новосибирск).

ЩУКИН Михаил Андреевич – аспирант философского факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

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