

# МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2023, № 1 (47)

Основан в 2011 г.

Выходит 4 раза в год

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

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

*Материалы журнала размещаются* на платформе РИНЦ Российской научной электронной библиотеки

*Подписной индекс* – 80317

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

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

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

- **МЕТАФИЗИКА В ТРУДАХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МЫСЛИТЕЛЕЙ**
- **МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕЛЯЦИОННОЙ ПАРАДИГМЫ**
- **МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕОРЕТИКО-ПОЛЕВОЙ ПАРАДИГМЫ**
- **МЫСЛИ ИЗ ПРОШЛОГО**

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

Подписано в печать 14.03.2023 г.  
Дата выхода в свет 25.03.2023 г.

Формат 70×108/16.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 14,0.  
Тираж 500 экз. Заказ 42.  
Отпечатано  
в Издательско-полиграфическом  
комплексе РУДН  
115419, г. Москва,  
ул. Орджоникидзе, д. 3  
Цена свободная

# METAFIZIKA

(Metaphysics)

SCIENTIFIC JOURNAL

No. 1 (47), 2023

**Founder:**  
Peoples' Friendship University of Russia

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 Peoples' Friendship University of Russia,  
Academician of the Russian Academy of Natural Sciences

## Editorial Board:

*V.V. Aristov*, D.Sc. (Physics and Mathematics), Professor at the Dorodnicyn Computing Centre  
of Federal Research Centre "Computer Science and Control" of Russian Academy of Sciences

*V.I. Belov*, D.Sc. (History), Professor at the Peoples' Friendship University  
of Russia (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 Peoples' Friendship University of Russia,  
Academician of the Russian Academy of Natural Sciences

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

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

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

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

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

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

*Yu.P. Rybakov*, Professor at the Peoples' Friendship University of Russia

*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 Peoples' Friendship University of Russia, Scientific Secretary  
of the Russian Gravitational Society (Secretary of the Editorial Board)

ISSN 2224-7580

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1

# МЕТАФИЗИКА НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2023, № 1 (47)

Учредитель:  
Российский университет дружбы народов

Основан в 2011 г.  
Выходит 4 раза в год

## Главный редактор –

**Ю.С. Владимир** – 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 Вычислительного центра им. А.А. Дородницына ФИЦ ИУ 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

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

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

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

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

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

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

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

# CONTENTS

<b>EDITORIAL NOTE (Vladimirov Yu.S.)</b> .....	6
<b>METAPHYSICS IN THE WORKS OF RUSSIAN THINKERS</b>	
<i>Antipenko L.G.</i> About scientific achievements of Russian civilization: The key to scientific and philosophical creativity .....	9
<i>Babenko I.A.</i> The periodic table of chemical elements and the problem of its justification.....	19
<i>Dmitriev V.G.</i> “Concrete metaphysics” of the science of the philosopher Fr. Pavel Florensky.....	30
<b>METAPHYSICAL ASPECTS OF THE RELATIONAL PARADIGM</b>	
<i>Zhilkin A.G.</i> Analogy between the principle of equivalence and the relational principle of complete supply.....	40
<i>Panov V.F.</i> Physical and sub-physical paradigms.....	57
<i>Krugly A.L.</i> The 4-dimensional statistical physics in a relational paradigm.....	62
<i>Panchelyuga V.A., Panchelyuga M.S.</i> Spatial and temporal aspects of universal periods spectrum .....	72
<i>Paraev V.V.</i> Cosmogenic imperative as a key factor in the evolution of the Earth .....	83
<b>METAPHYSICAL ASPECTS OF THE FIELD THEORETICAL PARADIGMA</b>	
<i>Yefremov A.P.</i> Hypothesis of quantum entanglement and fractal space theory.....	101
<i>Frolov B.N.</i> The possible as being: on the interaction of philosophy and fundamental physics.....	109
<i>Varlamov V.V.</i> On mass quantization.....	115
<b>FROM THE HERITAGE OF THE PAST</b>	
<i>Mach E.</i> Mysticism in the field of mechanics. Translated by <i>S. Levinson</i> .....	135
<i>Erekaev V.D.</i> On Leibniz’s relationism .....	149
<b>OUR AUTHORS</b> .....	157

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ОТ РЕДАКЦИИ (Владимиров Ю.С.)</b> .....	6
<b>МЕТАФИЗИКА В ТРУДАХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МЫСЛИТЕЛЕЙ</b>	
<i>Антипенко Л.Г.</i> О научных достижениях русской цивилизации: ключ к научному и научно-философскому творчеству.....	9
<i>Бабенко И.А.</i> Периодическая система химических элементов и проблема её обоснования .....	19
<i>Дмитриев В.Г.</i> «Конкретная метафизика» науки философа о. Павла Флоренского.....	30
<b>МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕЛЯЦИОННОЙ ПАРАДИГМЫ</b>	
<i>Жилкин А.Г.</i> Аналогия между принципом эквивалентности и реляционным принципом полного поглощения.....	40
<i>Панов В.Ф.</i> Физические и субфизическая парадигмы.....	57
<i>Круглый А.Л.</i> Четырехмерная статистическая физика в реляционной парадигме.....	62
<i>Панчелюга В.А., Панчелюга М.С.</i> Универсальный спектр периодов: пространственный и временной аспекты .....	72
<i>Параев В.В.</i> Космогенный императив как ключевой фактор эволюции Земли.....	83
<b>МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕОРЕТИКО-ПОЛЕВОЙ ПАРАДИГМЫ</b>	
<i>Ефремов А.П.</i> Гипотеза квантовой запутанности и теория фрактального пространства.....	101
<i>Фролов Б.Н.</i> Возможное как сущее: о взаимодействии философии и фундаментальной физики.....	109
<i>Варламов В.В.</i> О квантовании массы.....	115
<b>МЫСЛИ ИЗ ПРОШЛОГО</b>	
<i>Мах Э.</i> Мистицизм в области механики / пер. <i>С. Левинсон</i> .....	135
<i>Эрекаев В.Д.</i> О реляционизме Г. Лейбница .....	149
<b>НАШИ АВТОРЫ</b> .....	157

## ОТ РЕДАКЦИИ

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1-6-8

Основную часть статей данного номера журнала, как и в прошлые годы, составляют статьи, отражающие выступления участников (в данном случае уже шестой) Российской конференции «Основания фундаментальной физики и математики», происходившей 9–10 декабря 2022 года на базе Российского университета дружбы народов. Прошедшая конференция продемонстрировала возрастающий интерес отечественных физиков, философов и математиков к основаниям фундаментальной физики. На конференции было заслушано 63 доклада сотрудников учреждений Москвы, Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Перми, Воронежа и других городов России, а также из Казахстана, Белоруссии, Германии и Израиля.

На конференции работало 6 секций, на которых рассматривались как общие проблемы метафизики (первая секция), так и проблемы и состояния трех физических (метафизических) парадигм: реляционной, теоретико-полевой и геометрической. Кроме того, обсуждались основания математики и смежных разделов науки.

Данный номер журнала состоит из четырех разделов. В первом разделе «Метафизика в трудах отечественных мыслителей» содержатся три статьи, в которых обращается внимание на идеи метафизического характера, высказанные видными отечественными мыслителями прошлого. Так, в статье Л.Г. Антипенко «О научных достижениях русской цивилизации» отмечается выдающийся вклад в мировую науку трех российских мыслителей: Н.И. Лобачевского, Д.И. Менделеева и А.В. Васильева. В следующей статье И.А. Бабенко представлен обзор пяти стадий попыток обоснования таблицы Менделеева, предпринимавшихся на основе постепенно вскрывавшихся закономерностей химии, атомной и ядерной физики, а также в рамках реляционной парадигмы. В статье В.Г. Дмитриева изложены метафизические взгляды о. Павла Флоренского.

Во втором разделе «Метафизические аспекты реляционной парадигмы» обсуждены идеи и проблемы ныне активно развивающейся реляционной парадигмы, долгое время остававшейся в тени исследований в рамках двух других парадигм. Как уже многократно отмечалось в статьях нашего журнала, реляционная парадигма основана на трех составляющих: 1) вторичном (реляционном) характере классического пространства-времени, 2) описании

физических взаимодействий на базе концепции дальнего действия и 3) на использовании принципа Маха. В этом разделе содержится 5 статей. В первых трех статьях обсуждены общие вопросы реляционной парадигмы, а в двух последних: В.А. Панчелюги «Универсальный спектр периодов» и В.В. Параева «Космогенный императив как ключевой фактор эволюции Земли» обсуждены процессы, которые могут претендовать на проявления принципа Маха.

В третьем разделе «Метафизические аспекты теоретико-полевой парадигмы» рассмотрены важные проблемы теоретико-полевой парадигмы, занимающей ныне доминирующее положение. К таким проблемам, прежде всего, относятся вопросы интерпретации квантовой теории. Они обсуждены в статье А.П. Ефремова. Статья В.В. Варламова посвящена вопросу обоснования масс элементарных частиц в рамках этой парадигмы.

Наконец в четвертом разделе «Мысли из прошлого» представлены две статьи. Первой является статья Эрнста Маха «Мистицизм в области механики», впервые изданная на русском языке в 1896 году и ныне подготовленная к печати в современной форме А.Б. Молчановым. В этой статье Мах обсуждал существенное влияние на деятельность мыслителей прошлого общепринятых в их время теологических представлений о мироздании. Он писал: «Теперь же с полным правом можно задаться вопросом: каким образом и почему возможно, что положения механики продолжают оставаться в своих существенных частях справедливыми, тогда как теологическая точка зрения, послужившая для установления этих принципов, оказалась неправильной? На этот вопрос легко ответить.

Во-первых, теологическое воззрение доставило нам не содержание принципов, оно лишь придало им свойственную самой теологии окраску, тогда как содержание было и тогда почерпнуто из наблюдения.

Во-вторых, само теологическое воззрение на природу сформировалось благодаря стремлению создать точку зрения, с помощью которой можно было бы обозреть возможно большее количество явлений; стремление, следовательно, присущее также и естествознанию и очень хорошо согласующееся с целями его. Если даже теологическая натурфилософия и должна быть признана неудачной попыткой, возвратом к более низкой степени культуры, то все-таки из-за этого не следует пренебрегать здоровыми корнями, на которых развилась эта философия, тем более что ее *реальные* основы не отличаются от основ истинного естествознания.

Действительно, естествознание не может ничего достигнуть простым наблюдением частного, если время от времени не обращаться к великому общему. Законы падения тел, установленные Галилеем, принцип живых сил Гюйгенса, принцип виртуальных перемещений, часто называемый принципом виртуальных скоростей, даже само понятие о массе могли быть получены лишь таким образом, что попеременно обращали внимание то на частности, то на общий ход явлений природы. Воспроизводя мысленно явления природы из механических категорий, чтобы составить себе картину данного явления, можно исходить из свойств отдельных масс (элементарные законы); или же

можно также придерживаться при рассмотрении свойств всей системы (законы интегральные)».

В связи с этим естественно отметить, что при формировании в первой половине XX века геометрической парадигмы А. Эйнштейном и другими мыслителями теологическую роль фактически играло искривленное пространство-время, из которого пытались вывести и обосновать всю физическую реальность. О божественной роли вакуума в физике писал Я.И. Френкель. Сам Эйнштейн в своей статье «Наука и религия» фактически соглашался с отождествлением вакуума и искривленного пространства-времени. А в рамках теоретико-полевой парадигмы ныне аналогичную роль играют понятия поля на фоне априорно заданного пространства-времени.

Взгляды другого основателя реляционной парадигмы рассмотрены В.Д. Эрекаевым в статье «О реляционизме Г. Лейбница», которая и включает четвертый раздел. В статье показаны трудности, с которыми Лейбницу пришлось столкнуться при формировании идей реляционной парадигмы. Вскрытие этих трудностей важно для осмысления содержания реляционной парадигмы на уровне современных представлений о физической реальности.

*Ю.С. Владимиров*

---

---

# МЕТАФИЗИКА В ТРУДАХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МЫСЛИТЕЛЕЙ

---

---

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1-9-18

## О НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЯХ РУССКОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ: КЛЮЧ К НАУЧНОМУ И НАУЧНО-ФИЛОСОФСКОМУ ТВОРЧЕСТВУ

Л.Г. Антипенко\*

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

**Аннотация.** Оппоненты русской культуры много усилий затратили на то, чтобы доказать, что наша культура не достигла того уровня развития, на котором находится европейская и вообще западная культура. Не достигла хотя бы потому, что в ней не зародилась собственная национальная философия. В статье показывается, по какой причине в головах западных идеологов сложилось такое ложное представление. Дело в том, что они ищут русскую философию только в сугубо религиозной области, в так называемой «бердяевщине», далёкой от научных достижений русской цивилизации. А в научных достижениях, как показывает автор на ряде примеров, приведённых в данной статье, и содержится национальная философия. Не замечают же её потому, что она представлена в логической форме, опосредована особой диалектической логикой, которая позже была заново открыта в фундаментальной онтологии немецкого мыслителя Мартина Хайдеггера.

Поскольку данная логика пронизывает собою и сферу научного, и сферу философского мышления, в ней и берёт своё начало русская философия, русское национальное мировоззрение. Это можно видеть на примере логического строя не-евклидовой геометрии Лобачевского, в ней берёт своё начало русская философия, русское национальное мировидение. Не случайно Д.И. Менделеев увидел в геометрии Лобачевского нечто большее, нежели частную математическую дисциплину мысли, и сказал: «Геометрические знания составили основу всей точной науки, а самобытность геометрии Лобачевского – зарю самостоятельного развития наук в России. Посев научный взойдёт для жатвы народной...». Столь же высокая оценка геометрии Лобачевского прозвучала из уст проф. В.Ф. Кагана: «Я беру на себя смелость

---

\* E-mail: chistrod@yandex.ru

утверждать, что было легче остановить солнце, что легче было двинуть землю, чем уменьшить сумму углов в треугольнике, свести параллели к схождению и раздвинуть перпендикуляры к прямой на расхождения». Так выглядит один из результатов применения диалектической логики.

**Ключевые слова:** геометрия Лобачевского, периодический закон химических элементов Менделеева, паранепротиворечивая логика Васильева, привация, диалектическая логика

Есть в отечественной науке три подлинно оригинальных открытия, которые имеют столь большое значение для развития отечественной культуры и мировой культуры в целом, что для них трудно подобрать аналоги среди вообще всех цивилизационных достижений, известных в мировой истории. Я имею в виду созданную Н.И. Лобачевским (1792–1856) Воображаемую (не-евклидову) геометрию, Воображаемую (не-аристотелеву) логику, созданную Н.А. Васильевым (1880–1940), и периодический закон химических элементов, открытый Д.И. Менделеевым (1834–1907). В содержании этих теорий содержится Высшая логика, высшая в том смысле, который вкладывается в понятие Высшей геометрии, когда сравнивают геометрию Лобачевского (сам он называл её Воображаемой, затем Общей геометрией) с элементарной геометрией Евклида [1].

Высшая логика базируется на понятии диалектического отрицания, которое Мартин Хайдеггер (1889–1976) наименовал *привацией* и выразил в виде следующего определения: «Если мы нечто отрицаем так, что не просто исключаем, а, скорее, фиксируем в смысле недостачи, то такое отрицание называют *привацией* (*Privtion*) [2. С. 86]. Эта лексическая формула развёртывается в Высшую логику, которая теперь получила название комплементарно-диалектической логики [3]. Подойти к её осмыслению можно, воспользовавшись следующим наглядным примером. Часто говорят: «У меня нет времени для того, чтобы, скажем, кататься на лыжах». В высказывании стоит слово *нет*, но нет-отрицание означает недостачу времени и подразумевает заботу о восполнении этой недостачи. Но поскольку ход времени нельзя остановить, то тогда возникает вопрос: нельзя ли занять (захватить) время из прошлого? Так вот на него русская мысль даёт положительный ответ, обусловленный данной логикой.

Возможность или даже необходимость применения привации появляется тогда, когда устанавливается теоретически определённая (завершённая) мера тех или иных изучаемых вещей и явлений. В содержании устанавливаемой таким образом меры заложена противоположность по отношению к тем вещам и явлениям, которые в неё не входят, но несут на себе её отпечаток. Одним словом, выход за пределы установленной меры обуславливается самой этой мерой, указанием на её недостачу. Привация делает меру модальной в смысле математического ожидания. Высшая, диалектико-комплементарная, логика появляется как раз в результате привации классической логики, представленной в математической форме. Но вопрос о том, как была

открыта или изобретена формула приваации, требует отдельного исследования, для чего мы и обращаемся к трём вышеуказанным образцам научных открытий.

Начнём с периодического закона химических элементов, открытие которого датируют 1 марта (17 февраля по старому стилю) 1869 года. Графическое изображение закона дано в таблице Менделеева. В ней мы находим двухмерное распределение элементов по группам, располагаемых по горизонтали, и по рядам, располагаемым по вертикали (сверху вниз). В первоначальном варианте Таблицы представлены свойства простых тел, а также свойства и формы соединений элементов, находящихся в периодической зависимости от величин атомных весов элементов. В современном её варианте свойства простых тел, а также свойства и формы соединений элементов находятся в периодической зависимости от числа протонов в ядре атома, идентифицируемого с номером расположения элемента. Всего насчитывается 18 групп.

После этих кратких сведений о законе Таблицы элементов Менделеева нам предстоит ответить на вопрос, какое отношение они имеют к теме данной статьи. Вопрос этот ставится и обсуждается Менделеевым в его книге «Попытка химического понимания мирового эфира», изданной в 1905 году [4]. Напоминаем, что в исходном варианте в Таблице семь групп с выделенной восьмой группой, отведённой для инертных газов. В ней насчитывалось всего 60 элементов. По словам Менделеева, она имела гипотетический характер и не находила признания до тех пор, пока не были открыты галлий и германий, свойства которых были предсказаны посредством интерполяции в ячейках Таблицы [4. С. 9]. Это окончательно убедило автора в том, что открытый им периодический закон химических элементов представляет собой *полную меру* множества этих элементов, даже с учётом того, что требуется ещё расширение (эксполирование) списка уже известных элементов [4. С. 10]. И в завершённой Таблице появляется нулевой элемент, для которого группа и ряд нумеруются нулём (см. рис. в [4. С. 13]). Так нуль стал служить указателем *недостачи* Таблицы в смысле приваации, хотя Менделеев и назвал его условно *ньютонием*.

Далее автору предстояло выяснить, что скрывается за нулевым знаком, и он обратил внимание на три сущности, которые, по его мнению, лежат в основе мироздания. Имеется в виду триединство вещества, силы и духа, в котором можно было бы найти денотат к нулевому элементу. Когда мне говорят, пишет Менделеев, «что единство материала, из которого сложились элементы, отвечает единству во всём, то я свожу это стремление <...> к неизбежной необходимости отличить в корне вещество, силу и дух, и говорю, что зачатки индивидуальности, существующие в материальных элементах, проще допустить, чем в чём-либо ином, а без развития индивидуальности никак нельзя признать никакой общности» [4. С. 14].

С современной точки зрения недостатчей Таблицы Менделеева служит антиматерия, состоящая из античастиц (по отношению к частицам), таких как позитрон – античастица электрона и т. п. Но Менделеев не дождался до того времени, когда был открыт атом Резерфорда и были создана квантовая механика,

затем квантовая теория атомного ядра с нуклонами и антинуклонами. Поэтому он остановился на механической модели эфира, гипотеза о существовании которого в дальнейшем была подвергнута критике. Да и сам он в ней сомневался. Отмечал, что нельзя отрицать за эфиром его вещественности, а при ней рождается вопрос о его химической природе. И писал: «Моя попытка есть не более, как посильный и первичный ответ на этот ближайший вопрос, а в сущности своей она сводится к тому, что ставит этот вопрос на очередь» [4. С. 20–21].

Вопрос об эфире был снят с повестки дня, но остался другой, фундаментальный вопрос – о сущности духа. К нему мы вернёмся ниже, после обращения к геометрии Лобачевского.

Лобачевского называют гением первого ранга, а ещё сравнивают с Коперником и Колумбом. Но вот что сказал в ответ на эти сравнения известный крупный специалист в области геометрических исследований проф. Каган: «Я беру на себя смелость утверждать, что было легче остановить солнце, что легче было двинуть землю, чем уменьшить сумму углов в треугольнике, свести параллели к схождению и раздвинуть перпендикуляры к прямой на расхождения»<sup>1</sup>. Геометры, естественно, ставили вопрос о том, какой логикой пользовался Лобачевский при создании своей геометрии. Многие подозревали, что такая логика существует, но не находили способа выделить её из геометрического содержания этой новой научной дисциплины. Никто не мог поверить в то, что точки, расположенные на геометрической прямой и маркированные вещественными (действительными) числами, могут претерпевать изменения и превращаться в точки мнимые, если прямая рассматривается в не-евклидовой геометрии Лобачевского.

Поясним терминологию. Мнимые точки суть такие точки, которые маркируются мнимыми числами. Математическая процедура превращения вещественной точки  $a$  в мнимую точку заключается в том, что  $a$  умножается либо на мнимую единицу со знаком плюс, либо на мнимую единицу со знаком минус, то есть когда имеем либо  $+ia$ , либо  $-ia$ . К этой процедуре подвели два фактора: геометрический и логический. *Геометрический* – проективная геометрия, *логический* – диалектическое отрицание, приваация. В проективной геометрии установлена такая завершённая (замкнутая в себе) мера упорядоченности точек, прямых и плоскостей, при которой считается, что любые две прямые, лежащие в одной и той же плоскости, всегда пересекаются. Если две прямые параллельны (в смысле евклидовой геометрии), то они пересекаются в бесконечно удалённой точке. Каждая прямая наделяется при этом бесконечно удалённой точкой, но вместе с тем эта точка принадлежит всему множеству (ансамблю) параллельных прямых, расположенных на данной плоскости. Если мы теперь этот ансамбль прямых будем непрерывно поворачивать вокруг какой-либо фиксированной точки в одном и том же направлении, то получим бесконечно удалённую прямую. Точки её обладают необычными свойствами и открывают путь в Общую геометрию.

<sup>1</sup> Взято из его речи, опубликованной в книге: Празднование Казанским университетом столетия неевклидовой геометрии Н. И. Лобачевского. Казань, 1927. С. 60–61.

Дело в том, что этот линейный ряд точек весьма необычен. В отличие от обычных, «конечных», точек бесконечно удалённые точки, принадлежащие бесконечно удалённой прямой, нельзя пронумеровать, точнее говоря, им нельзя присвоить имена действительных чисел. Каждой бесконечно удалённой точкой охватывается бесконечное множество параллельных прямых. Каждая бесконечно удалённая точка «рассыпается» на множество безымянных элементов, кои свидетельствуют о том, что евклидова прямая испытывает *недостачу* некоторых точечных элементов. Общая геометрия даёт ответ на вопрос о том, что представляют собой эти элементы. Имеются в виду как раз мнимые точки, то есть точки, маркируемые мнимыми числами. Они пополняют евклидову прямую, превращая её в прямую Лобачевского, о чём уже говорилось выше. Но за словом «пополняют» стоит приваация, устраняющая здесь произвол в логических рассуждениях. То, что приваацию математики не замечали, но некоторые из них подходили к ней близко, что можно видеть на примере интерпретации бесконечно удалённых («идеальных») точек у Ф. Клейна, Р. Куранта и Н.Н. Лузина.

Обратимся с этим вопросом к книге Р. Куранта и Г. Роббинса «Что такое математика?» [5]. Обыкновенная геометрия точек и прямых, указывают они, весьма осложнена тем обстоятельством, что две параллельные прямые не имеют точки пересечения. Это побудило геометров сделать одно примечательное упрощение в её структуре путём расширения понятия геометрической точки, которое вбирает в себя и обыкновенную и «идеальную» точку. Последнюю можно представить так, что если прямая, пересекающая другую прямую, медленно вращается, приближаясь к положению параллельности, то точка пересечения двух прямых неограниченно удаляется, что даёт повод утверждать, что две параллельные прямые пересекаются в бесконечно удалённой точке [5. С. 207]. Поэтому, пишут они далее, *мы уславливаемся в том, что к обыкновенным точкам всякой прямой, добавляем ещё одну, «идеальную» точку и будем считать эту точку принадлежащей всем прямым, параллельным данной, и никаким другим.* «Следствием такого условия является то, что всякая пара прямых на плоскости теперь уже пересекается в единственной точке: если прямые не параллельны, то в „обыкновенной“ точке; если параллельны, то в им обеим принадлежащей „идеальной“ точке»<sup>2</sup>. По причинам интуитивного порядка эта идеальная точка на прямой называется *бесконечно удалённой точкой* на этой прямой [5. С. 208].

Резюме Куранта и Роббинса звучит так: «...наши условия, касающиеся бесконечно удалённых элементов, были выбраны таким образом, чтобы законы, регулирующие отношения инцидентности между обыкновенными точками и прямыми, сохранялись и в расширенной области, чтобы операция нахождения точки пересечения двух прямых, ранее возможная только в случае непараллельности, могла быть выполнена без ограничений» [5. С. 209].

<sup>2</sup> Термины «идеальный элемент» и «идеальное высказывание» были введены в математический обиход Д. Гильбертом [6. С. 355–364].

За этими высказываниями математиков следует одно суждение, которое подводит их к геометрии Лобачевского, но и останавливает перед ней. Именно: «Согласно принятым условиям, каждая бесконечно удалённая точка определяется или представляется семейством параллельных прямых, точно так же как иррациональное число определяется последовательностью „вложенных“ рациональных отрезков» [5. С. 209]. Курант и Роббинс указывают, как пополняется множество рациональных точек на прямой иррациональными точками. Но здесь важно отметить, что точка, будь то иррациональная или рациональная, определяется исходя из отрезка прямой, что как раз и имеет место в Общей геометрии. (Н.Н. Лузин даёт такое определение понятия точки, которое охватывает все действительные точки, рациональные и иррациональные. Геометрическая точка на прямой, писал он в статье «Современное состояние функций действительного переменного», «есть не что иное, как бесконечная последовательность стягивающихся интервалов» [7. С. 27].)

Отсюда остаётся всего лишь один шаг к пониманию хода мысли к геометрии Лобачевского. Наличие в ней *абсолютной линейной величины* (К. Гаусс), или, иначе говоря, абсолютной *единицы* длины, позволяет оценивать длину произвольного отрезка прямой в виде его отношения к данной величине. Умножая это отношение на мнимую единицу, мы получаем мнимый отрезок. Стягивая мнимый отрезок, приходим к мнимой точке.

Ф. Клейн не «дошёл» до мнимых точек, остановившись на точках идеальных. То обстоятельство, по которому множество бесконечно удалённых точек на плоскости (в проективной геометрии), образует бесконечно удалённую прямую, натолкнуло его на мысль, что бесконечно удалённую прямую можно было бы присоединить к обыкновенной прямой, чтобы получить (определить) геодезическую линию на плоскости Лобачевского. «Гиперболическая геометрия, – писал он, – наделяет прямую двумя бесконечно удалёнными точками. О том, существует ли по ту сторону ещё один участок прямой, дополняющий до замкнутой линии участок, лежащий в конечной области, сказать ничего нельзя, так как наши движения никогда не доводят нас до бесконечно удалённых точек, не говоря уже о том, чтобы выйти за их пределы. Во всяком случае, можно присоединить такой участок как мысленную, идеальную часть прямой линии» [7. С. 268].

Дополним эти высказывания небольшим пояснением. Клейн наделяет вещественную прямую двумя бесконечно удалёнными точками. Он в данном случае исходит из того геометрического факта, что прямая Лобачевского имеет две бесконечно удалённые точки, в которых она пересекается, с двух сторон, с двумя параллелями Общей геометрии.

Полезно будет отметить, что бесконечно удалённые идеальные точки в геометрии являются аналогом пустого класса в теории множеств. Там тоже пустой класс служит показателем недостачи теории множеств в том смысле, что ей не достаёт тех математических элементов, которые в индивидуальном порядке не являются единичными подмножествами рассматриваемых множеств.

Н.Н. Лузин подходил к вопросу идеальных точек, исходя из результатов своих исследований в дескриптивной теории множеств. Он высказал следующие соображения относительно статуса существования иррациональных чисел и того, чего им не хватает.

1. Вопреки всяким возражениям, вполне определимых иррациональных чисел имеется счётное множество, хотя их перенумерование не может быть осуществлено при помощи *математического* закона.

2. Арифметический континуум заведомо содержит неопределимые точки. Эти точки, каждая из которых имеет бесконечное определение, являются *паразитическими* во всяком рассуждении, которое можно сделать эффективно, отличающемся тем, что оно устанавливает определённую связь между уже определёнными объектами.

Н.Н. Лузину важно было понять, что паразитические точки не являются идеальными элементами. Можно было бы отметить, пишет он, что в истории математической науки введение *идеальных* элементов оказало важные услуги, чего никто не станет отрицать. Но истинно полезные идеальные элементы индивидуально различимы, чего нет в данном случае. Вместе с тем исключение этих точек создало бы большое упущение в методах математического анализа (Борель). Кроме того, в данный момент, утверждает Лузин, «из таких *неопределимых* точек можно образовать множества, которые можно назвать, но нельзя ни назвать индивидуальную точку такого множества, ни узнать, „существует“ ли точка в таком множестве, ни узнать его свойств [8. С. 269].

Нам удалось назвать эти таинственные точки и показать, что они являются причиной того, что арифметический континуум принципиально нельзя упорядочить, в частности, бесполезно вводить для этого трансфинитные канторовские числа [3. С. 84–86].

Геометрическая дисциплина мысли является образцом логической строгости и математической точности. Поэтому, опираясь на логику Общей геометрии, с одной стороны, и, с другой стороны, на фундаментальную онтологию Хайдеггера, в которой сформулирована операция диалектического отрицания, мы можем подойти к решению поставленного Менделеевым вопроса о духе. Хайдеггер в своей фундаментальной онтологии оперирует категориями сущего (Seiende) и Бытия (Sein, позднее: Seyn). По Хайдеггеру, всё, что мы наблюдаем в наличии, – земную природу, звёздный мир, предметы человеческой культуры и т. д. – всё это относится к разновидностям сущего. К сущему относятся (с одной оговоркой) также люди, которых Хайдеггер обозначает термином *вот-бытие* (Dasein). Всё сущее в своём разнообразии называется бытием, о нём можно сказать, что оно *есть*. Но когда ставится вопрос о существовании сущего как целого, в его единстве, тогда сущее переносится на *онтологический* уровень, который называется Бытием с большой буквы (нижний уровень, уровень сущего, Хайдеггер называет *онтическим*). Применение приваации к Бытию даёт *Ничто*. Ничто служит показателем неполноты Бытия. Восполняет эту неполноту Божество. Вот в нём мы находим то, что Менделеев назвал духом.

Эти умозаключения приобретают математическую строгость, когда учитывается то обстоятельство, что Бытие, по Хайдеггеру, неотделимо от времени. Время, говорит он, есть истина Бытия [9. С. 32]. Привация времени, то есть ничто во времени, заключается в том, что обращение хода времени (без которого нельзя представить его существование) происходит мгновенно. Творец управляет временем, человек способен сотрудничать в этом деле с Творцом.

Напомним, что в Общей геометрии Лобачевского представление о времени соотносится с геометрическим представлением движения. Можно сказать так, что Общая геометрия есть геометрическая теория движения, возводящая движение во временные рамки. Об этом можно судить хотя бы потому, что Общая геометрия содержит в себе группу преобразований, изоморфную группе преобразований Лоренца в специальной теории относительности (СТО). Как известно, четырёхмерное псевдоевклидово пространство СТО содержит в себе три пространственные координаты и одну временную координату. Касаясь данной особенности Воображаемой геометрии, Лобачевский отмечал: «В природе мы познаём собственно только движение, без которого чувственные впечатления невозможны. Итак, все прочие понятия, например, Геометрические, произведены нашим умом искусственно, будучи взяты в свойствах движения; а потому пространство, само собой, отдельно, для нас не существует» [10. Т. 2. С. 158–159].

Термин *движение* обычно используется в геометрии для обозначения преобразования геометрических фигур. В этом смысле, к примеру, всякое перемещение точки на геометрической плоскости есть движение. Но понятие движения, взятое в том смысле, какой вкладывает в него Лобачевский, есть понятие о *реальном* движении. Реальное движение отображается в Общей геометрии при сочетании непрерывного и дискретного преобразований. Здесь имеет место диалектическое единство противоположностей, выражаемое в форме логических антиномий, открытых в паранепротиворечивой логике Васильева (см. работы [11; 12]). А логика Васильева входит в Высшую логику с той стороны логической мысли, которая касается отношения к законам противоречия и исключённого третьего в классической логике.

Выше уже было сказано, что в своей фундаментальной онтологии Хайдеггер открыл *Ничто* как символ присутствия Бога. И указал путь к нему, отметив, что с Богом обретается народ. Но обрести Бога – значит обрести *Seyn*, бытие в его истине. «Только отнесенность к *Seyn* в состоянии обеспечить [саму] возможность сохранить нужду в отклике Бога» [13. С. 64]. Эта нужда, по Хайдеггеру, заложена в Русском начале, начале русского народа. «В сущности русского начала, – отмечал он, – заключены сокровища ожидания скрытого Бога, которые превосходят [значение] всех сырьевых запасов. Но кто поднимет их на поверхность? То есть освободит (так), чтобы высветилась их сущность...? Что должно произойти, чтобы таковое стало исторической возможностью?»<sup>3</sup> [13. С.70]. Ответы на эти вопросы зависят от нашего собственного понимания нашей цивилизации.

<sup>3</sup> Переводы цитат с немецкого на русский язык сделаны Н.В. Матрошиловой.

## Литература

1. Ефимов Н. В. Высшая геометрия. М.: Физматгиз, 1961. 580 с.
2. Хайдеггер Мартин. Цолликоновские семинары (Протоколы – Беседы – Письма) / пер. с нем. языка И. Глуховой. Вильнюс: ЕГУ, 2012. 404 с.
3. Антипенко Л. Г. Проблема неполноты математической теории и онтологические предпосылки её решения. М.: ЛЕНАНД, 2022. 152 с.
4. Менделеев Д. Попытка химического понимания мирового эфира. СПб.: Типография М. П. Фроловой, 1905.
5. Курант Р., Роббинс Г. Что такое математика? 10-е изд., стер. М.: МЦНМО, 2022. 568 с.
6. Гильберт Д. Основания геометрии. М.; Л.: Госиздат технико-теоретической литературы, 1948. 491 с.
7. Акад. Н. Н. Лузин. Современное состояние функций действительного переменного. М.; Л.: ГГГИ, 1933.
8. Лузин Н. Н. Собрание сочинений. Том II: Дескриптивная теория множеств. М.: Изд-во АН. СССР, 1958. 746 с.
9. Хайдеггер Мартин. Время и бытие. М.: Изд-во «Республика», 1993. 447 с.
10. Лобачевский Н. И. Полн. собр. соч.: в 2 т. М.–Л.: Гостехиздат, 1946–1951.
11. Васильев Н. А. Воображаемая логика: избранные труды. М.: Наука, 1989. 264 с.
12. Антипенко Л. Г. П. А. Флоренский о логическом и символическом аспектах научно-философского мышления. М.: «Канон+» РООИ «Реабилитация», 2012. 172 с.
13. Heidegger Martin. Gesamtausgabe. Übergungen XIII. (Schwarze Hefte 1938–1941). 2014. Band 96.

## ABOUT SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS OF RUSSIAN CIVILIZATION: THE KEY TO SCIENTIFIC AND PHILOSOPHICAL CREATIVITY

L.G. Antipenko\*

*Institute of Philosophy of RAS,  
12/1 Goncharyaya St, Moscow, 109240, Russian Federation*

**Abstract.** Opponents of Russian culture have spent a lot of effort to prove that our culture has not reached the level of development at which European and Western culture in general is. It did not reach it, if only because it did not develop its own national philosophy. The article shows why such a false idea has developed in the minds of Western ideologists. The fact is that they are looking for Russian philosophy only in a purely religious area, in the so-called “Berdyayevshchina”, far from the scientific achievements of Russian civilization. And in scientific achievements, as the author shows on a number of examples given in this article, national philosophy is contained. They do not notice it because it is presented in a logical form, mediated by a special dialectical logic, which was later rediscovered in the fundamental ontology of the German thinker Martin Heidegger.

Since this logic permeates both the sphere of scientific and philosophical thinking, Russian philosophy, the Russian national worldview, originates in it. This can be seen in the example of the logical structure of Lobachevsky’s non-Euclidean geometry, it is the origin of Russian philosophy,

---

\* E-mail: chistrod@yandex.ru

Russian national worldview. It is no coincidence that D.I. Mendeleev saw in Lobachevsky's geometry something more than a particular mathematical discipline of thought, and said: "Geometric knowledge formed the basis of all exact science, and the originality of Lobachevsky's geometry was the dawn of the independent development of sciences in Russia. The scientific sowing will sprout for the harvest of the people...". An equally high assessment of Lobachevsky's geometry was voiced by prof. V.F. Kagan: "I take the liberty of asserting that it was easier to stop the sun, that it was easier to move the earth than to reduce the sum of angles in a triangle, to reduce the parallels to convergence and push the perpendiculars to the straight line to divergence". This is one of the results of applying dialectical logic.

**Keywords:** Lobachevsky geometry, Mendeleev's periodic law of chemical elements, Vassiliev's paraconsistent logic, privation, dialectical logic

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1-19-29

## ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ПРОБЛЕМА ЕЁ ОБОСНОВАНИЯ

**И.А. Бабенко**

*Институт гравитации и космологии  
Российского университета дружбы народов  
Российская Федерация, 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3*

**Аннотация.** В статье рассматривается пять стадий в истории открытия и попыток обоснования периодической системы химических элементов Менделеева. Первая стадия состоит в накоплении, систематическом анализе обширного эмпирического материала и в непосредственном установлении периодического закона химических элементов Менделеевым. На второй стадии предпринимались попытки атомно-электронного объяснения периодичности физических и химических свойств элементов на базе квантовой механики и принципа Паули. Третья стадия связана с развитием ядерной физики, а также развитием таких химических методов, как радиохимический анализ, хроматографический метод цвета и т. д. На четвертой стадии предлагалось решение проблемы на базе теории групп в квантово-механическом понимании. Пятая стадия основана на реляционном обосновании периодической системы химических элементов таблицы Менделеева, соответствующем методике описания адронов.

**Ключевые слова:** периодическая таблица химических элементов Менделеева, стандартная модель, теоретико-полевой подход, реляционный подход, частицы, химические элементы, обоснование масс частиц

### Введение

Периодическая таблица химических элементов Менделеева была создана на основе эмпирических данных. Ее открытие сыграло важную роль в создании квантовой теории, а также явилось основанием многочисленных попыток ее обоснования. Так, Д.Д. Иваненко выделял три стадии в развитии периодической системы химических элементов на базе закономерностей квантовой физики [1]. В настоящее время ряд авторов высказывает справедливую мысль, что для решения этой проблемы необходима теория, построенная на иных принципах. На наш взгляд, к настоящему времени созрели условия для решения данной фундаментальной проблемы. Возникающие четвертая и пятая стадии, связанные с решением вопроса о массах элементарных частиц, формируются в рамках двух физико-теоретических подходов: 1) теоретико-полевого подхода (при наличии априорно заданного пространства времени), где объяснение периодической системы осуществляется в рамках стандартной калибровочной модели физических взаимодействий, и 2) реляционного

подхода, где нет априорно заданного пространства-времени. В работе Ю.С. Владимирова [2], например, было предложено ее решение в рамках реляционной парадигмы на базе математического аппарата теории бинарных систем комплексных отношений.

Данная статья посвящена обсуждению основных положений пяти стадий создания и попыток обоснования периодической системы таблицы Менделеева.

### Первая стадия

Первая стадия состоит в накоплении и систематическом анализе обширного эмпирического материала, что непосредственно привело к установлению периодического закона химических элементов Менделеевым.

Для создания таблицы, прежде всего, необходимо было выделить свойства химических элементов, на основе которых должна формироваться таблица. Так, в 1803 году Дж. Дальто ввел понятие «атомная масса», он же ее и определил. По его предложению, в качестве единицы атомной массы должна выбираться масса атома водорода, так называемая «водородная шкала». В 1818 году Берцелиус опубликовал таблицу атомных масс, отнесённых к атомной массе кислорода, принятой равной 16. Система атомных масс Берцелиуса использовалась до 1860-х годов, когда химики вновь стали использовать водородную шкалу. Отметим, что в 1906 году химики опять перешли на кислородную шкалу, по которой за единицу атомной массы принимали  $1/16$  часть атомной массы кислорода. После открытия изотопов кислорода ( $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ ) атомную массу стали указывать по двум шкалам: химической, в основе которой лежала  $1/16$  часть средней массы атома природного кислорода, и физической с единицей массы, равной  $1/16$  массы атома  $^{16}\text{O}$ . (Использование двух шкал имело ряд недостатков, вследствие чего в 1961 году перешли к единой, углеродной шкале.)

В 1829 году И. Деберейнер в попытке систематизировать известные химические элементы выдвинул идею о «законе триад». Его идея заключалась в том, что атомная масса среднего элемента триады близка к среднему арифметическому атомных масс двух крайних элементов триады. Разбить все известные элементы на триады И. Деберейнеру не удалось. Но закон триад явно указывал на наличие взаимосвязи между атомной массой и свойствами элементов и их соединений.

В 1843 году Л. Гмелин опубликовал таблицу «химически сходных элементов», расставленных по группам в порядке возрастания «соединительных масс», разбитых на триады, тетрады и пентады.

В 1850 году Макс фон Петтенкофер и Жан Дюма предложили «дифференциальные системы», предназначенные для выявления общих закономерностей в изменении атомного веса элементов.

В 1862 году А. Шанкуртуа предложил винтовой график элементов с расположением химических элементов в порядке возрастания атомной массы.

Также в 1862 году американский ученый Джон Ньюлендс предложил закон октав в попытке сопоставить химические свойства элементов с их

атомными массами, где элементы располагались в порядке возрастания их атомных масс. Ньюлендсом было обнаружено, что сходные по химическим свойствам элементы оказываются на одной горизонтальной линии.

В 1864 году Юлиус Лотар Мейер опубликовал таблицу, содержащую 28 элементов, размещенных в шесть столбцов согласно их валентностям, и намеренно ограничил число элементов в таблице, чтобы подчеркнуть закономерное изменение атомной массы в рядах сходных элементов.

Из вышесказанного очевидно, что Дж. Ньюлендса и Ю.Л. Мейера можно считать ближайшими предшественниками Д.И. Менделеева. В их работах были сделаны попытки классифицировать и систематизировать химические элементы, однако были получены лишь предварительные частичные результаты [3].

В марте 1869 года в статье Д.И. Менделеева «Соотношение свойств с атомных весов элементов» был сформулирован периодический закон изменения свойств химических элементов в зависимости от их атомной массы, представленный в виде периодической таблицы. В основу этой статьи было положено утверждение: «Элементы, расположенные по величине их атомного веса, представляют естественную периодичность свойств» [4. С. 19].

В своей работе «Основы химии» 1871 года Д.И. Менделеев следующим образом сформулировал основной закон периодичности: «Физические и химические свойства элементов, проявляющиеся в свойствах простых и сложных тел, ими образуемых, стоят в периодической зависимости (образуют периодическую функцию, как говорят в математике) от их атомного веса». И здесь же задался вопросом: «Рождаются невольно вопросы о том, что же такое выражает самый вес атомов, какая ближайшая причина зависимости свойств веса, почему малое изменение в весе атомов производит известное периодическое изменение в свойствах, и целый ряд тому подобных вопросов, которых решение даже гипотетическое, по нашему мнению, не под силу еще современной науке. В будущем, когда настанет черед решения и этих вопросов, можно ожидать и теоретического определения самих простых тел, подобно тому, как мы теоретически определяем уже сложные тела» [5. С. 297].

Причины периодичности сам Д.И. Менделеев пытался объяснить в своей статье 1902 года «Попытка химического понимания мирового эфира», используя в качестве первичной структуру эфира: «Словом, я не вижу никакой цели в преследовании мысли об единстве вещества, а вижу ясную цель как в необходимости признания единства мирового эфира, так и в реализации понятия о нём, как о последней грани того процесса, которым сложились все другие атомы элементов, а из них все вещества... Реального же понимания эфира нельзя достичь, игнорируя его химизм и не считая его элементарным веществом; элементарные же вещества ныне немислимы без подчинения их периодической законности. <...> Атомы же эфира надо представить не иначе, как способными преодолеть даже солнечное притяжение, свободно наполняющими все пространство и везде могущими проникать. Этот элемент у, однако, необходим для того, чтобы умственно подобраться к тому наилегчайшему, а потому и наиболее быстро движущемуся элементу х, который,

по моему разумению, можно считать эфиром». В попытках найти элементы с такими свойствами Д.И. Менделеев преобразовал таблицу и выделил нулевую группу «инертных в химическом смысле элементов» [6. С. 26].

Таким образом, к середине XIX века была разработана феноменологическая классификация химических элементов, представленная Д.И. Менделеевым в виде периодической таблицы, основанной на зависимости свойств элемента от их атомного веса. На основе установленного закона удалось предсказать такие новые элементы, как галлий, германий и скандий, а также в дальнейшем группу инертных газов.

Но объяснения феномена периодичности Д.И. Менделеевым не было сделано, однако он все же полагал, что периодическую зависимость можно выразить алгебраически через некую периодическую функцию, но таковой так и не было найдено [7].

### Вторая стадия

Ко второй стадии следует отнести попытки атомно-электронного объяснения периодичности физических и химических свойств элементов на базе квантовой механики и принципа Паули.

Необходимо отметить парадоксальный момент, что периодический закон как обобщение химии не мог быть объяснен в рамках самой химии. Объяснение периодичности стало возможным только после построения теории строения атома и установления квантовых законов движения электронов в атомах.

М.А. Ельяшевич в своей статье «Периодический закон Д. И. Менделеева, спектры и строение атома» [8] описывает историю открытия Д.И. Менделеевым периодического закона, а также историю развития представления о структуре атома, которая развивалась на основе периодического закона и экспериментов в области спектрального анализа атомов. Характерно, что периодический закон — это основа, на которой строилась атомная физика. Нильс Бор, один из создателей теории атома отмечал, что периодический закон служил «путеводной нитью» при создании теории атома. Обширный материал спектральных исследований был систематизирован с помощью периодического закона. Следует специально подчеркнуть, что физическое истолкование периодического закона, данное Бором, Паули и другими исследователями и опирающееся на закономерности в спектрах, полностью сохранилось и получило более глубокое обоснование. Вместе с тем надо отметить, что особо важную роль спектроскопия сыграла именно в период создания Бором его квантовой теории атома и истолкования на этой основе периодического закона [8; 9]. В настоящее время, хотя спектроскопия широко и успешно применяется для изучения строения атомов и молекул и для исследования элементарных процессов, в которых они участвуют, ее применение касается больше конкретных, а не общих принципиальных и фундаментальных вопросов периодического закона [10].

Приведем здесь коротко основные моменты квантово-электронной интерпретации периодической системы.

Для объяснения периодичности необходимо было располагать элементы не в порядке возрастания атомного веса (как сделал сам Менделеев), а в последовательности числу зарядов в атомном ядре, которое определяет число электронов в нейтральном атоме. Далее вставала задача установления возможных энергетических состояний электронов в атомах. Также возник вопрос о необходимости найти распределение электронов данного невозбужденного атома по ионизации состояний энергии, чтобы оно удовлетворяло принципу Паули, который говорит о том, что в каждом состоянии, характеризующемся четырьмя квантовыми числами, может быть только по одному электрону. Квантовые числа, которые характеризуют внешние степени свободы движения электрона, это главное ( $n$ ), орбитальное ( $l$ ) и магнитное ( $m$ ) и еще одно квантовое число  $s$ , которое связано со значением спина [11].

Таким образом, в 1925 году В. Паули был сформулирован принцип, который объяснял, как происходит заполнение электронных оболочек в атомах. Похожесть свойств химических элементов определяется тем, что они имеют одинаковое строение внешних электронных оболочек. Но для многих электронов точное решение квантово-механической задачи оказалось невозможным даже в нерелятивистском приближении, поэтому для решения данной задачи стали использовать различные приближенные методы и определять новый видоизмененный порядок уровней [1].

В итоге при введении понятия «заряда ядра» периодический закон был сформирован следующим образом: «Свойства простых веществ, а также свойства и формы соединений элементов находятся в периодической зависимости от заряда ядра атомов элементов». На сегодняшний день не существует четкой зависимости от заряда, поэтому наиболее четкая формулировка периодического закона звучит как: «Большинство свойств химических элементов и их соединений находится в близкой к периодической зависимости от заряда соответствующих им нуклидов (атомных ядер)» [12].

Исходя из этого, существует три основных варианта табличного изображения системы химических элементов, которые располагаются в порядке увеличения заряда ядра атома, то есть 8-клеточный («короткопериодический»), 18-клеточный («длиннопериодический»), 32-клеточный («супердлиннопериодический»). О.В. Михайлов в своей работе «Великое наследие Д.И. Менделеева: эволюция периодического закона и системы химических элементов» предлагает 16-клеточный вариант [3]. Начиная с 1869 года было создано большое количество вариантов периодической таблицы химических элементов. Обзор различных видов таблиц представлен в ряде работ О.В. Михайлова и Саркисова [3; 13].

На сегодняшний день чаще используются два варианта таблицы Менделеева: «короткопериодический» и «длиннопериодический». В «короткопериодическом» – местонахождение конкретного химического элемента определяется двумя параметрами – зарядом  $Z$ , который совпадает с порядковым номером элемента, и его наивысшей возможной степенью окисления. Но, как отмечает О. В. Михайлов, степень окисления является свойством химического элемента, которое является следствием электронной структуры атомов

химических элементов [3]. Распределение электронов в атомах, которое определяет валентность и все химические свойства, а также то, как оптические, электрические, магнитные, кристаллографические и физические свойства связаны с электромагнитным взаимодействием электронов с ядром и друг с другом, определяется в основном зарядом ядра.

Таким образом, представляется электронно-квантовая интерпретация таблицы Менделеева, связанная именно с объяснением периодичности физических и химических свойств таблицы Менделеева, и в меньшей степени с возможностью прогноза. Данный этап ознаменовался предсказанием положения Гафния (№ 72) вне группы редких земель как гомолога Циркона.

### **Третья стадия, или ядерная периодичность**

Третья стадия связана с развитием ядерной физики, а также развитием таких методов, как радиохимический анализ, хроматографический метод цвета и т.д. На основе ядерных реакций и радиохимического анализа продуктов ядерных превращений стали заполняться пробелы периодической системы. Были открыты Технеций (№ 43), Прометей (№ 61), Астатин (№ 85), Франций (№ 87). Также было выполнено удлинение периодической системы, то есть открытие трансурановых элементов с  $Z > 92$  с использованием хроматографического метода. Данный этап также можно связать с накоплением и анализом закономерностей все увеличивающегося эмпирического материала, построением и предложением моделей ядра [1; 11; 14].

Здесь необходимо отметить, что сама первоначальная формулировка периодической системы основывалась на атомном весе, который является ядерной характеристикой. Как известно, атомный вес также возрастает с ростом заряда атомных ядер, и связано это с тем, что ядро состоит из протонов и нейтронов. И здесь стал возникать вопрос, почему не существует ядер из одних протонов или одних нейтронов, «почему при данном атомном номере, то есть числе протонов, допустимые числа нейтронов, определяющие атомные веса  $A$  изотопов данного элемента, лежат в некоторых весьма узких пределах» [1].

Следующий важный вопрос связан с тем, что в периодической системе таблицы Менделеева присутствуют аномалии. В некоторых случаях атомный вес предшествующего элемента больше последующего, так как у этих элементов есть некоторые изотопы. К примеру, атомный вес аргона  $Ar$ , из-за преобладания изотопа  $Ar40$  больше среднего веса калия ( $Z = 19$ ) с его доминирующим изотопом  $K39$  (93,08 %) и присутствующими в незначительном количестве более тяжелыми изотопами  $K40$  (0,0119 %) и  $K41$  (6,91 %). Подобные аномалии также свойственны следующим элементам:  $Co-Ni$ ,  $Ti-J$ ,  $Th-Pa$ . Данные аномалии говорят о следующих проблемах: прежде всего, об определенной допустимости количества нейтронов  $N$  при данном  $A$  (атомное число) и количества протонов  $Z$  при данном  $A$ . Кроме того, следует иметь в виду, что процентное содержание изотопов, реально существующих в нашей части Вселенной, связано со сложнейшими причинами, действовавшими при

образовании элементов, и дальнейшими ядерными реакциями радиоактивного распада и деления, а также реакциями, вызванными столкновением с другими ядрами, в том числе с принадлежащими потоку ядер в космических лучах. Многими исследователями отмечалось и отмечается в настоящее время, что «менделеевская естественная» периодическая система элементов не может быть окончательно объяснена без сведений о происхождении элементов, концентрации, распространенности и других космохимических данных» [1; 15; 16]. Объяснение данных аномалий возможно только в рамках ядерной физики [1].

Необходимо отметить главный момент, что на данном этапе была вскрыта периодичность ядерных оболочек и модель ядерных оболочек, аналогичная модели атомных оболочек. В современной ядерной физике представлены два класса моделей ядра: микроскопический (рассматривающий поведение отдельных нуклонов в ядре) – это модель ядерных оболочек и коллективный (рассматривающий согласованное, скоррелированное движение больших групп нуклонов в ядре) – модель жидкой капли. Основной факт, подтверждающий оболочечное строение ядра, заключается в наличии «магических чисел» протонов и нейтронов [14].

### **Четвертая стадия**

Четвертая стадия связана с решением задачи вывода масс частиц и строгого обоснования закономерностей как периодического закона таблицы Менделеева, так и обнаруженных видов адронов в рамках общепринятых представлений о сильных взаимодействиях.

Так, начиная с 1940-х годов в результате совершенствования техники эксперимента стало возрастать количество открытых адронов – частиц, участвующих в сильных взаимодействиях. Уже к 1960-м годам их число стало сравнимо с числом химических элементов в таблице Менделеева, а к середине 1960-х годов перевалило за 100. А к сегодняшнему дню уже насчитывается около 170 мезонов и 140 барионов. На сегодняшний день получилось так, что в фундаментальной физике отсутствует строгое обоснование закономерностей как периодического закона таблицы Менделеева, так и обнаруженных видов адронов.

В рамках стандартной модели (теоретико-полевой подход) все адроны классифицируются согласно кварковой модели. Но полное описание адронов и их свойств в терминах взаимодействующих кварков и глюонов пока развить не удалось. «Поэтому в ближайший период развития фундаментальной физики проблема понимания и исследования адронов останется одной из наиболее актуальных» [14].

Так, Гелл-Манн и Неэман подошли к проблеме классификации адронов, используя методы теории групп. Эти методы пришли из кристаллографии и стали интенсивно внедряться в квантовую физику [17; 18]. Так, в ряде работ Ю.Б. Румера, Б.Г. Конопельченко, А.И. Фета, Ю.И. Кулакова [19–25] был предпринят детальный анализ возникающих в рамках классификации теории групп и квантовых чисел правил классификации и размещения адронов

химических элементов. В работе Б.Г. Конопельченко и Ю.Б. Румера отмечено: «В то время как математический аппарат классификации в обоих случаях одинаков, свойства объектов, подлежащие классификации, существенно различны: для адронов – это физические свойства (масса), для химических элементов – это химические свойства. Аналогия между системами адронов и химических элементов представляется нам глубокой и может быть развита в самых разных направлениях». В этой работе также ставился вопрос: «...каково динамическое происхождение квантовых чисел?». Идею использования квантовых чисел в виде базиса, как переход к физической системе координат, высказывал в своей работе А. Эддингтон [26]. Но Эрвин Маделунг [27] первым применил водородные квантовые числа  $n$ ,  $l$ ,  $m$ ,  $s$  для нумерации элементов периодической системы. Впоследствии теоретическое обоснование природы чисел Маделунга было дано Фетом с позиции теоретико-группового подхода. Модель, предложенная Румером–Фетом, описывает периодическую систему элементов как единую квантовую систему бесструктурных состояний [20].

В работах Ключковского числа Маделунга [28] представлены в другой интерпретации, где заполнение электронных уровней атома рассматривалось согласно правилу последовательного заполнения  $(n+l)$ -группы Маделунга–Ключковского [28]. Идеи Румера–Фета продолжает развивать в своих работах В.В. Варламов, где выводит массы адронов [29]. При этом, как нам представляется, на сегодняшний день в рамках теоретико-группового описания не удалось найти связь между классификацией адронов и периодической таблицей химических элементов.

### Пятая стадия

Пятая стадия развития периодического закона формируется в рамках реляционного подхода, развиваемого Ю.С. Владимировым [2]. Реляционный подход к физике основан на идеях, заложенных в трудах Г. Лейбница и Э. Маха. Таковыми являются, во-первых, вторичный характер классических пространственно-временных отношений, во-вторых, описание физических взаимодействий в рамках концепции дальнего действия и, в-третьих, использование принципа Маха. Поскольку в этом подходе отсутствует априорно заданное пространство-время, используется своя система понятий и закономерностей, присущая физике микромира. В качестве таковой используется теория бинарных систем комплексных отношений (БСКО) минимальных рангов, основы которой были заложены в теории физических структур Ю.И. Кулакова [30]. Использование реляционного подхода означает исключение понятий классического пространства-времени, а следовательно, и отказ от волновых дифференциальных уравнений Шредингера, Клейна–Фока, Дирака. Более того, поскольку нет непрерывного пространства-времени, нет и полей переносчиков взаимодействий в виде промежуточных бозонов (глюонов и др.), – им не по чему распространяться.

В реляционном подходе в основу обоснования периодической системы Менделеева положены закономерности именно теории сильных взаимодействий, которые описываются на основе БСКО ранга (4,4). В этой теории

элементы описываются комплексными 3-компонентными спинорами, а частицы определяются тремя 3-компонентными спинорами («кварками»). Свойства адронов предлагается описывать не взаимодействиями кварков через глюоны, как это принято в калибровочной хромодинамике, а на основе алгебраической классификации комплексных  $3 \times 3$ -матриц, развитой в свое время А.З. Петровым для классификации пространств Эйнштейна. В работах Владимирова показано, что барионы описываются подтипом I первого типа по классификации Петрова, а мезоны описываются подтипами D и O. Подтип D соответствует случаю, когда два корня кубического характеристического уравнения совпадают, а подтип O соответствует совпадению всех трех корней.

Эти свойства сильных взаимодействий адронов было предложено распространить и на свойства атомных ядер, также определяемых сильными взаимодействиями. При этом было использовано то, что атомные ядра элементов можно рассматривать состоящими из протонов, связанных с ними таким же количеством нейтронов и дополнительных нейтронов. Наличие одинаковых количеств протонов и нейтронов было предложено связать с подтипом D в классификации Петрова, а следовательно, применить закономерности в описании мезонов к описанию свойств атомных ядер. Это позволило обосновать строки и количества элементов (по 8 и 10) в строках таблицы Менделеева. Более того, было показано, что имеются три ядерные структуры таблицы Менделеева: зарядовая (общепринятая), структура дополнительных нейтронов и структура энергий связи.

Ядерное (на основе закономерностей сильных взаимодействий) обоснование таблицы Менделеева сразу же вызывает принципиально важный вопрос в связи с тем, что таблица Менделеева создавалась Менделеевым на основе химических, то есть электромагнитных, свойств элементарных частиц. В работах Владимирова в рамках реляционного подхода предложено решение и этого вопроса. Для этой цели были рассмотрены характеристические уравнения комплексных  $2 \times 2$ -матриц, соответствующих состояниям частиц в электромагнитных взаимодействиях, и было показано, что имеет место удивительное соответствие общих решений (подтипа II) характеристических уравнений  $2 \times 2$ -матриц и решений подтипа D для  $3 \times 3$ -матриц. Это фактически лежит в основе обоснования таблицы Менделеева. Из этого также следует, что на самом деле таблица Менделеева имеет 6 структур: три ядерные и аналогичные им 3 электромагнитные структуры. При этом проявляется удивительная аналогия нейтронов в сильных взаимодействиях и электронов в электромагнитных взаимодействиях.

## Заключение

Из вышеизложенного следует ряд важных выводов.

1. Прежде всего, следует отметить, что использование реляционного подхода соответствует давно высказываемым соображениям известных авторов о том, что для описания физики микромира непригодны классические пространственно-временные представления. Они должны быть заменены

системой из более элементарных понятий и закономерностей, присущих физике микромира.

2. Вскрытая в рамках реляционного подхода аналогия между решениями характеристических уравнений  $3 \times 3$ -матриц подтипа D и решениями подтипа II уравнений для  $2 \times 2$ -матриц свидетельствует о том, что в конце концов должно было быть найдено обоснование периодической таблицы Менделеева и в рамках упомянутой выше второй стадии. Однако при этом опять должна была возникнуть проблема обоснования соответствия электромагнитных закономерностей с закономерностями сильных взаимодействий, определяющих структуру ядер. Как было указано выше, это достигается именно в рамках реляционного подхода.

3. Из изложенного выше также следует, что реляционный подход ставит задачи согласования третьей и четвертой стадий попыток обоснования периодической таблицы Менделеева с выводами реляционного подхода.

### Литература

1. *Иваненко Д. Д.* Периодическая система химических элементов и атомное ядро // Дмитрий Иванович Менделеев. Жизнь и труды: сборник статей. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1957. С. 66–100.
2. *Владимиров Ю. С.* Реляционная картина мира. Книга третья: От состояний элементарных частиц к структурам таблицы Менделеева. М.: ЛЕНАНД, 2023. 219 с.
3. *Михайлов О. В.* Великое наследие Д. И. Менделеева: Эволюция периодического закона и системы химических элементов // Рос. хим. ж. 2019. Т. LXIII, № 1. С. 3–26.
4. *Менделеев Д. И.* Соотношение свойств с атомных весов элементов // Журнал Русского химического общества. 1869. Т. I. С. 4–20.
5. *Менделеев Д. И.* Избранные сочинения // Основы химии. Глава XXI. К истории периодического закона. ОНТИ -Госхимтехиздат, 1934. С. 282–298.
6. *Менделеев Д. И.* Попытка химического понимания мирового эфира. С.-Петербург: Типолитография М. П. Фроловой, 1905. С. 5–40.
7. *Левитан Б. М.* Почти периодические функции. М.: Гос. Изд. Тех.-Теор. Лит. 1956. 396 с.
8. *Ельяшевич М. А.* Периодический закон Д. И. Менделеева, спектры и строение атома // УФН. 1970. Т. 100. Вып. 1. С. 4–43.
9. *Бауэр Э.* Теория Бора. Строение атома и периодическая система элементов. Одесса: Гос. Изд. Украины, 1923.
10. *Зоммерфельд А.* Строение атомов и спектры. М.: Гос. изд. тех.-теор. лит., 1956. 592 с.
11. *Фигуровский Н. А.* Очерк общей истории химии. Развитие классической химии в XIX столетии. М.: Наука, 1979. 477 с.
12. *Еремин В. В., Дроздов А. А., Лунин В. В.* (ХИМИЯ 7 КЛАСС). Решебник ответы ГДЗ § 6 История создания Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева. М.: Дрофа, 2020. 190 с.
13. *Саркисов Ю. С., Горленко Н. П.* Развитие представлений о структуре таблицы химических элементов Д. И. Менделеева // Вестник ТГУ. Химия. 2020. № 10. С. 69–73.
14. *Ишханов Б. С., Капитонов И. М., Юдин Н. П.* Частицы и атомные ядра: учебник. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Изд. ЛКИ, 2007. 584 с.
15. *Чечев В. П., Крамаровский Я. М.* Радиоактивность и эволюция Вселенной. М.: Наука, 1978. 207 с.
16. *Ишханов Б. С., Капитонов И. М., Тутынь И. А.* Нуклеосинтез во Вселенной: учебное пособие. М.: URSS, 2019. 206 с.

17. *Gell-Mann M.* The eightfold way: A Theory of strong interaction symmetry. Report CTSL-20. Synchrotron laboratory. California Inst. of Technology, March 15, 1961. 47 p.
18. *Нееман Ю.* Вывод сильных взаимодействий из принципа калибровочной инвариантности // *Элементарные частицы и компенсирующие поля: сборник статей.* М.: МИР, 1964. С. 176–185.
19. *Румер Ю. Б.* Исследования по 5-оптике. М.: Гос. изд. тех.-теор. лит., 1956. 152 с.
20. *Конопельченко Б.Г., Румер Ю.Б.* Атомы и адроны (проблемы классификация). Новосибирск: ИЯФ СОАН СССР, 1973. 11 с.
21. *Фет А. И.* Конформная симметрия химических элементов // *ТМФ.* 1975. Т. 22, № 3. С. 323–334.
22. *Буаков V. M., Kulakov V. I., Rumer Y. B., Fet A. I.* Group-theoretical Classification of Chemical Elements: Preprints ИТЕР No. 26–1. Physical Foundations. Moscow, 1976. 28 p.
23. *Конопельченко Б. Г., Румер Ю. Б.* Атомы и адроны (проблема классификации) // *УФН.* 1979. Т. 129, вып. 2. С. 339–345.
24. *Румер Ю. Б., Фет А. И.* Группа Spin (4) и таблица Менделеева // *ТМФ.* 1971. Т. 9. С. 203–209.
25. *Фет А. И.* Группа симметрии химических элементов. Новосибирск: Наука, 2010. 238 с.
26. *Eddington A.* Fundamental Theory. Cambridge University Press. Cambridge, 1946. 292 p.
27. *Маделунг Э.* Математический аппарат физики: справочное руководство. М.: Физматгиз, 1961. 620 с.
28. *Клечковский В. М.* Распределение атомных электронов и правило последовательного заполнения  $(n+1)$ -групп. М.: Атомиздат, 1986. 432 с.
29. *Варламов В. В.* Теоретико-групповое описание периодической системы элементов: II. Таблица Сиборга // *Математические структуры и моделирование.* 2019. № 1 (49). С. 5–21
30. *Кулаков Ю. И.* Теория физических структур. М.: Доминико, 2004. 847 с.

## THE PERIODIC TABLE OF CHEMICAL ELEMENTS AND THE PROBLEM OF ITS JUSTIFICATION

I.A. Babenko

*Institute of Gravity and Cosmology,  
Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)  
3 Ordzhonikidze St, Moscow, 115419, Russian Federation*

**Abstract.** The article considers five stages in the history of the discovery and attempts to substantiate Mendeleev's periodic system of chemical elements. The first stage consists in the accumulation, systematic analysis of extensive empirical material and in the direct establishment of the periodic law of chemical elements by Mendeleev. At the second stage, attempts were made to atomic-electronic explanation of the periodicity of the physical and chemical properties of elements on the basis of quantum mechanics and the Pauli principle. The third stage is associated with the development of nuclear physics, as well as with the development of such chemical methods as radiochemical analysis, the chromatographic method of color, etc. At the fourth stage, a solution to the problem was proposed on the basis of group theory in the quantum mechanical understanding. The fifth stage is based on the relational substantiation of the periodic system of chemical elements of the Mendeleev's table, corresponding to the method of describing hadrons.

**Keywords:** Mendeleev's periodic table of chemical elements, standard model, field theory approach, relational approach, particles, chemical elements, substantiation of particle masses

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1-30-39

## «КОНКРЕТНАЯ МЕТАФИЗИКА» НАУКИ ФИЛОСОФА О. ПАВЛА ФЛОРЕНСКОГО

В.Г. Дмитриев

**Аннотация.** Имя Павла Александровича Флоренского широко известно как философа, православного священника, трагически погибшего в 1937 году. Мало известно, что он также и выдающийся математик, физик, электротехник, основавший новое научное направление – материаловедение и внесший большой вклад в развитие этого направления. Его работы, посвященные науке, содержат немало глубоких мыслей философского содержания, актуальных в настоящее время. Его, как он это определял, – «конкретно метафизические» идеи представляют интерес как с точки зрения философского подхода, так и прикладного содержания. В частности, им обоснованы геометрический и физический смысл мнимых чисел и выдвинута идея мнимого пространства; подход к физике и математике как символическому языку; вычислительные устройства на основе различных физических законов. Этим и другим его идеям посвящена данная статья.

**Ключевые слова:** Флоренский, философия, наука, математика, физика, метафизика, история, вычислительная техника

Павел Александрович Флоренский, философ-ученый, выпускник физико-математического факультета МГУ и МДА, 140-летие которого прошло в 2022 году, хорошо известен как трагически погибший в 1937 году философ, но не так широко известно, что он выдающийся физик и математик, глубокий и оригинальный учёный. О нем философ С.Н. Булгаков, близко его знавший, писал: «...он является редким и исключительным полигистром, ...Я знал в нем математика и физика, богослова и филолога, философа, историка религий, поэта, знатока и ценителя искусства и глубокого мистика» [1].

В статье рассматриваются некоторые научно-философские аспекты П.А. Флоренского.

Выражение «конкретная метафизика» Флоренский использовал в труде «Иконостас» [2], написанный им в 1922 году. Эта книга интересна тем, что он, как историк и член комиссии по охране памятников старины и искусства Троице-Сергиевой Лавры (1918–1920 гг.), понимал, что происходит, когда все имущества церковных и религиозных обществ, по декрету 1918 года, стали «народным достоянием». Поэтому сохранению истории, значения и технологии изготовления православной иконы было уделено им большое внимание. Рассматривая иконы как «...возвещение истины всякому, даже безграмотному» и понимая, что при новой власти религиозная грамотность будет утеряна, он, для сохранения искусства иконописи, которая: «...есть метафизика бытия, – не отвлеченная метафизика, а конкретная», и написал эту работу.

Наряду с этим в этом труде им была высказана интересная и актуальная в настоящее время мысль. Полагая иконостас с иконами как границу «между миром, видимым и миром невидимым», Флоренский через рассмотрение конкретных сновидений приходит к заключению, что в них: «...время бежит, ...навстречу настоящему, ...Оно вывернуто через себя, и... вместе с ним вывернуты и все его конкретные образы. А это значит, что мы перешли в область **мнимого пространства** (здесь и далее выделения текста автора статьи)». Сформулировав идею мнимого пространства, расшифровал: «Идя от действительности в мнимое, натурализм дает мнимый образ действительного... и тем даваемое им делается высшею реальностью». Это, по аналогии с математикой, можно интерпретировать как некую комплексную реальность, состоящую из реального объекта и его мнимой части – той информации о нем, которая получена научным, творческим и философским путем, как результат мыслительного процесса. В этом, как писал Флоренский: «...золотая формула мира невидимого соединяется, но не смешиваясь, с красочными формулами мира видимого, принадлежащими науке и философии».

Его вывод о «мнимом пространстве» объединяет это произведение с другой его значительной работой, опубликованной в 1922 году, – «Мнимости в геометрии» [3], написанной им еще будучи студентом физико-математического факультета МГУ в 1902 году, в которой он впервые придал физическую и геометрическую трактовку мнимости, как он писал: «Новая интерпретация мнимостей заключается в открытии оборотной стороны плоскости и приурочении этой стороне – области мнимых чисел», где: «...физический смысл устанавливаемого понятия о „полярности плоскости“ как геометрического образа». Это широко применяемые в технике понятия о двойных электрических слоях, полупроводниковых структурах и т. п.

То, что эти работы взаимно дополняют друг друга, говорит выбивающейся из общего рассмотрения, дописанный им к этой работе в 1922 году дополнительный параграф, посвященный «Божественной комедии» Данте, где он пишет: «...предложенное здесь истолкование мнимостей... по-новому освещает и обосновывает Аристотеле-Птолемее-Дантово миропредставление». Флоренский показал здесь себя выдающимся схоластом, применив при рассмотрении передовые физические знания того времени, чтобы соединить с ними религиозные воззрения, задав в конечном итоге вопрос: «Разве это не есть пересказ в физических терминах – признаков идеи, по Платону, – бестельных, непротяженных, неизменяемых, вечных сущностей?» Свою главную мысль, ради которой, как представляется, и был написан этот параграф, он формулирует так: «...мнимость параметров тела должна пониматься не как признак ирреальности его, но – лишь как свидетельство о его переходе **в другую действительность. Область мнимостей реальна, постижима...**». Желание донести именно идею «мнимого пространства» связано и с пояснением к обложке, где он прямо формулирует: «Действительность... есть воплощение отвлеченного в наглядный материал, из которого и было получено отвлеченное; мнимость – это воплощение того же самого отвлеченного,

но в наглядном материале... действительность есть адекватность абстрактного и конкретного (категоричность), а мнимость — символичность (аллегоричность)».

Инновационная идея переноса физических и математических представлений о мнимости в область духовных, мысленных представлений, безусловно, была для него важна, и её он хотел донести этим параграфом. Об этом говорят и издание им книги за свой счет и письмо в цензуру, где он писал: «Посему... я могу просить о небольшом снисхождении – не урезывать в заключительном параграфе книжки, которая по самому содержанию своему не может выйти из весьма узких кругов повышенного умственного уровня...» [4]. Издать «Иконостас» с этой его идеей было тогда невозможно. Надо ли говорить, что именно за этот параграф философами того времени он подвергся жесткой критике не понявших смысла этого параграфа.

Мысль Флоренского о мнимом пространстве стала особенно актуальной в наши дни в связи с созданием оборудования и программ искусственного интеллекта (ИИ). Внутри себя ИИ формируют своё мнимое пространство, определяющее достоверность решений. Все ошибочные решения – результат недостоверности и неполноты мнимого пространства у принимающего решения индивидуума – человек ли это или ИИ. Представляется, что для предотвращения катастрофических соревнований и решений в мире должен быть один всемирный ИИ с наиболее полным и адекватным, пополняемым человечеством, «мнимым пространством».

Конкретную метафизику своих представлений Флоренский высказывал как о науке в целом, так и о конкретных ее областях. В своей первой крупной философской работе «Столп и утверждение истины», выдвинувшей его в ряд ведущих философов того времени, он уже затрагивает вопрос об условиях возникновения науки: «Два чувства, две идеи... необходимы... для... возникновения науки: во-первых, чувство и идея, имеющее своим содержанием возникновение единства...; во-вторых, чувство и идея, утверждающие подлинную реальность... Эта антиномия... является основой современной науки; вне её – нет науки» [5].

В 1922 году, уже работая в комиссии «Карболит», он пишет работу «Наука как символическое описание» [6]. В этом произведении в полной мере проявилась его эрудиция в вопросах развития истории философии науки. Он щедро цитирует высказывания ученых XIX века, когда европейская наука совершила великие открытия в физике, которую он серьезно начал изучать в 12 лет, когда ему подарили учебник физики для высшей школы, который, по его свидетельству, он много раз перечитывал. О физике в своей статье он пишет, что она: «...есть описание, ...это может быть воплощено и в абстрактные символы математики, и в конкретные образы механики. Но... ни математические формулы, ни механические модели не устраняют реальности самого явления...». Для того чтобы: «...объяснить физическое явление, надо установить его. Но установить – это значит опытно открыть, какие именно величины  $q$  определяют его, измерить их и связать их между собой и со временем». И если эти связи установлены, то в дело вступает математика, так как эти

параметры могут быть связаны через дифференциальные уравнения, «если даны дифференциальные уравнения параметров, то тем самым явление описано».

Физика, которая есть: «...царица наук, по своему месту и развитию, но и основная материя науки... есть не что иное, как язык», пишет он, так как «во всей науке нет... ничего такого... что не было бы сказуемо... хотя и не с равным удобством и краткостью, – и словесною речью». Заключив, что «общее основначало всех наук – именно то... что все они суть описания действительности. А это значит: „...они суть язык и только язык“. А также: „Все, растворимое сознанием, претворяется в слово“».

Таким образом, и математика, и физика, являясь языками, предназначенными для описания действительного, реального явления (объекта), взаимно дополняя и объясняя реальную действительность, формируют «мнимое пространство» об объекте в результатах исследований. Это говорит о необходимости знания этих языков, занимающихся научными исследованиями специалистов, которым нужно понимание как о физических методах исследований и объяснений, так и о математических методах и подходах. Это касается как естественных ученых исследователей, так и математиков. Именно глубокие знания физики и математики, о которой он писал еще студентом, что она для него «...это ключ к мировоззрению», позволяли П.А. Флоренскому формулировать оригинальные мысли и заключения.

В 1924 году, после перехода на работу в электротехнический институт (ГЭЭИ, с 1925 года ВЭИ), им была написана книга «Диэлектрики и их техническое применение» [7], послужившая фундаментом нового научного направления – материаловедение, а само это слово было введено в оборот им. В книге он писал: «Производить и потреблять энергию – такова задача техники... основное задание техники – направлять энергетические процессы... Энергия имеет склонность рассеиваться... задача техники... наводить порядок, упорядочивая энергию, перераспределение энергии достигается в технике через изоляцию... от окружающей среды». В книге он дал подробное объяснение свойств диэлектриков, проводников и полупроводников. В ВЭИ специалисты использовали книгу более полувека, такова была проработка вопроса.

О своем переходе от религиозно-философской деятельности, как он писал в своем дневнике, к «...низинам практической жизни – технике» [4], после революции 1917 года он написал во время первого ареста в 1928 году в объяснительной в ОГПУ, следующее: «Я избрал прикладную физику... Совершенно сознательно я встал на путь дисциплины мысли и подчинил свои интересы и влечения не своему хотению, а ближайшим практическим нуждам государства» [4], в стране тогда, это было выполнение планов ГОЭЛРО.

Его работа в ВЭИ не располагала к большим философским обобщениям. Тем не менее в 1929 году, уже после первого ареста и освобождения в 1928 году, он пишет письмо академику В.И. Вернадскому, где ставит ряд конкретно метафизических вопросов. Констатируя, в письме, что будущее за биофизикой и биохимией, пишет: «...следует считать событием огромной

важности, что явление жизни, наиболее близкий нам доступный и бесспорный факт» [4] и высказывает свое видение по вопросу возникновения жизни: «...установка эмпирических изысканий должна... идти... глубже в строение вещества. Ведь... схематизм современных моделей атома исходит из метафизического механизма, который в самом основании... отрицает явление жизни». Такая постановка вопроса о механизме возникновения жизни фундаментальна в своей основе и далее пишет: «...мы должны настаивать на категориальном характере понятия жизни, то есть коренном... не выводимом из наивных моделей механики факте жизни, но наоборот их порождающем» и формулирует интереснейшую мысль: «Мое убеждение, что... биосферический лозунг должен повести к эмпирическим поискам каких-то биоформ и биоотношений в недрах самой материи...». Исследовать материю на предмет поиска механизма зарождения жизни в ней – это смелая и конкретно метафизическая постановка вопроса. Если такой механизм взаимодействия или частица внутри атомного ядра существует, то это означало бы, что возникновение биосферы запрограммировано изначально и при наличии оптимальных условий, то есть определенной суммы различных физических полей и времени, жизнь возникает обязательно, синтезируясь из элементарных частиц и при этом во вполне стандартные формы. Но в таком случае, вся наша Вселенная – это Вселенная Духа, с точки зрения возникновения биологической жизни. Видимо, Природе для своего развития и преобразования необходима такая форма существования материи, в том числе и разумные её формы, для исследования, осмысления и формирования адекватного «мнимого пространства». Из этого следует, что основное предназначение человечества для Природы – изменение её на основе философских и научных исследований, так как такой путь энергетически эффективнее, чем путь проб, ошибок и отсеивания неудачных биоформ.

Развивая в письме свою мысль дальше, Флоренский высказывает идею о том, что, возможно, имеется механизм также и обратного влияния, так как «...духовная сила всегда остается в частицах тела, ею оформленного, где бы и как бы они не были рассеяны и смешаны с другим веществом. Следовательно, вещество, участвовавшее в процессе жизни... остается навеки в этом круговороте». Безусловно, это так, ведь биологические формы жизни состоят из конкретных элементов, не исчезающих из круговорота биосферы, но он идет дальше и высказывает мысль: «...о существовании в биосфере, или, может быть, на биосфере того, что можно было бы назвать пневмосферой... особой части вещества, вовлеченной в круговорот культуры или, точнее, круговорот духа», что сейчас просматривается в существовании интернета и, придав вселенский смысл своим идеям, пишет: «Это заставляет подозревать существование и соответственной особой сферы вещества в космосе», что можно интерпретировать как возникновение информационного поля, формирующегося в процессе существования биологической материи. Неоднократно наблюдаемые интегральные реакции животных на приближающиеся природные катаклизмы (землетрясения, цунами и т. п.) косвенно указывают на наличие подобного феномена.

Высказанные в письме мысли связаны с его давней мечтой ещё со студенческих лет, когда в одном из писем он писал, что видит необходимость: «Среди ученых – движение в сторону религии, среди духовных – в сторону науки. Взаимодействие с философией с обеих сторон, которая служит соединительным звеном...» [4]. Занявшись физикой и прикладными исследованиями, после религиозной и духовной деятельности, Флоренский не оставлял мысль о соединении научных и духовных представлений в единое философское мировоззрение на основе реальных фактов и идей.

Письмо было понято и принято академиком В.И. Вернадским и установило между ними на долгие годы взаимодействие и понимание.

Флоренский много писал о работе в ВЭИ. В частности, предназначение технического научно-исследовательского института, он видел в том, что у него «...научно-технический горизонт... должен быть шире. ...Из этой координирующей функции вытекает... и необходимость быть инициативным и организационным центром... ВЭИ должен впоследствии взять на себя функцию учебного заведения, стоящего над высшей школой» [4], но этому не суждено было сбыться.

В начале 1930 года директор и организатор ВЭИ, профессор К.А. Круг назначил профессора П.А. Флоренского своим заместителем по науке: «...с подчинением ему отделов: Вакуум-технического, Рентготехнического, Измерительного и Светотехнического и с сохранением за ним заведывания отделом Материаловедения» [4]. Это было необходимо, так как институт тогда сильно расширился, а Флоренский был наиболее компетентным во многих вопросах, но власть решила, что назначение на такую должность, не снявшего с себя сан священника является политическим вызовом. Уже весной К.А. Круг был уволен, все старые руководители отделов смещены, но впоследствии они, как и Флоренский, были переведены на должности научных руководителей отделов. Его активная научно-техническая деятельность продолжалась как в ВЭИ, так и в «Технической энциклопедии», где им было написано свыше 120 статей.

В 1932 году Флоренским в журнале «Социалистическая реконструкция и наука» публикуется статья «Физика на службе математики» [8], где он выступил против подхода к математике как самодостаточной науке, не нуждающейся как в прикладном опыте физического характера, так и в вычислительных устройствах, а это: «...существенно ущемляет математику и со стороны практической приложимости, и со стороны философского мировоззрения», так как «...математика из жизни исходит, ею питается и ей же служит». Ведь «чтобы придумать математический механизм, необходима ясность математических рассуждений; но и придумать математическую формулу – это значит уметь конструировать. Формула есть воплощение отвлеченных понятий в некотором конкретном материале — в слове, в буквах, в знаках; она есть конструкция...». Иллюстрируя свои мысли о математике, физике и математических устройствах, он предложил три конкретные конструкции вычислительных устройств: «...для решения алгебраических и некоторых трансцендентных уравнений (изобретение автора); электроинтегратор (прибор

автора)», основанных на различных физических законах, в частности на электростатике и гидростатике, придуманных им ещё в 1922 году.

Эти конструкции ставят его в один ряд с основоположниками вычислительной техники в стране, что обосновано и тем, что в ВЭИ тогда начинали работу будущие создатели ЭВМ в стране и будущие: член-корреспондент И.С. Брук (ВЭИ 1925–1930 гг.); академик С.А. Лебедев (ВЭИ 1926–1947 гг.). Профессор и член Ученого совета П.А. Флоренский был единственным специалистом в институте, разбирающимся в вопросах вычислительных устройств. В институте в то время проводились работы С.А. Лебедевым по созданию модели распределенной электрической сети, фактически аналоговой вычислительной машины, на которой отрабатывались различные режимы работы ЛЭП. Невозможно представить, чтобы обсуждения вопросов на эту и другие темы проходили без участия члена Ученого совета ВЭИ, профессора П.А. Флоренского и, следовательно, его влияния на становление молодых и талантливых сотрудников, как, в частности, и на его прямого ученика, будущего академика, К.А. Андрианова.

Его активная работа в ВЭИ продолжалась до февраля 1933 года, когда он был арестован подмосковным ОГПУ. Так как обвинение было полностью сфабриковано, а следствию нужны были конкретные факты, то оно вспомнило, что в объяснительной в 1928 году Флоренский написал: «Осмеливаюсь думать, что мои мысли, если бы было время и силы изложить их письменно, – лет через 20 будут обычными» [4]. Ему дали время и возможность писать, а в результате появилась крупная, проработанная и актуальная в настоящее время, работа – «Предполагаемое государственное устройство в будущем» [9], где он изложил свое видение на «...самозамкнутое, соответственно независимо от оценок внешнего мирового рынка...» государственное устройство России. То, что в настоящее время эта работа имеет актуальное значение, говорит о его политическом, научном и философском предвидении. В частности, в ней о науке он писал: «...современная экономика... зависит от техники, а последняя обусловлена научным исследованием, то... научному... исследованию принадлежит значение решающее». Коснулся в ней он и темы творчества, волновавшей его, если знакомиться с его дневниками. С юношеской поры, в частности, он пишет: «Творческая личность не делается, никакие старания искусственно создать ее – воспитанием и образованием – не приводят к успеху. ...Творческая личность – явление редкое... и выискивать ее надо по крупицам».

Государство того времени не ценило его творческий потенциал и, используя это его произведение против него же, осудило и отправило его на 10 лет в ссылку в г. Свободный для изучения проблемы строительства в условиях вечной мерзлоты. Такова была экономическая подоплека репрессий. Осенью 1934 года, после его отказа от эмиграции в Чехословакию, которую предлагала организация ПОМПОЛИТ и его жена, привезшая ему на подпись необходимое ходатайство, распоряжением НКВД он был направлен в Соловки, что сделало невозможным контакты с семьей и эмиграцию, кардинально изменив его жизнь [4].

Его письма из Соловецкого лагеря, посвященные множеству научных, технических, бытовых проблем, хорошо иллюстрируют этот период его жизни. Трудно было ожидать, что при норме не более трех писем в месяц возможно было раскрытие серьезных проблем, однако одно из них выделяется глубиной освещенных в нем вопросов. Ранее, весной 1936 года, можно прочитать: «...дело моей жизни разрушено... я работал не для себя и не для своих выгод, и если человечество... сочло возможным начисто уничтожить то, что было сделано... то тем хуже для человечества. <...> Достаточно знаю историю и историч. ход развития мысли, чтобы предвидеть то время, когда станут искать отдельные обломки разрушенного» [4]. Изучение его наследия и есть поиск обломков разрушенного «человечеством», а точнее, государством того времени.

В своем письме № 55 от 3 апреля 1936 года [10], а по сути научной работе, он сформировал целостную картину, посвященную вопросу «...реальности или ирреальности... пространства и времени», что, как известно, «...есть основная задача естествознания». Его система доказательств, несомненно, представляет научный и философский интерес. Особенно интересно то, что для доказательства он применил своё понятие – «мнимой поверхности», ввел новое понятие – «**материя-энергия**» и указал на важный для техники – «**потенциал формы**» и понятие – «**скорость времени**». Очевидно, что ограниченность лагерного письма не могла служить полноте доказательств, но основное было в нем изложено. Рассмотрев подходы к этой проблеме известных философов и используя понимание пространства и времени по Минковскому, он пишет, что доказательство реальности пространства-времени «...лежит в указании на факт существования... асимметрии и необратимости». Объяснив асимметрию на примере перчаток, где отсутствуют различимые признаки, перешел ко времени: «Асимметрия во времени есть необратимость... быть во времени – значит быть необратимым, то есть историчным». Рассматривая необратимость, через 2-й принцип термодинамики, вводит новое понятие, назвав его: «...**принципом рассеяния материи-энергии**», так как «...материя характеризуется признаками энергии, а энергия — признаками материи». Используя свое понятие мнимой плоскости, переходит к аналитическому доказательству через понимание смысла нормалей контура поверхности и, опираясь на принцип рассеяния материи-энергии, заключает: «...физическое пространство-время не может не мыслиться, хотя может быть и чрезвычайно большим, но, тем не менее, обладающим каким-то определенным содержанием. А это ведет к утверждению кривизны пространства-времени». Дальше он пишет интересную мысль, основанную на глубоком понимании физики процессов и собственных исследований: «...**кривизна поверхности есть физический фактор явлений**» и вводит очень важное понятие: «...существует потенциал формы, ибо форма создает силовое поле, определяющее ход явлений». Позднее это было продемонстрировано как Кирлиан-эффект. Это важное для практики понятие, указывающее на необходимость учета кривизны поверхности реальных объектов, участвующих в электрических, химических и других взаимодействиях. Он разъясняет, что «...структура материи,

как ее временно-пространственная форма... характеризует собою свойства данного материального образования. ...Все процессы происходят на поверхности», и особо выделяет: «на границе между ВНУТРИ и ВНЕ», и заключает: «...кривизна поверхности не есть абстрактная кривизна геометрии, а кривизна по всем координатам, то есть и по времени», и делает важный вывод, что: «Ход явлений на поверхностях разной кривизны различен». Из этого следует, что время – производная, в частности, от кривизны, а не константа и для каждого условия оно своё, что ставит вопрос о физической сущности времени.

О «скорости времени» он пишет, что, если «...наблюдаем извне кривую поверхность и находим, что ход реакций на ней ускоренный... это значит, что у него большая кривизна» и делает приписку: «Мною найдена зависимость этой скорости и потенциала от кривизны», показывающая на реальность его выводов. В конце переписки по этому вопросу, пишет: «...сохрани в памяти... это мое **принципиально важное** соображение».

Эти письма читал и отвечал на них академик В.И. Вернадский.

В мае 1937 года он напишет большое письмо, где перечислит свои важнейшие работы в разных областях, таких как: математика; философия и история философии; искусствоведение; электротехника; изучение йода; физика мерзлоты; использование водорослей.

В июне 1937 года, в ответ на запрос Вернадского, Флоренский напишет письмо, вызывающее много вопросов, – о «промышленном» способе добычи тяжелой воды, применяемой для замедления нейтронов и ускорения ядерных реакций. Это интересно тем, что он был одним из немногих, понимавших смысл и значение ядерной энергии, о чем писал еще в 1925 году в статье «Запасы мировой энергии» [11]. В ней он, рассмотрев все виды энергии на Земле, пишет: «...может быть обещающих в будущем многое» это: «...теплота Земли (если таковая в самом деле имеется, о чем можно ставить вопрос) и внутренняя энергия атомов, выделяющаяся при распадении атомов на электроны. Эта энергия должна быть чрезвычайно велика». Понимал он и опасность этой энергии, написав: «Каждый атом... есть нечто взрывчатое. Но разлагаясь, он должен внезапно выделить часть своей энергии, и мощность этого выделения в миллион раз превзойдет мощность взрыва наисильнейшего из химически-взрывчатых веществ». Отметив: «Медленность разложения материи есть, конечно, условие длительности существования мира. ...Нужны особые деятели, чтобы вызвать или ускорить разложение материи. Вероятно, на свою же пользу мы пока почти не владем такими деятелями: иначе судьба Земли была бы весьма шаткой». Так он писал за 20 лет до первого атомного взрыва.

Это было его предпоследнее письмо из лагеря и последнее на научную тему. После этого письма связь с ним прервалась.

В период с 8 по 10 декабря 1937 года, в составе второго Соловецкого этапа в количестве 502 человек, где-то между Медвежьегорском и Лодейном полем, погиб Павел Александрович Флоренский.

Место гибели не снявшего с себя сана священника, философа, ученого, о. Павла Флоренского до сих пор неизвестно.

## Литература

1. Булгаков С. Н. Священник о. Павел Флоренский // Свящ. Павел Флоренский. URL: <https://www.xpa-spb.ru/libr/-Florenskij-pro-et-contra-1996/393-Bulgakov-Florenskij.pdf>
2. Флоренский П. А. Иконостас. Т. 2. М.: Издательство Мысль, 1995. С. 419–521.
3. Флоренский П. А. Мнимости в геометрии. М.: Лазурь, 1991. 96 с.
4. Дмитриев В. Г. Восхождение «...к низинам» (наука, философия, судьба о. Павла Флоренского). М., 2015. 269 с.
5. Свящ. Павел Флоренский. Столп и утверждение истины. М.: Гаудеамус, 2012. С. 282.
6. Флоренский П. А. Наука как символическое описание. Т. 2. М.: Издательство «Правда», 1990. С. 109–124.
7. Флоренский П. А. Диэлектрики и их техническое применение. Ч. 1. М.: Р.И.О. ГЛАВЭЛЕКТРО ВСНХ, 1924. 392 с.
8. Флоренский П. А. Физика на службе математики // Социалистическая реконструкция и наука. 1932. Вып. 4. С. 43–63.
9. Игумен Андроник, Священник Павел Флоренский. Предполагаемое государственное устройство в будущем // Сборник архивных материалов и статей. М.: ИД «Городец», 2009. 209 с.
10. Дмитриев В. Г. Представление о пространстве и времени о. Павла Флоренского // Основания фундаментальной физики и математики: материалы V Российской конференции / под ред. Ю. С. Владимиров, В. А. Панчелюги. М.: РУДН, 2021. С. 223–228.
11. Флоренский П. А. Запасы мировой энергии // Электрификация. 1925. № 1. С. 10–16.

## “CONCRETE METAPHYSICS” OF THE SCIENCE OF THE PHILOSOPHER FR. PAVEL FLORENSKY

V.G. Dmitriev

**Abstract.** The name of Pavel Alexandrovich Florensky is widely known as a philosopher, an Orthodox priest who tragically died in 1937. It is little known that he is also an outstanding mathematician, physicist, electrical engineer, who founded a new scientific direction – materials science, who made a great contribution to the development of this direction. His works devoted to science contain many deep thoughts of philosophical content, relevant now. His, as he defined it – “concretely metaphysical” ideas, are of interest, both from the point of view of the philosophical approach and the applied content. In particular, he substantiated the geometric and physical meaning of imaginary numbers and put forward the idea of imaginary space; approach to physics and mathematics as a symbolic language; computing devices based on various physical laws. This article is devoted to these and his other ideas.

**Keywords:** Florensky, philosophy, science, mathematics, physics, metaphysics, history, computer engineering

# МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕЛЯЦИОННОЙ ПАРАДИГМЫ

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1-40-56

## АНАЛОГИЯ МЕЖДУ ПРИНЦИПОМ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ И РЕЛЯЦИОННЫМ ПРИНЦИПОМ ПОЛНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ\*

А.Г. Жилкин\*\*

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

**Аннотация.** В работе проведен анализ аналогии между принципом полного поглощения в реляционной теории и принципом эквивалентности в общей теории относительности. Использование формулировки этих принципов в метафизических терминах позволяет сделать вывод о том, что сверхкатегория реляционных частиц проявляется в динамике, как самосогласованный абсолютный поглотитель. Рассмотрены вопросы интерпретации опережающих воздействий в теории прямого межчастичного взаимодействия. Показано, что строгая симметрия действия Фоккера по отношению к запаздывающим и опережающим воздействиям может нарушаться при учете процессов рождения и уничтожения частиц.

**Ключевые слова:** реляционная теория, пространство-время, электромагнитное поле, прямое межчастичное взаимодействие

### Введение

Соображения метафизического характера позволяют выделить в теоретической физике три типа парадигм: *триалистические*, *дуалистические* и *монистические* [1]. В триалистических парадигмах используются непосредственно три базовые категории: *частиц*, *пространства-времени* и *поля*, которые рассматриваются как самостоятельные и независимые. К таким теориям относятся механика, теория электромагнитного поля и специальная теория относительности (СТО). С точки зрения метафизики базовая категория частиц соответствует материальному началу, категория пространства-времени – идеальному началу, а категория поля – духовному началу.

\* Автор выражает благодарность М.Ю. Ромашке за полезные обсуждения.

\*\* E-mail: zhilkin@inasan.ru

Если физическую реальность изобразить в виде равностороннего треугольника, то базовым категориям удобно соотнести его вершины (рис. 1). На такой схеме данной триалистической парадигме будет соответствовать взгляд на физическую реальность со стороны одной из вершин метафизического треугольника. Например, механике соответствует взгляд со стороны вершины, изображающей базовую категорию частиц. В дуалистической парадигме для построения физической теории необходимо опереться уже не на три, а всего лишь на две категории. При этом одна категория в дуалистической парадигме является одной из базовых категорий, а вторая – строится на основе оставшихся двух базовых категорий как некая обобщенная категория или *сверхкатегория*. Этим сверхкатегориям удобно соотнести стороны метафизического треугольника (рис. 1). Поэтому дуалистическим парадигмам соответствует взгляд на физическую реальность с точки зрения одной из сторон треугольника. Примерами теорий подобного типа являются общая теория относительности (ОТО) и квантовая теория.

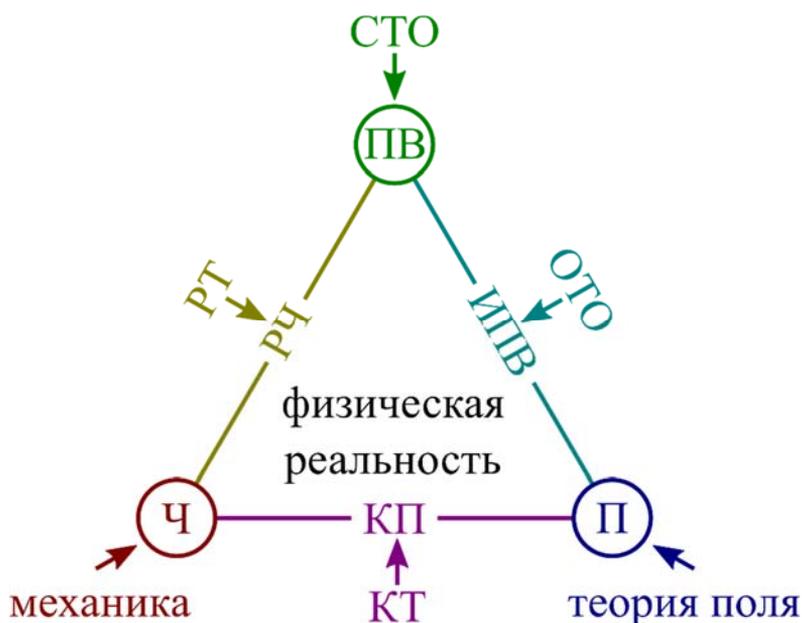


Рис. 1. Схематическое изображение основных категорий теоретической физики и соответствующих способов описания физической реальности:

Ч – частицы, ПВ – пространство-время, П – поле,

ИПВ – искривленное пространство-время, КП – квантовое поле, РЧ – реляционные частицы, СТО – специальная теория относительности, ОТО – общая теория

относительности, КТ – квантовая теория, РТ – реляционная теория

В ОТО используются базовая категория частиц и сверхкатегория *искривленного пространства-времени* (ИПВ), объединяющая исходные категории пространства-времени и поля. Квантовая теория строится на основе базовой категории пространства-времени и сверхкатегории *квантового поля* (КП), объединяющей в себе исходные категории поля и частиц. Анализ структуры сверхкатегории (на примере ОТО и квантовой теории) позволяет выделить

следующие ее элементы (рис. 2) [2]. Сверхкатегория имеет *базисную* и *надстроечную* части. Базисная часть сверхкатегории содержит или наследует определяющие признаки одной из исходных базовых категорий, на основе которых она строится. Надстроечная часть содержит качественно новые признаки, отсутствующие у исходной базовой категории. Таким образом, одна из двух базовых категорий, на основе которых строится сверхкатегория, является ее *базисом*. В эту базовую категорию данная сверхкатегория переходит в случае отсутствия надстройки. Вторая базовая категория является *пределом*, в который надстройка сверхкатегории переходит в некотором нетривиальном приближении. В общем случае категория предела в явном виде не присутствует и поэтому можно сказать, что она является своего рода иллюзией. Физическое значение имеют только категория базиса и надстройка. Например, в сверхкатегории ИПВ базисом является базовая категория пространства-времени, надстройкой – свойство кривизны, а пределом – базовая категория поля (в данном случае гравитационного). Если кривизна (надстройка) отсутствует, то ИПВ естественным образом переходит в плоское пространство-время (категория базиса). В случае очень слабой кривизны ИПВ можно представить, как ньютоновское гравитационное поле (категория предела), распределенное в плоском пространстве-времени (категория базиса).



Рис. 2. Структура, функция и взаимоотношения категорий в дуалистической парадигме

В основе любой дуалистической парадигмы теоретической физики лежит некое динамическое уравнение, описывающее эволюцию физической системы. При этом в процессе эволюции участвуют две сущности. Первая из них связана с одной из трех исходных базовых категорий (частицы, пространство-время или поле). Вторая сущность определяется соответствующей

сверхкатегорией. При этом первых сущностей может быть сколь угодно много, а вторая сущность имеется только одна. Иначе говоря, данная рассматриваемая сверхкатегория фактически описывает некую мировую *субстанцию*. Сущности первого типа играют роль *субстрата*, распределенного внутри мировой субстанции. С точки зрения динамики субстрат всегда представляет собой активное начало и служит источником (причиной) движения, а субстанция, наоборот, является пассивной. Любые изменения субстанции возникают в результате воздействия на нее субстрата. Такая ситуация схематически изображена на рис. 2. В метафизических терминах динамический закон в любой дуалистической парадигме можно выразить следующим образом: *субстрат изменяет субстанцию* [3. С. 140]. Например, в ОТО такой мировой субстанцией является ИПВ. Оно универсальное (для всех тел одно и то же) и находится повсюду. Роль субстрата выполняют тела или частицы. Их множество и они распределены внутри ИПВ. Динамика в ОТО описывается уравнением Эйнштейна [4], которое определяет взаимосвязь между распределением частиц в пространстве-времени и его свойствами (кривизной).

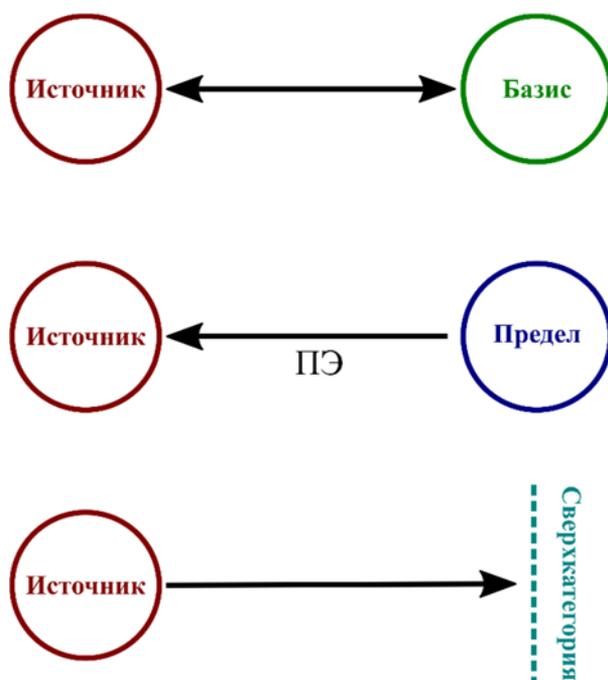
Из метафизической схемы, приведенной на рис. 1, следует, что помимо двух хорошо известных дуалистических теорий (ОТО и квантовая теория) должна существовать еще третья дуалистическая теория, которую можно условно назвать реляционной теорией [5; 6]. Данная теория опирается на базовую категорию поля и некую новую сверхкатегорию (*реляционные частицы*), объединяющую в себе базовые категории частиц и пространства-времени. При этом роль базиса в ней выполняет категория частиц, а категория пространства-времени выполняет роль предела. Основной задачей реляционной теории является изучение природы пространства-времени как физического феномена [6; 7].

В данной работе обсуждаются некоторые вопросы, касающиеся возможной природы и свойств надстройки сверхкатегории реляционных частиц. Можно предположить, что основным физическим принципом в реляционной теории является принцип полного поглощения [8; 9], впервые рассмотренный в работе Уилера и Фейнмана [10]. Поэтому представляется уместным проследить аналогию между этим принципом и принципом эквивалентности в ОТО.

## 1. Принцип эквивалентности и принцип полного поглощения

В теориях, основанных на дуалистической парадигме, важную роль играет физический принцип, определяющий согласованность сверхкатегории с базисом. В общей теории относительности эту роль выполняет принцип эквивалентности. В квантовой теории таким принципом является принцип корпускулярно-волнового дуализма. Аналогичный принцип должен присутствовать и в реляционной теории. В одной из работ автора [8] было предложено в качестве такого принципа использовать принцип полного поглощения, введенный ещё Уилером и Фейнманом в 1945 году [10]. Его физическое содержание сводится к тому, что совокупность всех частиц мира представляет собой полный (абсолютный) поглотитель. Любые излучения, исходящие от

него, будут в нём же и поглощены. Иначе говоря, наличие полного поглощения в системе взаимодействующих частиц будет с точки зрения эксперимента эквивалентно тому, что весь процесс происходит в пространстве, а все взаимодействия передаются электромагнитным полем, динамика которого определяется уравнениями Максвелла. Поэтому проявление полного поглотителя в системе взаимодействующих частиц в экспериментах ничем не отличается от проявления пространства в системе частиц, взаимодействующих посредством электромагнитного поля.



**Рис. 3. Схема, поясняющая роль принципа эквивалентности (ПЭ) и его аналогов в дуалистических теориях**

Роль принципа эквивалентности и его аналогов в метафизических терминах можно выразить в виде схемы, представленной на рис. 3. На этой схеме представлено три основных этапа рассуждений, приводящих к пониманию природы сверхкатегории в данной дуалистической парадигме. На первом этапе (верхняя часть рисунка) рассматриваются теории, описывающие динамику категории источника, а также динамику (или структуру) категории базиса, но без использования в явном виде категории предела. На втором этапе привлекается физический принцип эквивалентности (или его аналог), определяющий условия, при которых вся теория остается справедливой и при наличии категории предела. Наконец, на третьем этапе осуществляется переход к сверхкатегории, поскольку для согласования категорий базиса и предела в рамках одной и той же теории необходима некоторая надстройка над базисом.

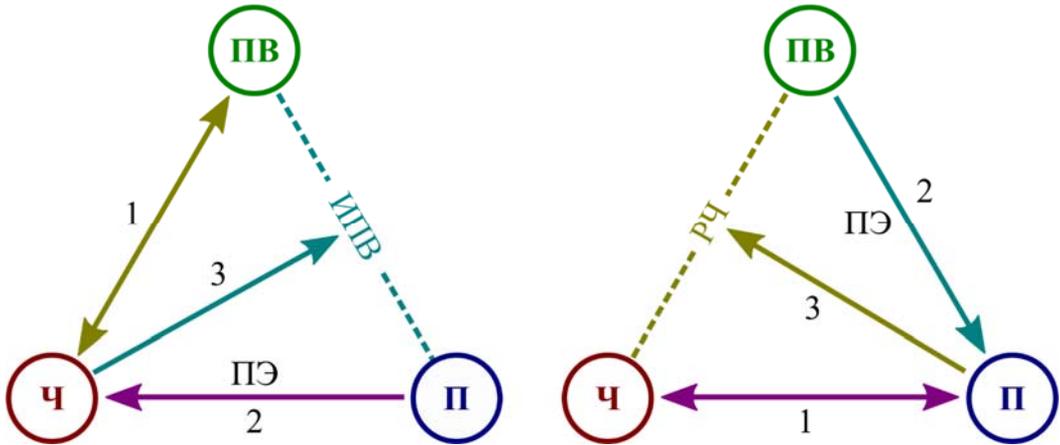


Рис. 4. Схема, демонстрирующая роль принципа эквивалентности (ПЭ) в ОТО (слева) и принципа полного поглощения в реляционной теории (справа)

В ОТО категориями источника, базиса и предела являются соответственно категории частиц, пространства-времени и поля (рис. 4). На первом этапе описанной выше схемы мы имеем механику свободных частиц (динамика источника) и специальную теорию относительности (СТО, структура базиса). Уравнение движения свободной частицы одновременно описывает и времени-подобные геодезические в плоском пространстве-времени:

$$mc \left( \frac{du^\mu}{ds} + \Gamma_{\alpha\beta}^\mu u^\alpha u^\beta \right) = 0, \quad (1)$$

где  $m$  – масса частицы;  $c$  – скорость света;  $u^\mu$  – компоненты четырехмерного вектора скорости;  $\Gamma_{\alpha\beta}^\mu$  – символы Кристоффеля. Основным уравнением СТО можно считать выражение для квадрата интервала, описывающее структуру категории базиса,

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu, \quad (2)$$

где  $g_{\mu\nu}$  – компоненты метрического тензора.

На втором этапе привлекается принцип эквивалентности, который утверждает, что уравнение движения частицы (1) при наличии гравитационного поля (предел) точно такое же, как и для свободной частицы (то есть в отсутствие предела). Следовательно, с точки зрения частиц гравитационные поля локально неотличимы от полей сил инерции. На третьем этапе проводится обобщение понятия пространства-времени и рассматривается вопрос о том, можно ли при наличии гравитационного поля коэффициенты  $g_{\mu\nu}$  трактовать по-прежнему как метрический тензор. В итоге приходим к концепции искривленного пространства-времени (сверхкатегория).

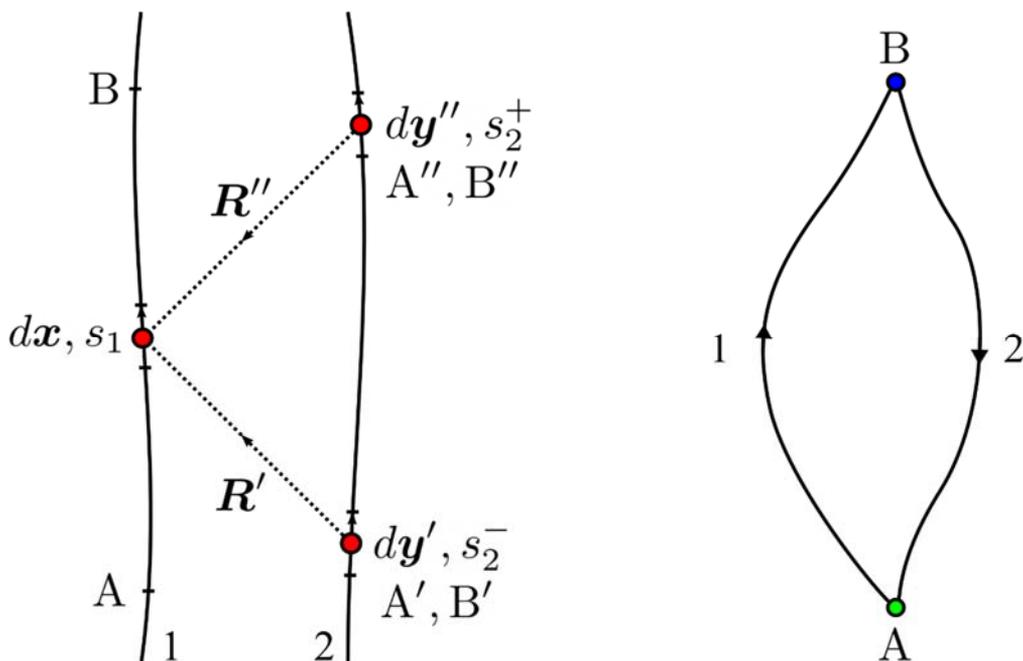


Рис 5. Мировые линии двух взаимодействующих частиц 1 и 2 (слева).

*Пунктирными линиями* показана поверхность светового конуса с вершиной в точке текущего положения частицы 1. Обозначения описаны в тексте.

*Справа* показана замкнутая мировая линия частицы

Подобные рассуждения можно провести и в рамках реляционной дуалистической парадигмы. В этом случае в качестве категорий источника, базиса и предела выступают соответственно категории поля, частиц и пространства-времени. На первом этапе следует рассмотреть динамику поля с учетом частиц, но без явного включения категории пространства-времени. Этому требованию удовлетворяет теория прямого межчастичного взаимодействия (ТПМВ), в основе которой лежит вариационный принцип Фоккера [11]:

$$S_{\text{int}}(1,2) = -\frac{q_1 q_2}{c} \int ds_1 \int ds_2 \mathbf{u}_1 \cdot \mathbf{u}_2 \delta(s_{12}^2). \quad (3)$$

Здесь  $S_{\text{int}}(1,2)$  – действие взаимодействия двух частиц 1 и 2,  $q_1, q_2$  – заряды,  $\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2$  – скорости,  $s_{12}$  – интервал между частицами (см. левую панель рис. 5). Из самого вида действия Фоккера (3) можно получить потенциалы электромагнитного поля и найти уравнения, которым они удовлетворяют. По своему виду они совпадают с уравнениями Максвелла. Однако эти уравнения содержат не только запаздывающие, но и опережающие воздействия. Категория пространства-времени в эту теорию напрямую не входит, поскольку вся геометрия описывается метрическими отношениями (квадратами интервалов) между частицами. Путем варьирования действия Фоккера (с учетом действий свободных частиц) можно получить уравнения движения частиц (динамика базиса). Впрочем, при этом возникает определенная *дилемма* [9], рассмотрение которой обычно опускают, переходя к изучению динамики выделенной частицы.

Дилемма Фоккера обусловлена двумя взаимоисключающими свойствами действия взаимодействия (3). Однако выполнение этих свойств крайне желательно, если мы хотим рассматривать одновременно все частицы, как единую самосогласованную систему. Напомним еще раз эти важные свойства.

1. Действие (3), как функционал, должно быть конечной величиной. Это означает, что интегралы в нем должны вычисляться по конечным пределам. В противном случае вариационная задача теряет смысл.

2. Действие (3) должно быть симметричным относительно перенумерации частиц (1 и 2). Это необходимо для того, чтобы вариационный принцип Фоккера был универсальным для всей совокупности частиц.

Эти два свойства кажутся совершенно естественными и в точности выполняются в нерелятивистском случае. Однако простой анализ показывает, что для релятивистского действия (3) из-за запаздывающего и опережающего характера взаимодействий одновременно удовлетворить этим двум требованиям оказывается невозможным. Причина, из-за которой это происходит, состоит в том, что для выполнения второго свойства (симметрия по частицам) необходимо рассматривать бесконечные интервалы интегрирования. Но тогда действие становится бесконечной величиной и, следовательно, нет никакого смысла находить его минимальное значение. Дилемма носит принципиальный характер, и ее невозможно преодолеть, оставаясь в рамках классических представлений. Один из возможных вариантов преодоления дилеммы Фоккера предложен в недавней работе автора [9]. В этом варианте предполагается, что мировые линии всех частиц являются замкнутыми (см. правую панель рис. 5). Части мировой линии, соответствующие движению вперед во времени, трактуются как мировые линии обычных частиц. Те же части, которые соответствуют попятному движению во времени, трактуются как мировые линии античастиц. Такой подход позволяет все интегралы в действии Фоккера представить в виде определенных интегралов с конечными пределами, которые определяются актами рождения и уничтожения частиц. Актам рождения и уничтожения на правой панели рис. 5 соответствуют события *A* и *B*. Эти процессы не являются произвольными и поэтому их невозможно стянуть к малому интервалу. Следовательно, вся теория оказывается нелокальной во времени.

Для преодоления дилеммы Фоккера можно рассматривать и другие идеи. Например, можно попытаться модифицировать (обобщить) вариационную задачу [12] или перейти к концепции дискретного времени, подразумевающей формирование глобальной причинной сети [5].

Вернемся, однако, к рассматриваемой нами аналогии с принципом эквивалентности. На втором этапе мы должны утверждать, что уравнения движения частиц остаются справедливыми и при наличии пространства-времени (предел). Если ограничиться динамикой только некоторой выделенной частицы, то из вариации действия Фоккера можно получить уравнение Уилера – Фейнмана [10]:

$$mc \frac{d\mathbf{u}}{ds} = \frac{q}{c} \hat{\mathbf{F}} \cdot \mathbf{u}, \quad (4)$$

где  $\hat{\mathbf{F}}$  – тензор электромагнитного поля (его компоненты  $F_{\mu\nu}$ ). Утверждение сводится к тому, что уравнение (4) должно давать те же решения, что и в классической электродинамике. Этого можно добиться, вводя *абсолютный поглотитель*. Иными словами, количество частиц во Вселенной должно быть достаточно большим для того, чтобы полностью поглотить излучение любого источника. При этом условии экспериментатор не сможет обнаружить разницу в описании динамики частиц в рамках ТПМВ и в рамках классической электродинамики. Поэтому в экспериментах нельзя будет распознать, взаимодействуют ли частицы между собой напрямую без каких-либо посредников или же процесс происходит в пространстве, а все взаимодействия передаются электромагнитным полем, динамика которого определяется уравнениями Максвелла. Совокупность всех частиц мира представляет собой полный и абсолютный поглотитель. Любые излучения, исходящие от него, будут в нём же и поглощены. С точки зрения поля пространство-время проявляется в локальных процессах в виде отдельных парных взаимодействий между частицами. Поэтому принцип полного поглощения в реляционной теории является аналогом принципа эквивалентности в ОТО.

На третьем этапе осуществляется переход к сверхкатегории реляционных частиц. Наличие абсолютного поглотителя означает, что частицы не являются независимыми. Они составляют единую связанную систему, возникающую за счет их парных взаимодействий. Вместе с тем в теории Уилера – Фейнмана [10] абсолютный поглотитель рассматривался как некая внешняя сущность, свойства которой заданы. Выделенная частица на него никак не влияла. С точки зрения реляционной теории это неправильно, поскольку всю систему нужно рассматривать самосогласованно. Свойства поглотителя должны возникать в динамике всей реляционной системы. Отсюда следует, что сверхкатегория реляционных частиц может проявляться как *реальный поглотитель*, который является абсолютным, но неполным поглотителем. Разница между этими понятиями будет определена ниже.

В квантовой теории аналогом принципа эквивалентности является принцип корпускулярно-волнового дуализма. Очевидно, что его можно проанализировать в рамках такой же схемы рассуждений.

## 2. Интерпретация опережающего воздействия

Могут возникать определенные затруднения при попытках осмыслить природу опережающих воздействий в теории Фоккера. В самом деле, опережающий характер воздействий как бы подразумевает передачу некоторой информации о состоянии системы в будущем. Сразу при этом возникает сомнение в справедливости принципа причинности. Однако в действительности дело тут вовсе не в опережающих воздействиях, а в форме представления действия Фоккера.

В вариационном принципе Фоккера взаимодействие между частицами определяется полусуммой запаздывающего и опережающего воздействий.

Следуя оригинальной работе Фоккера [11], действие взаимодействия для двух частиц 1 и 2 запишем в виде (см. левую панель рис. 5):

$$S_{\text{int}}(1,2) = -\frac{q_1 q_2}{2c} \int_A^B ds_1 \frac{\mathbf{u}_1 \cdot \mathbf{u}'_2}{\mathbf{R}' \cdot \mathbf{u}'_2} - \frac{q_1 q_2}{2c} \int_A^B ds_1 \frac{\mathbf{u}_1 \cdot \mathbf{u}''_2}{\mathbf{R}'' \cdot \mathbf{u}''_2}. \quad (5)$$

Здесь одним штрихом обозначены величины, относящиеся к запаздывающему моменту времени (частица 2 находится на световом конусе прошлого частицы 1), а двумя штрихами – величины, относящиеся к опережающему моменту времени (частица 2 находится на световом конусе будущего частицы 1). Вектор  $\mathbf{R}$  проведен из частицы 2 в частицу 1. В выражении (5) первое слагаемое в правой части определяет запаздывающее воздействие от частицы 2 к частице 1, а второе слагаемое – опережающее воздействие.

Нетрудно видеть, однако, что это действие можно переписать исключительно в терминах запаздывающих воздействий. Заметим, что

$$\int_A^B ds_1 \frac{\mathbf{u}_1 \cdot \mathbf{u}''_2}{\mathbf{R}'' \cdot \mathbf{u}''_2} = \int_A^B \frac{d\mathbf{x} \cdot d\mathbf{y}''}{\mathbf{R}'' \cdot d\mathbf{y}''}, \quad (6)$$

где  $d\mathbf{x}$  и  $d\mathbf{y}$  – элементы мировых линий частиц 1 и 2. Поскольку  $\mathbf{R}'' \cdot d\mathbf{y}'' = \mathbf{R}'' \cdot d\mathbf{x}$ , то получаем

$$\int_A^B \frac{d\mathbf{x} \cdot d\mathbf{y}''}{\mathbf{R}'' \cdot d\mathbf{y}''} = \int_A^B \frac{d\mathbf{x} \cdot d\mathbf{y}''}{\mathbf{R}'' \cdot d\mathbf{x}} = \int_{A''}^{B''} \frac{d\mathbf{y}'' \cdot d\mathbf{x}}{\mathbf{R}'' \cdot d\mathbf{x}}. \quad (7)$$

В последнем интеграле интегрирование проводится по переменной  $s_2$  вдоль мировой линии частицы 2 по ассоциированному интервалу, который определяется событиями  $A''$  и  $B''$ . Таким образом,

$$\int_A^B ds_1 \frac{\mathbf{u}_1 \cdot \mathbf{u}''_2}{\mathbf{R}'' \cdot \mathbf{u}''_2} = \int_{A''}^{B''} ds_2 \frac{\mathbf{u}''_2 \cdot \mathbf{u}_1}{\mathbf{R}'' \cdot \mathbf{u}_1}, \quad (8)$$

действие (5) принимает вид

$$S_{\text{int}}(1,2) = -\frac{q_1 q_2}{2c} \int_A^B ds_1 \frac{\mathbf{u}_1 \cdot \mathbf{u}'_2}{\mathbf{R}' \cdot \mathbf{u}'_2} - \frac{q_1 q_2}{2c} \int_{A''}^{B''} ds_2 \frac{\mathbf{u}''_2 \cdot \mathbf{u}_1}{\mathbf{R}'' \cdot \mathbf{u}_1}. \quad (9)$$

Теперь оно вообще не содержит опережающих воздействий, а только запаздывающие. Поэтому очевидно, что никакой информации из будущего не приходит и принцип причинности не нарушается.

Эти простые соображения показывают, что в ТПМВ никаких трудностей при интерпретации опережающих воздействий не возникает. Любые опережающие воздействия всегда можно интерпретировать в терминах запаздывающих воздействий. Тем не менее действие (9) по своему виду отличается от соответствующего действия в классической электродинамике. Классическое действие определяется, как удвоенное первое слагаемое в правой части (9).

Действие (9) (или его исходный вариант (5)) обладает строгой симметрией между прошлым и будущим. Поэтому эти две теории в одних и тех же ситуациях будут давать, вообще говоря, разные результаты.

Заметим, что действие (9), выраженное в терминах запаздывающих воздействий, соответствует методике радиолокации, лежащей в основе хроногеометрии. В самом деле, схема взаимодействия на левой панели рис. 5 описывает посылку сигнала от частицы 2 к частице 1, а затем прием частицей 2 отраженного сигнала. На мировой линии частицы 2 собственное время  $\tau_2 = s_2/c$  изменяется монотонно. Моментам излучения и приема сигнала соответствуют значения  $\tau_2'$  и  $\tau_2''$ . В момент времени  $\tau_2 = (\tau_2' + \tau_2'')/2$  расстояние между частицами будет равно  $l_{12} = c(\tau_2'' - \tau_2')/2$ .

### 3. Нарушение временной симметрии

В оригинальном варианте вариационного принципа Фоккера [11] запаздывающие и опережающие воздействия входят с одинаковым весом. Это подразумевает симметрию во времени: любой процесс может протекать как в прямом, так и в обратном направлении во времени. Стрела времени в общем случае никак не задана. Она определяется некими внешними условиями. Однако могут возникать ситуации, когда эта строгая симметрия нарушается. Поясним это утверждение на примере процессов рождения и уничтожения пар частица–античастица.

В случае классических частиц 1 и 2 действие взаимодействия определяется выражением (3). Функция  $f(s_2) = s_{12}^2$  имеет два корня  $s_2^\pm = s_2^\pm(s_1)$ . Это позволяет разложить дельта-функцию на два слагаемых, соответствующих двум корням, и прийти к эквивалентному выражению (5). Этот результат удастся получить при условии наличия двух корней уравнения  $s_{12}^2 = 0$ .

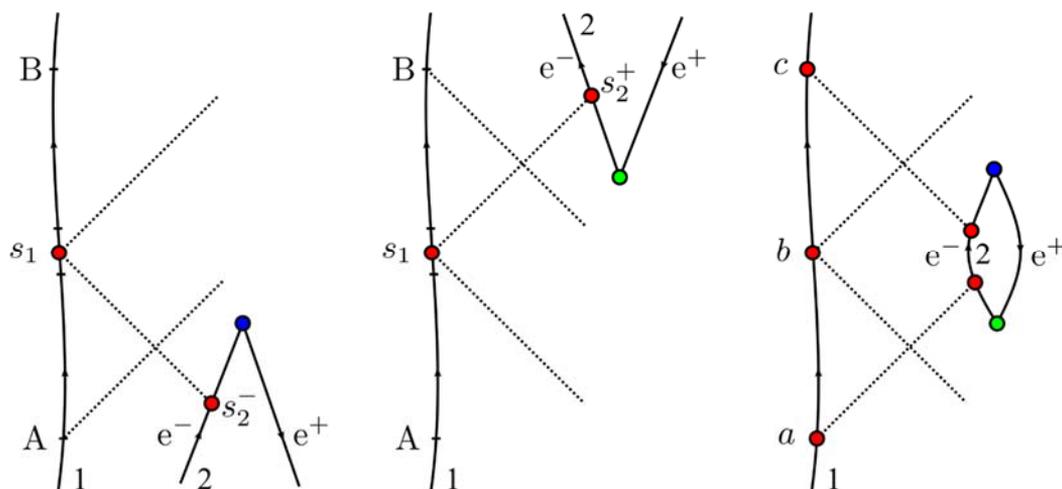


Рис. 6. Взаимодействие частицы 1 с частицей 2, входящей в пару частица–античастица

Рассмотрим ситуацию, изображенную на левой панели рис. 6. Здесь частица 1 взаимодействует с электроном (частица 2), который вскоре аннигилирует с позитроном и исчезает. Поэтому на световом конусе будущего частицы 1 его уже нет. Уравнение  $s_{12}^2 = 0$  в данном случае имеет только один корень  $s_2^-$ , соответствующий запаздывающему моменту времени. Если эта ситуация реализуется на всем промежутке интегрирования от  $A$  до  $B$ , то, очевидно, вместо формулы (5) мы получим

$$S_{\text{int}}(1, 2) = -\frac{q_1 q_2}{2c} \int_A^B ds_1 \frac{\mathbf{u}_1 \cdot \mathbf{u}'_2}{\mathbf{R}' \cdot \mathbf{u}'_2}. \quad (10)$$

Действие оказывается неполным, поскольку содержит только запаздывающую часть.

Другая подобная ситуация изображена на средней панели рис. 6. Здесь частица 1 взаимодействует с электроном, который недавно родился в паре с позитроном. Поэтому на световом конусе прошлого частицы 1 этого электрона еще нет. Уравнение  $s_{12}^2 = 0$ , так же как и в предыдущем случае, содержит только один корень  $s_2^+$ , но теперь он соответствует опережающему моменту времени. Если эта ситуация реализуется на всем интервале интегрирования от  $A$  до  $B$ , то вместо формулы (5) будем иметь

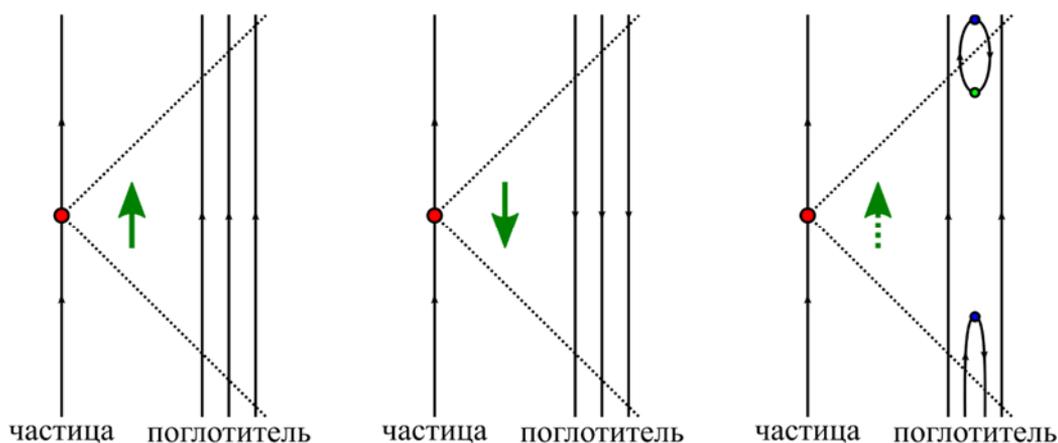
$$S_{\text{int}}(1, 2) = -\frac{q_1 q_2}{2c} \int_A^B ds_1 \frac{\mathbf{u}_1 \cdot \mathbf{u}''_2}{\mathbf{R}'' \cdot \mathbf{u}''_2}. \quad (11)$$

Действие снова оказывается неполным, но в данном случае оно содержит уже только опережающую часть.

Очевидно, что в двух рассмотренных ситуациях интервалы интегрирования  $A$  и  $B$  можно выбрать такими, что у уравнения  $s_{12}^2 = 0$  корней не будет вообще. Тогда действие взаимодействие  $S_{\text{int}}(1, 2)$  будет равно нулю, несмотря на присутствие частиц.

Рассмотрим более сложную конфигурацию (см. правую панель рис. 6), когда частица 2 (электрон) является частью электронно-позитронной пары (позитроний), существующей конечное время между моментами своего рождения и аннигиляции. Тогда в различных точках мировой линии частицы 1 уравнение  $s_{12}^2 = 0$  может иметь два корня, один корень или не иметь корней вообще. Например, в точке  $a$  имеется один корень  $s_2^+$ , соответствующий опережающему времени. В точке  $b$  это уравнение корней не имеет. В точке  $c$  имеется один корень  $s_2^-$ , соответствующий запаздывающему времени. Если расстояние между частицами 1 и 2 достаточно мало, то в точке  $b$  могут быть сразу два корня  $s_2^-$  и  $s_2^+$ . В более ранние моменты времени на мировой линии частицы 1, а также в более поздние – корней тоже нет.

Эти примеры приводят к выводу о том, что запись (3) выражения для действия взаимодействия через дельта-функцию является более общей, чем запись вида (5). Это обусловлено тем, что вид (3) корректно учитывает все случаи с различным числом корней уравнения  $s_{12}^2 = 0$ . Выражение (5) явным образом использует условие обязательного наличия двух корней  $s_2^-$  и  $s_2^+$ . Такая ситуация может реализовываться только для классических частиц, мировые линии которых идут из бесконечности ( $t \rightarrow -\infty$ ) и уходят в бесконечность ( $t \rightarrow +\infty$ ). Процессы с участием частиц и античастиц нарушают симметрию между запаздывающими и опережающими воздействиями в ТПМВ. Это приводит к нарушению временной симметрии. Заметим, что выражение для действия взаимодействия в форме (3) было предложено в работе Тетроде [12]. Действие в форме (5) рассматривалось в работе Фоккера [11].



**Рис. 7. Взаимодействие выделенной частицы с поглотителем.**  
*Стрелка указывает направление стрелы времени*

Посмотрим, к чему могут приводить нарушения симметрии во времени с точки зрения соответствия с классической теорией. На рис. 7 показана некоторая выделенная частица, для которой исследуется характер движения на фоне внешнего поглотителя. Уточним, что выделенная частица и внешний поглотитель в совокупности представляют абсолютный поглотитель. На левой панели поглотитель состоит только из частиц, а на средней панели – только из античастиц. В первом случае стрелу времени следует выбрать в направлении вперед (по движению выделенной частицы), а во втором случае – назад. Пространство-время в классическом смысле (при согласовании ТПМВ с классической электродинамикой) в обоих случаях будет представлять собой пространство Минковского. Однако стрела времени в каждом из них будет иметь разное направление, поскольку она определяется внешним поглотителем, а не одной какой-либо выделенной частицей.

Если же поглотитель состоит из частиц и античастиц, то стрела времени уже, очевидно, не будет иметь четко определенного направления. В предельном случае зарядовой симметрии поглотителя (число частиц в каждый

момент времени в точности равно числу античастиц) стрела времени будет совершенно неопределенной. Мы не сможем выбрать, какому из двух вариантов пространства Минковского отдать предпочтение.

На правой панели рис. 7 показана ситуация, когда в поглотителе могут происходить процессы рождения и уничтожения частиц и античастиц. В этом случае при взаимодействии частицы с поглотителем точная временная симметрия (симметрия между запаздывающими и опережающими воздействиями) нарушается. В результате свойства поглотителя будут уже неидеальными. С точки зрения классической электродинамики это означает, что выделенный заряд движется не в пространстве-времени Минковского, а в некотором другом пространстве-времени с другими свойствами.

Подчеркнем, что речь в данном случае не идет о нарушении принципа полного поглощения. Все взаимодействия по-прежнему носят парный характер, и, следовательно, любое излучение будет обязательно поглощено. Речь идет о том, что при наличии процессов рождения и уничтожения частиц нарушается точная симметрия поглотителя по отношению к запаздывающим и опережающим воздействиям. Условие, выражающее согласование ТПМВ с классической электродинамикой, можно записать в виде [10]

$$\sum_a \left[ F'_{\mu\nu}(1, a) - F''_{\mu\nu}(1, a) \right] = 0, \quad (12)$$

где суммирование проводится по всем частицам, в том числе и с учетом выделенной частицы 1. Поглотитель, удовлетворяющий такому условию, назовем для определенности *полным поглотителем*. Теперь в нашем случае для некоторых частиц будут отсутствовать опережающие воздействия  $F''_{\mu\nu}(1, a)$ , а для других могут отсутствовать запаздывающие воздействия  $F'_{\mu\nu}(1, a)$ . Поэтому точное соотношение (12) уже, по видимому, удовлетворяться не будет.

Это можно пояснить на примере частного случая, когда поглотитель состоит из выделенной частицы 1 и одного-единственного позитрония (электронно-позитронная пара). Предполагая, что поглотитель является абсолютным, для некоторой тестовой частицы  $k$  можно записать

$$\sum_a \left[ \frac{1}{2} F'_{\mu\nu}(k, a) + \frac{1}{2} F''_{\mu\nu}(k, a) \right] = 0, \quad (13)$$

где суммирование проводится по частицам поглотителя (выделенная частица 1, электрон и позитрон). Повторяя рассуждения Уилера и Фейнмана [10], приходим к соотношению

$$\sum_a \left[ \frac{1}{2} F'_{\mu\nu}(k, a) - \frac{1}{2} F''_{\mu\nu}(k, a) \right] = 0. \quad (14)$$

Для доказательства (12) Уилером и Фейнманом использовался тот факт, что отдельные выражения в квадратных скобках (14) представляют собой

свободное электромагнитное поле (решение уравнений Максвелла в отсутствие источников) и, следовательно, оно нигде не содержит особенностей. Поэтому оно должно выполняться и внутри поглотителя, то есть когда вместо пробной частицы  $k$  мы берем, например, выделенную частицу 1.

Однако для рассматриваемой нами системы такой переход может не сработать. Поместим пробную частицу  $k$  в точку, для которой на световом конусе будущего электрона и позитрона уже нет. Они к этому времени уже успели аннигилировать. Тогда для такой пробной частицы соотношение (14) примет вид

$$\frac{1}{2} F'_{\mu\nu}(k, 1) - \frac{1}{2} F''_{\mu\nu}(k, 1) + \frac{1}{2} F'_{\mu\nu}(k, e^-) + \frac{1}{2} F'_{\mu\nu}(k, e^+) = 0. \quad (15)$$

Здесь первые два слагаемых дают поле излучения частицы 1, которое не содержит особенности. Оставшиеся слагаемые описывают половины запаздывающих полей электрона и позитрона. Они не описывают какие-либо свободные электромагнитные поля и обладают особенностями в точках расположения этих частиц. Следовательно, это соотношение уже нельзя переносить на частицы поглотителя. Равенство (12) удовлетворяться не будет. Иначе говоря, такой поглотитель является абсолютным (соотношение (13) выполняется), но неполным (соотношение (12) не выполняется).

### Заключение

Основным физическим принципом дуалистической реляционной теории [2; 5], определяющим согласованность сверхкатегории (реляционные частицы) с базисом (частицы) предположительно является принцип полного поглощения, который был введен в работе Уилера и Фейнмана в 1945 году [10]. Он имеет простой смысл и сводится к тому, что Вселенная состоит из достаточно большого числа частиц, чтобы полностью поглотить излучение любого источника. Это означает, что Вселенная проявляет себя, как абсолютный поглотитель, полностью поглощая любые производимые ей излучения. В данной работе проведен анализ аналогии между этим принципом и принципом эквивалентности, играющим ту же роль в ОТО.

Идея заключается в том, чтобы роль принципа эквивалентности в ОТО переформулировать в метафизических терминах, используя понятия категорий источника, базиса и предела. Дальнейший переход к искривленному пространству-времени также можно переформулировать в терминах сверхкатегории и ее характеристик. Используя общую формулировку, можно попытаться применить ее в случае реляционной теории с точки зрения принципа полного поглощения. Представленный в работе соответствующий анализ позволяет приблизиться к более четкому пониманию сверхкатегории реляционных частиц в реляционной теории.

Поскольку в реляционной теории пространство-время проявляется как абсолютный поглотитель, то совершенно естественно связать сверхкатегорию реляционных частиц именно с ним. Классическое пространство-время

определяется некими идеальными свойствами поглотителя, которые никак не изменяются при воздействии на него выделенных частиц. Если же все частицы рассматривать как согласованную систему, то поглотитель нельзя уже считать идеальным и его свойства должны возникать в динамике. Сверхкатегория реляционных частиц, возможно, и проявляется как такой самосогласованный (реальный) поглотитель.

В работе также рассмотрены вопросы интерпретации опережающих воздействий в теории прямого межчастичного взаимодействия. Показано, что опережающие воздействия всегда можно трактовать с помощью запаздывающих воздействий по аналогии с методикой радиолокации, лежащей в основе хроногеометрии. Однако даже с учетом этого получаемое действие взаимодействия по своему виду будет отличаться от соответствующего действия, используемого в классической электродинамике.

Строгая симметрия действия Фоккера по отношению к запаздывающим и опережающим воздействиям реализуется только для классических частиц, которые существуют бесконечно долго. Если же учесть процессы рождения и уничтожения частиц (например, рождение и аннигиляция электронно-позитронных пар), то эта симметрия будет нарушена. В статье приведены некоторые простые примеры таких ситуаций, которые показывают, что форма действия взаимодействия с дельта-функцией является наиболее общей, поскольку учитывает возможное наличие неполного количества корней уравнения  $s_{12}^2 = 0$ . Присутствие процессов рождения и уничтожения частиц в поглотителе может не только приводить к возмущениям стрелы времени, но и к поправкам в уравнении движения заряда, связанным со свойствами поглотителя.

Электромагнитная сила, действующая на выделенную частицу в уравнении движения, помимо силы реакции излучения будет теперь определяться тензором  $\bar{F}_{\mu\nu} = F'_{\mu\nu} + \delta F_{\mu\nu}$ , где  $\delta F_{\mu\nu}$  возникает вследствие нарушений временной симметрии в поглотителе. Из-за этих возмущений поля мы, например, в любой электрической цепи будем наблюдать неустранимые электромагнитные шумы. Однако с точки зрения классической электродинамики тензор  $\bar{F}_{\mu\nu}$  мы должны интерпретировать как некоторое запаздывающее поле. Это приводит к необходимости трактовать наблюдаемые шумы как флуктуации расстояний между частицами, а также как флуктуации соответствующих временных интервалов.

Если нарушения симметрии вызваны актами рождения и уничтожения частиц, то наибольший эффект (анизотропия свойств шума) должен проявляться в тех направлениях в пространстве, где ожидаются большие скопления пар частиц и античастиц. Главными кандидатами на эту роль являются окрестности (магнитосферы) активных астрофизических объектов, где сосредоточены поля высокой интенсивности. В первую очередь, следует обратить внимание на центр нашей Галактики, где предположительно находится сверхмассивная черная дыра. Некоторые указания на наличие таких эффектов приведены в монографии [13].

## Литература

1. Владимиров Ю. С. Метафизика. М.: БИНОМ, 2000, 2009.
2. Жилкин А. Г. Реляционная физика с точки зрения метафизики // Метафизика. 2014. № 2 (12). С. 49–67.
3. Жилкин А. Г. Феноменология Сверхличности. М.: Янус-К, 2019.
4. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теория поля. М.: Физматлит, 2006.
5. Жилкин А. Г. Базовые категории и принципы реляционной физики // Вестник Челябинского государственного университета. 2013. № 25 (316). Физика. Вып. 18. С. 80–92.
6. Жилкин А. Г. О динамике реляционных систем: нерелятивистский случай // Челяб. физ.-мат. журн. 2017. Т. 2 (1). С. 99–112.
7. Жилкин А. Г., Курбатов Е. П. О динамике реляционных систем: релятивистский случай // Челяб. физ.-мат. журн. 2017. Т. 2 (1). С. 113–127.
8. Жилкин А. Г., Курбатов Е. П. Принцип полного поглощения в реляционной физике // Челяб. физ.-мат. журн. 2017. Т. 2 (3). С. 344–357.
9. Жилкин А. Г. Реляционный принцип полного поглощения // Метафизика. 2020. № 2 (36). С. 34–49.
10. Wheeler J. A., Feynman R. P. Interaction with the absorber as the mechanism of radiation // Reviews of modern physics. 1945. Vol. 17 (2–3). P. 157–181.
11. Fokker A. D. Ein invarianter Variationssatz für die Bewegung mehrerer elektrischer Massenteilchen // Zs. Phys. 1929. Vol. 58. P. 386–393.
12. Tetrode H. Über den Wirkungszusammenhang der Welt. Eine Erweiterung der klassischen Dynamik // Zs. Phys. 1922. Vol. 10. P. 317–328.
13. Шноль С. Э. Космофизические факторы в случайных процессах. Стокгольм: Svenska fysikarkivet, 2009.

## ANALOGY BETWEEN THE PRINCIPLE OF EQUIVALENCE AND THE RELATIONAL PRINCIPLE OF COMPLETE SUPPLY\*

A.G. Zhilkin\*\*

*Institute of Astronomy RAS  
48 Pyatnitskaya St, Moscow, 119017, Russian Federation*

**Abstract.** The paper analyzes the analogy between the principle of total absorption in the relational theory and the principle of equivalence in the general theory of relativity. Using the formulation of these principles in metaphysical terms allows us to conclude that the supercategory of relational particles manifests itself in dynamics as a self-consistent absolute absorber. Questions of interpretation of leading actions in the theory of direct interparticle interaction are considered. It is shown that the strict symmetry of the Fokker action with respect to retarded and advanced actions can be violated when the processes of particle creation and annihilation are taken into account.

**Keywords:** relational theory, space-time, electromagnetic field, direct interparticle interaction

---

\* The author expresses gratitude to M. Yu. Romashka for useful discussions.

\*\* E-mail: zhilkin@inasan.ru

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1-57-61

## ФИЗИЧЕСКИЕ И СУБФИЗИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМЫ

В.Ф. Панов\*

*Пермский государственный национальный исследовательский университет  
Российская Федерация, 614068, Пермский край, г. Пермь, ул. Букирева, 15*

**Аннотация.** Отмечены перспективные задачи в трех дуалистических метафизических парадигмах. Указана перспективность реляционно-статистической трактовки (интерпретации) квантовой механики. В реляционной физике отмечена важность исследования возможности управления гравитацией за счет электромагнитного поля. В теоретико-полевого подходе необходимо исследовать возможность разработки калибровочной теории времени. Предлагается путь построения геометрии праспиноров на основе унарных систем комплексных отношений. Обсуждается гипотеза о дофизической реальности и перспектива создания бинарной геометросубфизики.

**Ключевые слова:** метафизические парадигмы, реляционная физика, теоретико-полевого подход, бинарная геометрофизика, праспиноры, дофизическая реальность

В наших работах [1–3] уже выдвигался принцип субстанциально-реляционной «парадигмальной относительности – дополнительности» при описании физической реальности. Наиболее полное представление о физическом мироздании можно получить, лишь умея смотреть на него с позиций всех трех дуалистических метафизических парадигм: теоретико-полевого миропонимания, геометрического миропонимания и реляционного миропонимания [4; 5]. В реляционной физике используются три концепции [5]. Производится отказ от априорно заданного классического пространства-времени, а также используется концепция дальнего действия. В случае дальнего действия взаимодействие между двумя материальными объектами передается на расстоянии без посредника. Также используется принцип Маха, согласно которому локальная физика определяется посредством учета глобальных свойств мира.

Укажем сейчас, на наш взгляд, наиболее актуальные направления развития реляционной физики. Формулировка квантовой механики на основе бинарных систем комплексных отношений позволяет развивать квантовую механику на основе своей собственной системы понятий. Первый философский анализ связи квантовой механики и бинарной геометрофизики (реляционной физики) дан А.Ю. Севальниковым в работе [6]. Неудовлетворенность исходными положениями квантовой механики высказывали многие физики. В бинарной геометрофизике предпринята попытка устранить имеющиеся неясности с позиции реляционно-статистической трактовки (интерпретации)

---

\* E-mail: panov@psu.ru

квантовой механики. При этом главное, что в этой интерпретации не задается априорно пространство-время. Получение классического пространства-времени из более глубоких закономерностей микромира есть важная задача современной физики. Ю.С. Владимиров в [5] выдвинул идею, что именно «испущенное, но не поглощенное электромагнитное излучение, ответственно за формирование классического пространства-времени». Учитывая, что в реляционной физике пространственно-временные отношения между событиями заменяют первичные категории пространства-времени и частиц, важно выяснить, не может ли движущийся материальный объект, представляющий собой некоторое электромагнитное устройство, взаимодействуя с электромагнитными излучениями разных объектов Вселенной, «реляционно изменять» расстояния до других объектов?

Особый интерес представляет взгляд на природу гравитации со стороны реляционной парадигмы, где гравитационное взаимодействие выступает в виде своеобразного квадрата электромагнитных взаимодействий. Гравитация оказывается вторичным видом взаимодействия [4]. Если гравитация обусловлена электромагнитным взаимодействием, то важно выяснить, нельзя ли, изменяя электромагнитное взаимодействие (при учете принципа Маха), управлять гравитацией?

Дж. Белл в 1964 году вывел неравенства, проверка которых и должна была показать правоту или ошибочность квантовой механики. Неравенства, как показывает опыт, нарушаются и неизменно подтверждают выводы квантовой механики. Также в экспериментах было показано важное свойство квантовой физики – нелокальность, что означает существование особой связи между случайными событиями на большом расстоянии.

Отметим, что использование неколмогоровских теорий вероятностей в квантовой физике может привести к новому взгляду на неравенства Белла и квантовую нелокальность [7]. Укажем, что, на наш взгляд, интересно рассмотреть применение бинарной геометрофизики к модели квантовой механики с  $p$ -адическими значными волновыми функциями.

Рассмотрим сейчас, какие мы видим актуальные задачи в рамках теоретико-полевого подхода. В работе [8] представлены основы теории, которая усложняет понятие времени, связывая неоднородность времени с особым типом калибровочного поля. Эта теория вызвала критику в связи с ее отношением к калибровочной теории гравитации. Тем не менее, на наш взгляд, за счет новых физических идей можно построить калибровочную теорию времени. Отметим, что, видимо, только за счет физики проблему времени не решить. Тут, возможно, следует использовать еще и лингвистику.

С новых позиций целесообразно подойти к «праспинорам», предложенным Д.Д. Иваненко и Г.А. Сарданашвили в [9]. Праспиноры имеют двойственную природу, выступая как первичные элементы и «праматерии», и «прагеометрии» [9]. Группами симметрий систем бинарных объектов (праспиноров) являются всевозможные группы Кокстера, образующими элементами которых являются морфизмы каждого объекта. Модель праспиноров –

это попытка описания объектов с простейшей алгебраической структурой. На наш взгляд, геометрию праспиноров можно построить, используя унарные системы комплексных отношений [4; 5]. Геометрию праспиноров можно применить к моделированию сверххранной Вселенной и физического вакуума.

Укажем здесь, что Д. Бом в [10] выдвинул гипотезу о субквантовомеханическом уровне, содержащем скрытые переменные. Сейчас все фундаментальные физические теории строятся так, будто физическое является изначальным и предельным уровнем организации материи, ниже которого ничего нет. Отметим, что уже достаточно давно В.В. Орловым было высказано предположение о существовании субфизических форм материи и движения, а в нескольких работах уже обсуждалась проблема дофизической реальности. Вполне возможно, что познание может обнаружить качественно новую реальность, где будут нарушаться фундаментальные физические понятия. С этой точки зрения, использование в фундаментальной физике только содержательных математических структур является существенно ограничительным моментом при использовании гипотезы о дофизической реальности.

Отметим, что энергия – это свойство «высшего»: физической формы материи. Поэтому можно выдвинуть гипотезу, что у дофизической формы материи может не быть феномена энергии. На наш взгляд, энергия дофизической формы материи может быть равна нулю. Укажем, что имеется интерес к решениям уравнения Дирака с нулевым тензором энергии – импульса спинорного поля и не равной нулю плотностью дираковского тока. Такие решения принято называть спинорными духами. Спинорные духи обладают нулевой энергией и ненулевой дираковской плотностью тока. Отметим, что в работе [11] излагаются результаты, показывающие, что известные опыты с квантовой интерференцией не опровергают возможность влияния духов частиц на распределение волнового потока реальных частиц.

Следует проверить возможность создания бинарной геометросубфизики следующим образом. Вначале в качестве элементов дофизической реальности следует взять спинорные духи. Предположим, что между спинорными духами осуществляется прямое межчастичное взаимодействие (используется концепция дальнего действия). Подобно бинарной геометрофизике следует использовать бинарные системы комплексных отношений (БСКО). При этом за счет отношения спинорных духов (элементов дофизической материи), описываемого БСКО, следует получить частицу физической материи. Возможно, спинорные духи окажутся непригодными для моделирования дофизической материи, тогда для описания элементов дофизической реальности следует использовать более сложные и содержательные математические объекты.

В итоге, если применить всю идеологию бинарной геометрофизики (с учетом бинарных систем комплексных отношений) и рассмотреть отношения элементов дофизической реальности, то, возможно, удастся создать бинарную геометросубфизiku, в рамках которой, возможно, будет получена фундаментальная теория квантового мира.

Отметим, что используемые в теоретической физике 2-компонентные спиноры можно понимать как проявления БСКО ранга (3,3) [5]. Аналогично можно ввести спиноры на субфизическом уровне материи.

Наконец, мы выскажем следующую гипотезу. Если предположить, что между микрочастицами действует некоторое фундаментальное (дофизическое) взаимодействие в виде дальнего действия, то, учитывая отношения между микрочастицами, с учетом бинарной геометрофизики и принципа Маха, вероятно, удастся построить внутреннее квантовое реляционно-статистическое пространство-время по отношению к микрочастицам. Возможно, для этого следует использовать  $p$ -адические числа.

### Литература

1. *Панов В. Ф., Кувишинова Е. В.* В поисках монистической парадигмы // *Метафизика*. 2018. № 1 (27). С. 93–98.
2. *Панов В. Ф.* «Дофизическая реальность» и реляционная физика // *Основания фундаментальной физики и математики: материалы III Российской конференции (ОФФМ-2019)* / под ред. Ю. С. Владимиров, В. А. Панчелюги. М.: РУДН, 2019. С. 34-35.
3. *Панов В.Ф.* Физические и субфизическая парадигмы // *Основания фундаментальной физики и математики: материалы VI Российской конференции (ОФФМ – 2022)* / под ред. Ю. С. Владимиров, В. А. Панчелюги. М.: РУДН, 2022. С. 21–24.
4. *Владимиров Ю. С.* Реляционная картина мира. Кн. 1: Реляционная концепция геометрии и классической физики. М.: ЛЕНАНД, 2021. 224 с. (Relata – Refero.)
5. *Владимиров Ю. С.* Реляционная картина мира. Кн. 2: От бинарной предгеометрии микромира к геометрии и физике макромира. М.: ЛЕНАНД, 2021. 304 с. (Relata – Refero).
6. *Севальников А. Ю.* Интерпретации квантовой механики: В поисках новой онтологии. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 192 с.
7. *Хренников А. Ю.* Неколмогоровские теории вероятностей и квантовая физика. М.: Издательство Физико-математической литературы, 2003. 208 с.
8. *Гутин В. В., Панов В. Ф.* Локализация сдвигов времени // 14-я Российская гравитационная конференция – Международная научная конференция по гравитации, космологии и астрофизике. 4-я Ульяновская международная школа-семинар «Проблемы теоретической и наблюдательной космологии»: сборник тезисов докладов международной научной конференции / под общ. ред. проф. С. В. Червона. Ульяновск: Ул. ГПУ, 2011. С. 72.
9. *Иваненко Д. Д., Сарданашвили Г. А.* Гравитация. Киев: Наукова думка, 1985.
10. *Бом Д.* Причинность и случайность в современной физике / пер. с англ.; общ. ред. и предисл. Я. П. Терлецкого. Изд. 2-е, испр. М.: КРАСАНД, 2010. 248 с. (физико-математическое наследие: физика (философия физики).)
11. *Гуц А. К.* Элементы теории времени. Омск: Издательство Наследие. Диалог – Сибирь, 2004. 364 с.

## PHYSICAL AND SUB-PHYSICAL PARADIGMS

V.F. Panov\*

*Perm State National Research University  
15 Bukireva St, Perm, Perm Territory, 614068, Russian Federation*

**Abstract.** Promising tasks in three dualistic metaphysical paradigms are noted. The prospects of the relational-statistical interpretation (interpretation) of quantum mechanics are indicated. In relational physics, the importance of studying the possibility of controlling gravity due to an electromagnetic field is noted. In the field-theoretic approach, it is necessary to investigate the possibility of developing a gauge theory of time. A way of constructing the geometry of praspinors based on unary systems of complex relations is proposed. The hypothesis of pre-physical reality and the prospect of creating binary geometrosphysics are discussed.

**Keywords:** metaphysical paradigms, relational physics, field-theoretic approach, binary geometrophysics, praspinors, pre-physical reality

---

\* E-mail: panov@psu.ru

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1-62-71

## ЧЕТЫРЕХМЕРНАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА В РЕЛЯЦИОННОЙ ПАРАДИГМЕ\*

А.Л. Круглый\*\*

*Научно-исследовательский институт системных исследований РАН,  
Российская Федерация, 117218, Москва, Нахимовский пр-т, 36, к. 1*

**Аннотация.** Предлагается строить релятивистскую статистическую физику на основе статистики микросостояний в четырехмерных областях пространства-времени. Это статистика процессов. Рассматривается дискретная модель конечных множеств элементарных событий. Поскольку каждое элементарное событие имеет малую вероятность, то наиболее вероятны процессы, состоящие из минимума элементарных событий. Принцип наименьшего действия интерпретируется как выбор наиболее вероятного варианта процесса. Исходя из вида действия в ОТО, интеграл от скалярной кривизны интерпретируется как число элементарных событий, масса – как число элементарных событий в единицу времени, электромагнитное взаимодействие – как парные связи элементарных событий.

**Ключевые слова:** статистическая физика, теория относительности, принцип наименьшего действия

### Введение

После создания теории относительности возник вопрос о включении термодинамики в релятивистские модели. При этом термодинамика рассматривается как феноменологическая модель [1] и рассматриваются вопросы преобразования термодинамических величин при переходе между системами отсчета и их модификации в переменных гравитационных полях. Однако в нерелятивистском случае термодинамика является следствием статистической физики, а последовательной релятивистской статистической физики не построено.

Такое положение имеет глубокие корни. Исходными понятиями нерелятивистской статистической физики является микросостояние и его вероятность в момент времени. Наблюдаемое макроскопическое состояние является множеством микросостояний, и вероятность макроскопического состояния

---

\* Публикация выполнена в рамках государственного задания ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН (Проведение фундаментальных научных исследований (47 ГП) по теме № 0580-2021-0007 «Развитие методов математического моделирования распределенных систем и соответствующих методов вычисления», Рег. № 121031300051-3).

\*\* E-mail: akrugly@mail.ru

равна сумме вероятностей соответствующих микросостояний. Микросостояние в момент времени не может быть определено в релятивистском случае в силу относительности одновременности. Состояния микроскопических объектов, одновременные в одной системе отсчета, не являются одновременными в другой. В общем случае в искривленном пространстве-времени нельзя задать одновременность в конечной области даже в фиксированной системе отсчета. По-видимому, с этим связано построение релятивистской термодинамики как феноменологической теории без связи со статистической физикой. Необходимо релятивистски-инвариантное определение микросостояния.

Основные положения настоящей статьи докладывались на конференциях [2–5] и частично опубликованы в статье [6].

## **1. Четырехмерные микросостояние и макросостояние**

Микросостояние задается релятивистски-инвариантным образом, если оно задано не в трехмерном пространстве, а в четырехмерной области пространства-времени. Будем называть его 4-микросостоянием по аналогии с 4-вектором. Тем самым мы переходим от рассмотрения объектов в момент времени к рассмотрению процессов на конечных интервалах времени. Конкретная реализация процесса играет роль 4-микросостояния.

Рассуждая аналогично нерелятивистскому случаю, можно построить четырехмерную статистическую физику. Подмножество 4-микросостояний, обладающих одинаковыми макроскопическими параметрами, образует 4-макросостояние. Каждое 4-микросостояние может реализоваться с некоторой вероятностью. Вероятность 4-макросостояния является суммой вероятностей образующих его 4-микросостояний. При достаточно остром максимуме вероятности, реализуемом некоторым 4-макросостоянием, что типично для термодинамики, выбор варианта макроскопической эволюции процесса практически детерминирован. Отметим, что в общем случае эволюция по наиболее вероятному варианту процесса не обязана совпадать с эволюцией от менее вероятных 3-состояний к более вероятным 3-состояниям в случае, когда 3-состояния и их вероятности могут быть корректно определены и можно ожидать существование процессов, нарушающих законы нерелятивистской термодинамики.

В настоящее время получила развитие теория информации, в рамках которой изучается статистика процессов специального вида – сообщений, их передачи, приема, хранения. Предлагаемая релятивистская статистика является статистикой процессов более общего вида. При этом можно воспользоваться результатами теории информации. Математическая сторона рассматриваемых вопросов выходит за рамки тематики настоящего журнала и рассмотрена в работе [6].

## **2. Дискретная реляционная модель микромира**

Наиболее естественно 4-микросостояние задается в дискретной модели микроструктуры пространства-времени, в которой предполагается, что любая

конечная область пространства-времени содержит только конечное число элементарных событий. Элементарные события могут быть истинно элементарными, как это предполагается в направлении квантовой гравитации, называемом гипотезой причинностных множеств (causal set) [7–9]. Также события могут рассматриваться как элементарные только в рамках рассматриваемой задачи аналогично молекулам в модели идеального газа.

Здесь рассматривается модель истинно элементарных событий. При этом предполагается, что существуют только элементарные события и их элементарные связи, все явления образованы из них. В том числе пространство-время, которое рассматривается как аппроксимация некоторых свойств больших множеств элементарных событий. Тем самым в модели принят реляционный подход к пространству-времени [10].

В гипотезе причинностных множеств рассматривается точное вложение дискретного множества элементарных событий в континуальное пространство-время. Вложение, то есть соответствие элементарных событий и точек континуального пространства-времени, называется точным, если, во-первых, каждому элементарному событию соответствует только одна точка пространства-времени и каждой точке пространства-времени соответствует не более одного элементарного события; во-вторых, точки пространства-времени, соответствующие элементарным событиям, причинно связаны тогда и только тогда, когда причинно связаны соответствующие им элементарные события; в-третьих, 4-объем макроскопической области пространства-времени пропорционален числу входящих в него точек, соответствующих элементарным событиям, с точностью до флуктуаций. В настоящее время не решена задача точного вложения. Нет даже критерия, позволяющего различить причинностные множества, которые могут быть точно вложены в некоторое континуальное пространство-время конечной размерности и которые не могут. Разработана только процедура построения по заданному континуальному пространству-времени причинностного множества, которое в него точно вложено.

По мнению автора, точное вложение является излишне строгим требованием. Континуальное пространство-время должно соответствовать множеству элементарных событий только в макроскопическом пределе. На микроуровне соответствие не требуется. Одно элементарное событие может соответствовать двум точкам континуального пространства-времени, между которыми тем самым существует сильная корреляция. Причинно-следственные связи некоторых пар элементарных событий могут быть направлены против макроскопической стрелы времени, буквально реализуя идею античастиц как частиц, движущихся обратно во времени. Тем самым континуальное пространство-время не адекватно описывает микромир.

Возможно, странные свойства квантового описания микрообъектов связаны с неправомерным использованием модели непрерывного пространства-времени для описания явлений за пределами применимости этой модели. Квантовое описание может оказаться Фурье-анализом дискретных квазиповторяющихся структур, образованных элементарными событиями (простой пример рассмотрен в работе [11]).

В последовательно дискретной модели микромира квантовые законы могут оказаться следствием классической статистики элементарных событий. При этом дискретная модель оказывается моделью скрытых переменных. Нарушение неравенств Белла исключает локальные теории со скрытыми переменными, если локальность предполагается одной и той же для классических и квантовых объектов. В дискретной модели это не так. Элементарные события и их элементарные связи образуют граф, вершинами которого являются элементарные события, а ребрами – элементарные связи. Локальность на графе – это соседство вершин. Но эта локальность может только в среднем соответствовать макроскопической локальности континуального пространства-времени. Двум макроскопически разнесенным точкам пространства-времени могут соответствовать соседние элементарные события или даже одно и то же элементарное событие. Более подробное рассмотрение этого вопроса выходит за рамки настоящей работы (см. например, [12]).

Однако даже если на микроуровне в дискретной модели должна использоваться квантовая статистика, для исследования макроскопических закономерностей может быть достаточно классической статистики. В нерелятивистской статистической физике основные термодинамические закономерности являются следствием наиболее общих свойств статистики микросостояний. Эти закономерности даже не зависят от выбора классической или квантовой статистики микросостояний [13]. От особенностей конкретной системы зависят такие детали, как, например, численное значение теплоемкости. Можно надеяться на аналогичную ситуацию и в четырехмерной статистической модели.

Далее будет рассматриваться только классическая статистика элементарных событий и ее макроскопические следствия. При этом будут рассматриваться только те вопросы, которые не требуют построения континуального пространства-времени, так как эта задача в рассматриваемых дискретных моделях пока не решена.

### **3. Простейшая модель несвязанных элементарных событий**

Простейшей моделью нерелятивистской статистической физики является идеальный газ. Условно его четырехмерным аналогом можно считать множество несвязанных элементарных событий. Несвязанные элементарные события образуют множество, на котором не задан какой-либо порядок. Тем самым такое множество нельзя описать в терминах пространства-времени.

Для построения статистики припишем каждому элементарному событию некоторую вероятность его реализации. Конкретное множество элементарных событий является 4-микросостоянием. Вероятность 4-микросостояния равна произведению вероятностей элементарных событий, составляющих это 4-микросостояние.

Вероятность каждого элементарного события не превышает единицу, и, как правило, много меньше единицы. В результате вероятность 4-микросостояния быстро уменьшается с увеличением числа элементарных событий, входящих в это 4-микросостояние.

4-макросостояние  $A$  характеризуется конкретными значениями набора макроскопических переменных и является множеством  $\{A\}$  4-микросостояний, каждое из которых обеспечивает соответствующие значения макроскопических переменных. Предполагаем, что множество  $\{A\}$  конечно. В этом случае 4-микросостояние принадлежит множеству  $\{A\}$ , если число  $N$  составляющих его элементарных событий принадлежит некоторому интервалу  $[N(\min), N(\max)]$ . При других значениях  $N$  не существует 4-микросостояний, принадлежащих  $\{A\}$ . При  $N$ , принадлежащем  $[N(\min), N(\max)]$ , может существовать несколько 4-микросостояний, принадлежащих  $\{A\}$ , а может и не существовать таких 4-микросостояний.

Вероятность 4-макросостояния  $A$  равна сумме вероятностей всех 4-микросостояний, составляющих  $\{A\}$ . С ростом  $N$  для каждого  $N$  число 4-микросостояний, принадлежащих  $\{A\}$ , может расти. Однако предполагается, что этот рост происходит медленнее, чем с ростом  $N$  уменьшается вероятность каждого 4-микросостояния. Таким образом, наибольший вклад в вероятность 4-макросостояния вносят 4-микросостояния с минимальным числом элементарных событий.

4-макросостояние реализуется 4-микросостояниями с числом элементарных событий, минимально возможным с точностью до микроскопических флуктуаций. Указанное утверждение предлагается в качестве основной гипотезы четырехмерной статистики, справедливой не только для простейшей модели несвязанных элементарных событий, но и для широкого класса процессов, модели которых включают связь элементарных событий.

#### 4. Макроскопические величины

Рассмотрим макроскопические величины, которые являются следствиями рассматриваемой статистики. Это не могут быть стандартные термодинамические величины, так как они должны характеризовать не трехмерные, а четырехмерные области пространства-времени.

Основной такой величиной в физике является действие  $S$ . В предлагаемой статистической интерпретации принцип наименьшего действия означает, что реализуется макроскопическое состояние, имеющее максимальную вероятность. Оно является четырехмерным аналогом трехмерного состояния термодинамического равновесия. Поскольку действие является аддитивной величиной, а вероятности элементарных событий перемножаются, то действие должно быть логарифмом вероятности макроскопического состояния, взятым с обратным знаком. Поскольку мы можем произвольно выбирать единицы измерения, то действие можно положить равным числу элементарных событий.

Рассмотрим релятивистское действие для простейшей системы, состоящей из одной нейтральной частицы. Оно имеет вид

$$S = \int_{\Omega} R d\Omega - m_a \int_{L_a} d\tau_a. \quad (1)$$

Для простоты записи мы используем систему единиц, в которой все числовые множители и константы включены в определение соответствующих

физических величин. Первое слагаемое представляет собой вклад гравитации и представляет собой интеграл по четырехмерной области пространства-времени  $\Omega$  от скалярной кривизны  $R$ . Скалярная кривизна определена так, что это слагаемое неотрицательное. Второе слагаемое представляет собой вклад нейтральной материи, в рассматриваемом случае для точечной частицы  $a$  массы  $m_a$ , где интегрирование по мировой линии  $L_a$  частицы  $a$  ведется по ее собственному времени  $\tau_a$ .

Задача минимума функционала (1) может рассматриваться как задача на условный экстремум [6]. Мы ищем минимум первого слагаемого, рассматривая второе слагаемое как условие и массу частицы как неопределенный множитель Лагранжа. Физически это означает, что мы задаем длину отрезка мировой линии рассматриваемой частицы и ищем геометрию, минимизирующую действие для этого заданного условия. Для простейшего случая частицы без вращения это метрика Шварцшильда, которая имеет стандартный вид в системе отсчета частицы.

В рассматриваемой статистической модели метрику Шварцшильда пока получить нельзя, так как не построено пространство-время. Однако мы можем получить алгебраические отношения между интегральными величинами.

Первое слагаемое, минимум которого ищется, идентифицируется с числом элементарных событий  $N$ . Таким образом, интеграл от скалярной кривизны по четырехмерной области равен числу элементарных событий в этой области. Взяв интеграл по мировой линии во втором слагаемом, получаем  $m_a T$ , где  $T$  – интервал собственного времени вдоль рассматриваемого отрезка мировой линии.

Поскольку минимальное действие определяется с точностью до прибавления произвольной константы, мы можем положить минимальное значение действия равным нулю. Тогда для минимума действия имеем

$$N = m_a T. \quad (2)$$

Равенство (2) означает, что наиболее вероятно, что рассматриваемая система не включает никаких элементарных событий, кроме тех, что составляют рассматриваемый отрезок мировой линии частицы. При этом число элементарных событий равно  $m_a T$ .

Рассмотрим более подробно модель частицы. Поскольку в предлагаемом подходе все явления предполагаются состоящими из элементарных событий, то и частица состоит из элементарных событий. Тем самым она является не объектом в момент времени, а процессом, который на макроскопическом уровне описывается мировой линией.

Отметим, что в модели дискретных элементарных событий не могут возникать бесконечные величины. Мировую линию частицы следует рассматривать как трубку конечного трехмерного сечения, а второе слагаемое в (1) – как интеграл по этой трубке, в котором интегрирование по поперечному сечению трубки уже выполнено. По-видимому, это поперечное сечение должно превышать радиус Шварцшильда.

Модель частицы учитывает связь элементарных событий. Мы пока не учитываем связь в статистике, но косвенно учитываем через определение

близости событий. Идентифицируя мировую трубку с множеством элементарных событий, мы ставим в соответствие каждой малой, но макроскопической области трубки некоторое подмножество элементарных событий. При этом равенство (2) показывает, что собственная масса частицы является числом элементарных событий в единицу собственного времени.

Время в модели традиционно определяется как показания эталонных часов. Мы выбираем в качестве эталонных часов некоторый повторяющийся процесс и идентифицируем один повтор с единицей времени. Построение таких процессов возможно только после задания динамики модели. Пока существование такого процесса постулируется.

Таким образом, предлагаемая модель дает интерпретацию в терминах элементарных событий интеграла от скалярной кривизны и собственной массы частиц. В дискретной модели пространства-времени именно соотношения между дискретными величинами являются исходными. Соотношения между величинами в континуальной модели являются только аппроксимациями исходных соотношений между их дискретными прообразами.

## 5. Учет связи между элементарными событиями

Для дальнейшего продвижения необходимо усложнение модели, то есть учет в статистике связи элементарных событий. На макроскопическом уровне в действие добавляются только слагаемые, описывающие электромагнитное взаимодействие. Тем самым в статистической модели электромагнитное взаимодействие описывает макроскопические статистические эффекты связи элементарных событий.

Рассмотрим электромагнитное слагаемое в форме прямого межчастичного взаимодействия (см., например, [14]). Запишем действие для электромагнитного взаимодействия двух точечных зарядов  $a$  и  $b$  в форме прямого межчастичного взаимодействия в пространстве Минковского

$$S_e(a, b) = -e_a e_b \int \delta(s^2(x_a, x_b)) \eta_{\mu\nu} dx_a^\mu dx_b^\nu, \quad (3)$$

где  $e_a$  и  $e_b$  – электрические заряды частиц,  $\eta_{\mu\nu}$  – метрический тензор пространства Минковского. Интегрирование ведется по координатам  $x_a^\mu$  и  $x_b^\nu$  обеих частиц. Под знаком интеграла стоит  $\delta$ -функция квадрата интервала  $s$  между точкой  $x_a$  на мировой линии частицы  $a$  и точкой  $x_b$  на мировой линии частицы  $b$ , так как электромагнитное взаимодействие осуществляется только между точками, находящимися на световых конусах друг друга. Пространство Минковского выбрано в качестве примера, так как в этом случае действие (3) имеет наиболее простой вид. Итоговое действие получается суммированием вкладов вида (3) по всем частицам. Если заряды  $e_a$  и  $e_b$  являются элементарными, то в используемой естественной системе единиц их произведение есть постоянная тонкой структуры  $\alpha$ .

Интеграл (3) можно интерпретировать как континуальную аппроксимацию подсчета числа фотонов, которыми обмениваются частицы. В модели

элементарных событий естественно предположить, что это число парных связей элементарных событий, соответствующих светоподобным интервалам.

Поскольку имеются заряды двух знаков, то часть слагаемых вида (3) положительна, а часть отрицательна. Такой вклад может быть связан с тем, что при подсчете числа элементарных событий, составляющих мировые трубки заряженных частиц, часть элементарных событий не учитывается, а часть учитывается дважды. При этом отношение числа учитываемых в статистике связей элементарных событий к общему числу элементарных событий равно постоянной тонкой структуры. Тем самым мы получаем статистическую интерпретацию этой постоянной. Эти утверждения могут рассматриваться как возможные гипотезы. Для их подтверждения необходимо построение динамики элементарных событий, следствием которой они могут являться.

### Заключение

Для дальнейшего развития модели необходимо сформулировать динамику. Задание динамики – это задание алгоритма, по которому заданное множество элементарных событий порождает новые элементарные события. Эта динамика должна порождать повторяющиеся процессы за счет самоорганизации. Простейшие повторяющиеся процессы должны идентифицироваться с времени-подобными мировыми линиями (точнее трубками) массивных частиц. При этом в терминах элементарных событий должны быть интерпретированы все квантовые числа, в том числе и электрический заряд, который порождает специальные связи элементарных событий, интерпретируемые как фотоны.

Только после построения частиц возможно построение континуального пространства-времени. Вложим множество элементарных событий в гладкое многообразие. Построение массивных частиц, как мировых линий повторяющихся процессов, и светоподобных связей элементарных событий задает систему локальных световых конусов на этом многообразии. Этого достаточно для построения континуального пространства-времени [15; 16]. Система световых конусов задает топологию. Светоподобные интервалы определяют метрику с точностью до локальных конформных преобразований, тем самым определяя причинность в пространстве-времени. Выбор некоторого повторяющегося процесса в качестве эталонных часов локально задает масштаб, однозначно фиксируя метрику. Отметим, что в рассматриваемой модели области пустого пространства-времени с нулевой скалярной кривизной вообще не содержат элементарных событий, то есть являются математической фикцией, порожденной континуальной аппроксимацией.

Сложным является вопрос о размерности пространства-времени. Одномерность времени задается причинностью. При наличии нескольких времениподобных измерений времениподобная мировая линия частицы может

гладко изменить направление во времени, что нарушает причинность. О причинах наличия трех пространственных измерений имеются различные гипотезы, обзор которых выходит за рамки настоящей работы.

Предлагаемая четырехмерная статистическая физика выглядит естественным развитием идей релятивистской физики. Можно только удивляться, что она не была сформулирована вскоре после создания общей теории относительности.

### Литература

1. Толмен Р. Относительность, термодинамика и космология. Изд. 2-е. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 520 с.
2. Круглый А. Л. К вопросу о релятивистских термодинамике и статистической физике // Высшая школа. Новые технологии науки, техники, педагогики: материалы Всероссийской научно-практической конференции «Наука – Общество – Технологии – 2018». Россия, Москва, 19–20 февраля 2018 г. М.: Московский Политех, 2018. С. 86–89.
3. Круглый А. Л. Статистика процессов и принцип наименьшего действия // XIV Международная конференция «Финслеровы обобщения теории относительности». FERT-2018: материалы конференции. Москва, РУДН, 25–28 октября 2018 г. М.: РУДН, 2018. С. 67–70.
4. Круглый А. Л. Действие в дискретной модели пространства-времени // Основания фундаментальной физики и математики: материалы V Российской конференции (ОФФМ-2021). М.: РУДН, 2021. С. 195–200.
5. Круглый А. Л. Четырехмерная статистическая физика в реляционном подходе // Основания фундаментальной физики и математики: материалы VI Российской конференции (ОФФМ-2022). М.: РУДН, 2022. С. 110–114.
6. Krugly A. L. Statistical Physics and Thermodynamics of Processes in General Relativity // Gravitation and Cosmology. 2020. Vol. 26, no. 2. P. 162–167.
7. 't Hooft G. Quantum gravity: a fundamental problem and some radical ideas // Recent Development in Gravitation: Proceedings of the 1978 Cargese Summer Institute. Plenum, New York/London, 1979. P. 323–345.
8. Myrheim J. Statistical Geometry. CERN preprint TH-2538. 1978.
9. Bombelli L., Lee J., Meyer D., Sorkin R. D. Space-time as a causal set // Physical Review Letters. 1987. 59. P. 521–524.
10. Владимиров Ю. С. Реляционная концепция Лейбница – Маха. М.: ЛЕНАНД, 2017. 232 с.
11. Круглый А. Л. Дискретная модель пространства-времени и бинарная предгеометрия Владимирова // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2019. № 2. С. 15–27.
12. Панов А. Д. Теорема Белла, вычислимость квантовой теории и относительность локального реализма // Метафизика. 2015. № 1 (15). С. 114–128.
13. Ландау Л. Д., Ливиниц Е. М. Статистическая физика. Ч. 1. Серия: Теоретическая физика. Т. V. Изд. 3-е. М.: Наука, 1976. 584 с.
14. Владимиров Ю. С., Турыгин А. Ю. Теория прямого межчастичного взаимодействия. М.: Энергоатомиздат, 1986. 136 с.
15. Hawkin S. W., King A. R., McCarthy P. J. A new topology for curved space-time which incorporates the causal, differential and conformal structures // Journal of mathematical physics. 1976. Vol. 17. P. 174–181.
16. Malament D. B. The class of continuous timelike curves determines the topology of space-time // Journal of mathematical physics. 1977. Vol. 18. P. 1399–1404.

## THE 4-DIMENSIONAL STATISTICAL PHYSICS IN A RELATIONAL PARADIGM\*

A.L. Krugly\*\*

*Scientific Research Institute for System Analyses of the RAS  
36, build. 1, Nahimovskiy Pr., Moscow, 117218, Russian Federation*

**Abstract.** The main model of the nonrelativistic statistical physics is the microstate at the moment of time. But in the relativistic case we cannot correctly define such microstate. We must consider a statistical physics of microstates in 4-dimensional volumes. The simple model of a finite set of point like elementary events is considered. The principle of least action means that the macroscopic process chooses the variant with maximum probability. Each elementary event has a low probability. Then the variant of process is most probable if it consists of the minimum of elementary events. An integral of a scalar curvature over a 4-dimensional volume is the number of elementary events. A mass of a particle is the number of elementary events in the unit of time. The electromagnetic terms in the action are the number of connections of elementary events.

**Keywords:** statistical physics, theory of relativity, principle of least action

---

\* The publication was carried out within the framework of the state task of the FSI SRISA RAS (Conducting basic scientific research (47 GP) on topic No. 0580-2021-0007 “Development of methods of mathematical modeling of distributed systems and correspondence of calculation methods,” Reg. № 121031300051-3).

\*\* E-mail: akrugly@mail.ru

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1-72-82

## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СПЕКТР ПЕРИОДОВ: ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ И ВРЕМЕННОЙ АСПЕКТЫ

**В.А. Панчелюга\***, **М.С. Панчелюга**

*Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН  
Российская Федерация, 142290, Московская обл.,  
г. Пущино, ул. Институтская, д. 3*

**Аннотация.** В работе обсуждается роль принципа Маха как теоретического базиса для универсальных спектров периодов, получаемых экспериментально. Следующая из данного принципа связь по принципу «все-со-всем» может быть положена в основу модели комплементарных фрактальных распределений или R-фрактала. Показано, что следующие из R-фрактала иррациональные фрактальные последовательности могут служить моделью универсальных спектров периодов, которые выступают в роли временного аспекта R-фрактала. Приведены примеры феноменов, которые представляют пространственный аспект R-фрактала, в частности икосаэдро-додекаэдрическая модель структуры Земли.

**Ключевые слова:** универсальный спектр периодов, флуктуации, принцип Маха, R-фрактал, комплементарные фрактальные распределения, золотое сечение, икосаэдро-додекаэдрическая структура Земли

### **Введение. Универсальный спектр периодов**

Начало рассмотренным ниже исследованиям было положено в работе [1], где с использованием локального фрактального анализа методом всех сочетаний [2] был найден спектр, периоды которого впоследствии были обнаружены в флуктуациях процессов различной природы. Поэтому данный спектр был назван нами «универсальный спектр периодов» (УСП). Так, например, одной из особенностей УСП является его «биологическая активность»: он обнаружен при анализе временных рядов флуктуаций параметров различных биологических систем: флуктуаций температуры мелких млекопитающих и птиц [3-4], хемилюминесценции планарий [5]. Очевидно, наиболее ярким свидетельством биологической активности УСП является его совпадение со спектром околичасовых периодов, отражающих практически все аспекты ритмики живых систем [6]. Довольно неожиданным проявлением универсальности данного спектра является его совпадение со спектрами периодов ряда астрофизических систем: периодами в спектрах астрофизических мазеров [7], вращательными периодами астероидов [8] и двойных звездных систем [9]. Результаты работ [1-9] в совокупности позволяют не только говорить

---

\* E-mail: victor.panchelyuga@gmail.com

об универсальности рассматриваемого спектра периодов, но и сделать предположение о его глобальной, космофизической обусловленности.

Важной особенностью УСП [1–9] является его фрактальный характер. Свойство фрактальности говорит о том, что набор частот данного спектра составляет единую самосогласованную систему, то есть в данном случае имеет место некоторый единый колебательный процесс. Об этом свидетельствует, например, спектр собственных колебаний Земли, для которого показано совпадение с УСП [1] и который, в силу его фрактальности, можно рассматривать как единый колебательный процесс, приводящий к существованию на поверхности Земли системы стоячих волн, экспериментально подтвержденной в [10]. Сфазированность многих космофизических циклов [11] также может говорить в пользу их фрактальности. Большое количество работ, относящихся к подобным циклам, рассмотрено в [12].

Таким образом, наличие УСП позволяет говорить о некотором глобальном колебательном процессе, который характеризуется 1) универсальностью, так как, проявляет себя в флуктуациях процессов любой природы; 2) фрактальностью; 3) глобальностью – встречается не только в земных, но и астрофизических процессах.

### Принцип Маха и УСП

Универсальность, фрактальность и глобальная проявленность УСП требуют для своего объяснения некоторую столь же универсальную и глобальную причину. Такой универсальной причиной, на наш взгляд, может служить принцип Маха, первоначально введенный Эйнштейном [13] как обусловленность сил инерции тел воздействием на них со стороны всей окружающей материи мира [14]. В дальнейшем данный принцип получил более общую трактовку как «...обусловленность локальных свойств материальных образований закономерностями и распределением всей материи мира» [15. С. 62] и в настоящее время может рассматриваться как связь по принципу «всё-со-всем», неявно предполагая мгновенную соотнесенность между любыми физическими объектами Вселенной.

Как известно, динамика любых природных систем, как правило, имеет периодический, колебательный характер – они могут рассматриваться как автоколебательные системы. Выполнимость принципа Маха означает, что все такие автоколебательные системы от микро- до мегамира являются связанными между собой. «Автоколебательный» характер динамики и наличие сколь угодно слабой связи между такими системами являются условиями для возникновения синхронизации – вхождения таких систем в синхронный кооперативный режим колебаний [16]. Следовательно, наличие связи «всё-со-всем» может рассматриваться как основа для некоторой глобальной синхронизации, результатом которой может быть наблюдаемый УСП [12].

Говоря о принципе Маха и связанной с ним глобальной синхронизацией нельзя не упомянуть работы А.М. Молчанова [17–18], который рассмотрел аналогичную задачу синхронизации Солнечной системы в предположении,

что между ее телами, рассматриваемыми как совокупность слабо связанных, длительное время эволюционировавших осцилляторов (автогенераторов), существуют слабые диссипативные силы. Благодаря этому в процессе своей эволюции они выходят на некоторый кооперативный режим, когда между характеризующими их частотами устанавливаются целочисленные соотношения и все колебания в системе оказываются синхронизованными. Такой выход на кооперативный синхронный режим часто называют «принципом максимальной резонансности», гласящим, что любая динамически зрелая система всегда выходит на синхронный режим колебаний. Таким образом, как отмечалось в [19], принцип «максимальной резонансности» – тотальной синхронизации А.М. Молчанова отражает фундаментальную особенность нашего мира и для Вселенной в целом синонимичен принципу Маха.

Гипотеза А.М. Молчанова о «максимальной резонансности» Солнечной системы была рассмотрена нами в [19] для периодов в диапазоне «десятки суток – десятки лет», а в работе [20] рассмотрены признаки резонансности для более коротких периодов. Суммируя [19–20], можно заключить, что принцип максимальной резонансности А.М. Молчанова работает не только для гравитирующих тел Солнечной системы, но и систем самой различной качественной природы, которые характеризуются периодами сутки и менее. Отмеченные в [20] синхронизмы в области коротких периодов предположительно требуют связь по принципу «всё-со-всем», характерную для принципа Маха.

### **Принцип Маха и R-фрактал**

Следуя принципу максимальной резонансности и исходя из выполнимости принципа Маха, мы можем предположить, что любые процессы во Вселенной должны находиться в некотором кооперативном колебательном режиме. Наличие такого колебательного режима имеет своим немедленным следствием возникновение единого универсального спектра пространственно-временных структур, частным случаем которых будет существование универсального спектра периодов, который

1) должен проявлять себя на различных масштабах от микро- до мегамира;

2) должен быть универсальным, то есть проявлять себя для систем различной качественной природы (физических, химико-биологических, астрономических и т.д.);

3) должен демонстрировать свойство самоподобия или фрактальности, что является следствием единого кооперативного режима колебаний.

Существование такого единого колебательного процесса, как правило, всегда связано с явлением резонанса.

В работе [12] предлагается достаточно общая модель возникновения УСП, основанная на двух очевидных положениях: 1) определении резонанса как рационального отношения; 2) предположении о том, что любая реальная физическая система является грубой, то есть такой, параметры которой всегда

подвержены неустранимым флуктуациям, и поэтому они принципиально не могут быть определены с бесконечной точностью.

Как известно, две системы с собственными частотами  $p$  и  $q$  находятся в состоянии резонанса, если отношение данных частот  $r$  является числом рациональным, и мы говорим о невозможности резонанса, если  $r$  принадлежит множеству иррациональных чисел.

Данное определение резонанса имеет своим следствием два парадокса, которые подробно рассмотрены в [12; 21]. Причина парадоксов кроется в том фундаментальном обстоятельстве, что  $p$  и  $q$  не могут быть определены с бесконечной точностью, необходимой для различения рационального и иррационального отношения, даже если в нашем распоряжении имеется идеальный прибор, не имеющий ошибок измерения. Увеличивая точность измерений  $p$  и  $q$ , мы в некоторый момент обнаружим, что результаты измерений подвержены неустранимым флуктуациям. По этой причине любое измерение является «грубым» и имеет своим результатом конечное рациональное число.

В то же время в окрестности любого рационального числа существует бесконечно много иррациональных чисел. По этой причине любая сколь угодно малая флуктуация приведет к нарушению условия принадлежности  $r$  к множеству рациональных чисел. Тем не менее практический опыт свидетельствует, что явление резонанса существует. Так же, как и то, что для определенных  $r$  резонанс отсутствует.

Второй парадокс – известный из практики факт, что резонанс легче возникает для случаев, когда  $p$  и  $q$  – малые натуральные числа, расположенные в самом начале числовой оси.

Данные парадоксы подробно рассмотрены в [12] в рамках модели, предлагающей последовательное рассмотрение резонанса с учетом грубости физической системы. Результатом этого рассмотрения является вывод о существовании двух комплементарных фракталов, один из которых основан на множестве рациональных чисел, другой – на множестве иррациональных чисел. Так как суммарно областью определения рассматриваемых комплементарных фракталов является множество действительных чисел  $\mathbb{R}$ , то для краткости будем называть их  $\mathbb{R}$ -фрактал.

В то время как «рациональный» фрактал отвечает за резонансное взаимодействие между частями системы, «иррациональный» – за отсутствие резонанса, чему соответствуют условия максимальной устойчивости структуры некоторой сложной природной системы. Максимальная устойчивость достигается, когда отношение параметров системы ближе всего к золотому сечению. В силу этого параметры реальных природных систем, как правило, связаны именно с иррациональным фракталом строение которого основано на золотом сечении.

В табл. 1 приведены значения УСП-периодов, полученные на основе анализа временных рядов флуктуаций скорости альфа-распада (Р/Р) [1] и рядов флуктуаций температуры мелких млекопитающих и птиц (ФТЖ) [9]. Для сравнения во втором столбце табл. 1 даны значения последовательностей,

вычисленных на основе первых четырех золотых сечений. Видно хорошее совпадение значений R-фрактала со значениями УСП-периодов.

Таблица 1

Сравнение УСП и R-фрактала

№	R-фрактал	УСП (мин)	
		ФТЖ [9]	P/P [1]
1	13, 14, 15	13	13.8
2	19, 20, 21	20	21.3
3	26	26	25
4	28		27.5
5	34	33	32
6	36	37	
7	41		40
8		44	43
9	45		46
10	50	51	51
11	55	57	55.8
12	60	62	60.7
13	69	68	68.3
14			73
15		74	75.5
16	80	80	80
17		85	85.5
18	88, 89		
19	95	94	95
20		101	99.8
21	106	109	106.3

Совпадение УСП и значений R-фрактала, отмеченное в табл. 1, можно рассматривать как экспериментальное свидетельство полученного в модели [12] и рассмотренного выше принципа максимальной устойчивости природных систем. При этом УСП мы можем рассматривать как временной аспект R-фрактала. В следующем разделе рассматривается ряд примеров, которые иллюстрируют его пространственный аспект.

### Лабораторные и геофизические проявления R-фрактала

Хорошей иллюстрацией проявления пространственного аспекта R-фрактала в лабораторном эксперименте дают исследования М.С. Радюка [22], в которых исследовалась скорость оседания гомогената листьев растений. Было обнаружено, что процесс оседания неоднороден и связан с возникновением бугорков – областей в которых скорость оседания выше, чем в целом по кювете (рис. 1а). Автор отмечает, что «... в пределах физических объектов и

вокруг них существует некий фактор неизвестной природы, оказывающий существенное влияние на скорость протекания различных биологических и физических процессов» [23]. Данный фактор очень слабый, и только благодаря механизмам автоусиления, «работающим» в гомогенате листьев растений [24], происходит формирование бугорков (рис. 1б).

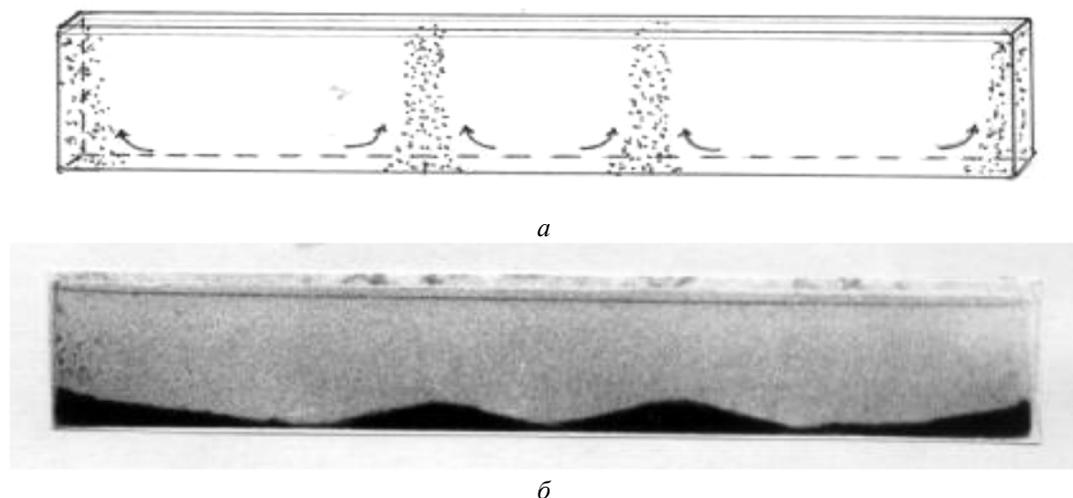


Рис. 1. Схема возникновения неоднородностей гомогената листьев в кювете на первом этапе агрегации его частиц (а), снимок осадка гомогената (б) [22]

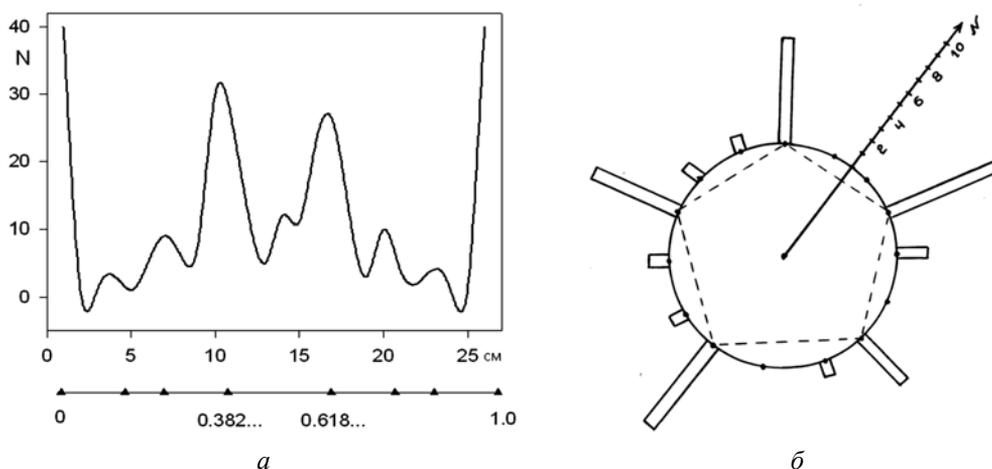


Рис. 2. Спектр распределения бугорков осадка гомогената по длине кюветы (а) и круговая гистограмма распределения сосудов с гомогенатом листьев, расположенных по кругу, по числу случаев, когда скорость денатурации гомогената в них была выше чем в соседних сосудах (б) [22]

Оказалось, что процесс формирования бугорков не является случайным, как можно было бы ожидать. Как отмечает сам автор: «По результатам большого числа экспериментов был построен спектр распределения бугорков осадка гомогената по длине кюветы. Анализ этого распределения показал, что

его максимумы приходятся на края кюветы и точки деления кюветы в пропорции золотого сечения (рис. 2а). Между основными максимумами выявляются более мелкие. Интересно, что они расположены по тому же принципу, что и основные, то есть соответствуют точкам деления отрезка между двумя основными максимумами в пропорции золотого сечения, что свидетельствует о фрактальном характере данного явления» [25. С. 41–43].

Касаемо вышеприведенной цитаты, хотелось бы особо подчеркнуть, что описанный механизм формирования экспериментального распределения, представленного на рис. 2а, в точности воспроизводит модельный алгоритм построения иррациональной части R-фрактала [12].

Аналогичная картина деления отрезка в пропорции золотого сечения наблюдается, когда вместо кювет используются сосуды, выстроенные в линию. В том же случае, когда сосуды с гомогенатом располагаются по окружности, максимальная скорость оседания наблюдается в сосудах, которые образуют вершины вписанного в окружность пятиугольника. На рис. 2б в качестве примера приведена круговая гистограмма, отражающая скорость оседания гомогената для сосудов, расположенных по кругу. То есть в данном случае также проявляет себя золотая пропорция, «зашитая» в симметрии пятого порядка.

Размышлениям над феноменом золотого сечения посвящена большая часть работ М.С. Радюка [22; 26–28]. Свое видение данного феномена он сформулировал, в частности, в работе [28], где на примерах процессов филлотаксиса и ступенчатого развития фотосинтетического аппарата растений высказано предположение, «...что золотая пропорция является следствием принципа максимальной простоты (оптимальной конструкции), реализующегося в этих объектах через свойство самоподобия (минимум отношений между целым и его частями), свойственного для классической золотой пропорции» [28].

При этом, как уже отмечалось выше, первичным является свойство пространства материальных объектов («гало» физических объектов [29]) или свойство пространства, в которое «вписаны» материальные объекты. В последнем случае пространство каждого из исследованных в эксперименте объектов или систем объектов должны быть вписаны в пространство Земли, и этому вмещающему пространству должны быть присущи все те свойства, которые наследуют экспериментальные системы в описанных выше экспериментах. Как ни удивительно, но именно такая картина наблюдается в реальности. Наиболее полно она выражена в модели икосаэдро-додекаэдрической структуры Земли (ИДСЗ), в строении которой, так же как и в рассмотренных экспериментах М.С. Радюка, «зашията» пропорция золотого сечения.

Многочисленные попытки сравнения Земли с кристаллическими фигурами известны со времен Пифагора и Платона [30]. Уже в то время считалось, что сфера Вселенной возникла из додекаэдра, а один из пифагорейцев, Гиппас, разгласил тайну о том, что шар можно покрыть двенадцатью равными пятиугольниками [31].

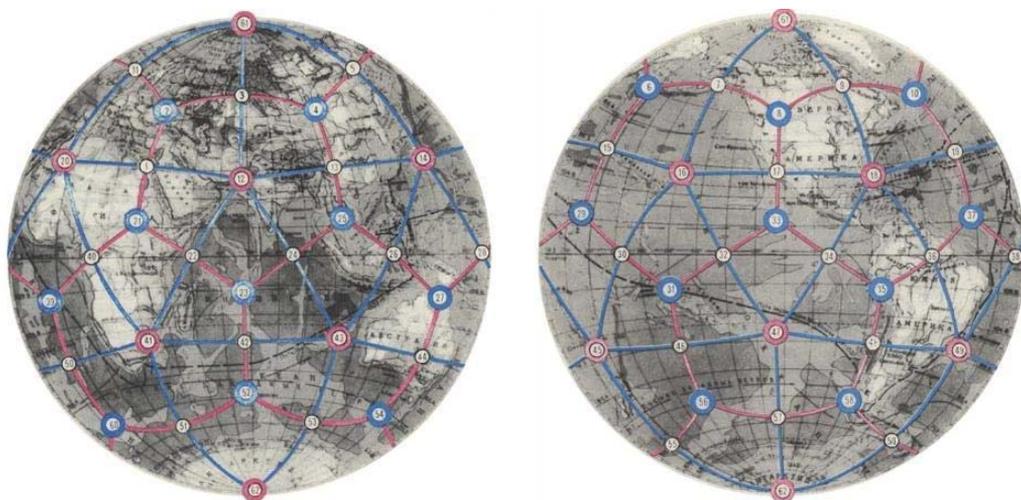


Рис. 3. Икосаэдро-додекаэдрическая структура Земли

В начале XIX века геолог Эли де Бомон и математик Пуанкаре пришли к выводу о трансформации земной оболочки в додекаэдрическую форму.

Через 100 лет после Эли де Бомона в 20-е годы прошлого века модель Земли в виде совмещённых многогранников с симметрией пятого порядка – додекаэдра и икосаэдра – предложил российский исследователь, заслуженный изобретатель СССР Степан Иосифович Кислицын. Хотя ряд авторов отмечает идейное влияние де Бомона на С.И. Кислицына [31], координатная привязка многогранников у Кислицына иная, чем у Бомона. Положение икосаэдра им получено из анализа расположения крупнейших мировых месторождений алмазов, которые, как он предполагал, должны быть приурочены к его вершинам. Интересно отметить, что из двенадцати алмазоносных центров, намеченных С.И. Кислицыным, только пять остались неоткрытыми.

В начале 1970-х – 1980-е годы Н.Ф. Гончаровым, В.А. Макаровым и В.С. Морозовым была построена планетарная икосаэдро-додекаэдрическая система Земли (ИДСЗ) (рис. 3), названная «энергетическим каркасом Земли». С узлами и рёбрами каркаса они связывали эволюцию геосферы, биосферы и Человечества. Не имея возможности в рамках настоящей статьи обсуждать многочисленные работы данных авторов, отметим, что они связывают с узлами и ребрами ИДСЗ: 1) тектоническое строение земной коры; 2) вулканическая и сейсмическая активность; 3) аномалии магнитного поля; 4) все мировые центры максимального и минимального атмосферного давления; 5) постоянные районы зарождения ураганов; 6) крупные залежи полезных ископаемых; 7) влияние на биосферу планеты; 8) древние очаги культур – Древний Египет (пирамиды точно в одном из узлов), протоиндийская цивилизация (Мохенджо-Даро), Северная Монголия и др.

Авторы [31–32] считают, что в теле планеты существует силовой каркас неизвестной природы, который также имеет симметрию икосаэдра и додекаэдра. Данный каркас действует не только на земную кору, но и на гидросферу, атмосферу, биосферу, магнитное и гравитационное поле Земли. Узлы ИДСЗ

подобны выходам своеобразных «силовых осей» планеты, определяющих ее силовой каркас. Они связывают данный силовой каркас с внутренним ядром Земли в форме додекаэдра-икосаэдра – геокристаллом, который своим ростом наводит ту же симметрию во всех оболочках планеты.

Несмотря на то, что гипотеза геокристалла объясняет многие геофизические феномены, на наш взгляд, она не дает объяснения, например, приведенным выше лабораторным экспериментам М.С. Радюка, а также многим феноменам, наблюдаемым в рамках Солнечной системы, в которых проявляет себя золотое сечение. В данном случае похоже, что Земля, в свою очередь, «вписана» в пространство Солнечной системы и наследует присущие ему особенности.

### Заключение

Исходя из вышеизложенного, можно заметить, что просматривается определенный параллелизм между рассмотренными свойствами УСП (универсальность, фрактальность, глобальность) и проявлением пространственных отношений, связанных с золотым сечением как для лабораторных, так и природных систем. Основа отмеченного параллелизма, на наш взгляд, состоит в том, что как временная (УСП), так и пространственная (распределения на рис. 2), икосаэдро-додекаэдрическая структура Земли (см. рис. 3), являются следствием принципа максимальной устойчивости структуры или минимальной резонансности [12]: любая природная система в ходе своей эволюции стремится организовать свою структуру таким образом, чтобы ее параметры соответствовали иррациональным максимумам R-фрактала, то есть достигали максимальной устойчивости. Именно в этом нам видится причина повсеместной распространенности систем, организованных по принципу золотого сечения.

В то же время исходные положения модели R-фрактала основываются на декларируемой принципом Маха резонансной связи по типу «всё-со-всем», которая в конечном итоге становится тем организующим началом, что приводит к существованию рассмотренных в работе феноменов.

### Литература

1. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* Локальный фрактальный анализ шумоподобных временных рядов методом всех сочетаний в диапазоне периодов 1–115 мин // *Биофизика*. 2015. Т. 60, вып. 2. С. 395–410.
2. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* Фрактальная размерность и гистограммный метод: методика и некоторые предварительные результаты анализа шумоподобных временных рядов // *Биофизика*. 2013. Т. 58, вып. 2. С. 377–384.
3. *Диатроптов М. Е., Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* Динамика температуры тела у мелких млекопитающих и птиц в 10-120-минутном диапазоне периодов // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2020. Т. 169, № 6. С. 706–711.
4. *Диатроптов М. Е., Панчелюга В. А., Панчелюга М. С., Суков А. В.* Околочасовые ритмы температуры тела у млекопитающих и птиц с разным уровнем обмена веществ // *Доклады российской академии наук. Науки о жизни*. 2020. Т. 494, № 1. С. 472–476.

5. *Panchelyuga V. A., Tiras Kh. P., Novikov K. N., Panchelyuga M. S., Nefedova S.E., Seraya O. Yu.* On universal nature of periods spectrum in time series of planaria chemiluminescence // CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2763. P. 61–63. [https://doi.org/10.30987/conferencearticle\\_5fce2772a65345.94638332](https://doi.org/10.30987/conferencearticle_5fce2772a65345.94638332)
6. *Панчелюга В. А., Панчелюга М.С.* О возможной внешней обусловленности спектра около-часовых периодов // Актуальные вопросы биологической физики и химии. 2021. Т. 6, № 3. С. 393–399.
7. *Siparov S., Samodurov V., Laptev G.* Origin of observed periodic components in astrophysical maser's spectra // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2017. 467. P. 2813–2819.
8. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* О совпадении спектра периодов в флуктуациях скорости альфа-распада со спектром вращательных периодов астероидов // Материалы XV Международной конференции «Финслеровы обобщения теории относительности» (FERT-2019) / ред. Д. Г. Павлов, В.А. Панчелюга. М.: 11-й формат, 2019. С. 27–29.
9. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С., Лесных В. Н.* О совпадении вращательных периодов двойных звездных систем с периодами в флуктуациях процессов различной природы // Известия института инженерной физики, 2021. № 4. С. 2–5.
10. *Селюков Е. И., Стигнеева Л. Т.* Краткие очерки практической микрогеодинамики. СПб.: Питер, 2010. 176 с.
11. *Коломбет В. А., Лесных В. Н., Панчелюга В. А.* Универсальный спектр утраивающихся периодов // Метафизика. 2021. № 4. С. 98–106.
12. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* Принцип Маха и универсальный спектр периодов: комплементарные фрактальные распределения как следствие рациональных и иррациональных отношений между частями целостной системы // Метафизика. 2021. № 2. С. 39–56.
13. *Эйнштейн А.* Принципиальное содержание общей теории относительности // Собр. научных трудов. Т. 1. М.: Наука, 1965. С. 613–615.
14. *Владимиров Ю. С.* Реляционная картина мира. Кн. 1: Реляционная концепция геометрии и классической физики. М.: ЛЕНАНД, 2021. 224 с.
15. *Владимиров Ю. С., Терещенко Д. А.* Развитие представлений о принципе Маха // Метафизика. 2019. № 1 (31). С. 62–74.
16. *Пиковский А., Розенблюм М., Куртс Ю.* Синхронизация: Фундаментальное нелинейное явление. М.: Техносфера, 2003. 496 с.
17. *Molchanov A. M.* The resonant structure of the Solar system. The law of planetary distances // Icarus. 1968. Vol. 8, N 1/3. P. 203–215. [https://doi.org/10.1016/0019-1035\(68\)90074-2](https://doi.org/10.1016/0019-1035(68)90074-2)
18. *Молчанов А. М.* Гипотеза резонансной структуры Солнечной системы // Пространство и время. 2013. № 1 (11). С. 34–48.
19. *Владимирский Б. М., Панчелюга В. А.* Максимальная резонансность Солнечной системы – полвека размышлений и дискуссий // Метафизика. 2021. № 4 С. 107–118. <https://doi.org/10.22363/2224-7580-2021-4-107-118>
20. *Владимирский Б. М., Панчелюга В. А.* Принцип «максимальной резонансности» Солнечной системы А. М. Молчанова: область коротких периодов // Метафизика. 2022. № 1. С. 71–83. <https://doi.org/10.22363/2224-7580-2022-1-71-83>
21. *Домбровский К., Станюкович К.* Распределение чисел и резонанс // Метафизика. 2021. № 4 (42). С. 119–158.
22. *Радюк М. С.* Золотая пропорция и неоднородность пространства некоторых линейных объектов // Циклы природы и общества. Ставрополь, 1995. 8 с.
23. *Радюк М. С.* «Гало» физических объектов: некоторые свойства и возможная природа // Квантовая магия. 2007. Т. 4, вып. 4. С. 4107–4115.
24. *Радюк М. С.* Пространственная неоднородность воды // Квантовая магия. 2008. Т. 5, вып. 2. С. 2183–2191.

25. Радюк М. С. Эффект «неоднородности» пространства в биологических и физических процессах // Квантовая магия. 2006. Т. 3, вып. 4. С. 4141–4155.
26. Радюк М. С. Золотая пропорция в структуре хлоропластов высших растений // Изв. АН СССР, Сер. Биологическая. 1987. № 5. С. 774.
27. Радюк М. С. Второе золотое сечение (1,465...) в природе. URL: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8911.html>
28. Радюк М. С. О биологической сущности золотого сечения // Журнал общей биологии. 2001. Т. 62, №5. С. 403–409.
29. Радюк М. С. «Гало» физических объектов: некоторые свойства и возможная природа // Квантовая магия. 2007. Т. 4, вып.4. С. 4107–4115.
30. Епифанов В. А. Космогонические и структурные версии состава земного ядра // 5-е Кудрявцевские Чтения – Всероссийская конференция по глубинному генезису нефти и газа. Москва, ЦГЭ, 17-19 октября 2016. 6 с.
31. Гончаров Н. Ф., Морозов В. С., Макаров В. А. Земля – большой кристалл? // Химия и жизнь. 1974. № 3. С. 34–38.
32. Макаров В. А. Строение земной коры, как результат функционирования силовых каркасов Геокристалла // Русская Мысль. 2010. № 1–12.

## SPATIAL AND TEMPORAL ASPECTS OF UNIVERSAL PERIODS SPECTRUM

V.A. Panchelyuga\*, M.S. Panchelyuga

*Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of RAS  
3 Institutskaya St, Pushchino, Moscow Region, 142290, Russian Federation*

**Abstract.** The paper discusses the role of the Mach principle as a theoretical basis for the universal spectra of periods obtained experimentally. The connection following from this principle according to the “all-to-all” principle can be used as the basis for the model of complementary fractal distributions or R-fractal. It is shown that the irrational fractal sequences following from the R-fractal can serve as a model of the universal spectra of periods, which act as the temporal aspect of the R-fractal. Examples of phenomena that represent the spatial aspect of the R-fractal are given, in particular, the icosahedral-dodecahedral model of the Earth’s structure.

**Keywords:** universal spectrum of periods, fluctuations, Mach principle, R-fractal, complementary fractal distributions, golden section, icosahedral-dodecahedral structure of the Earth

---

\* E-mail: [victor.panchelyuga@gmail.com](mailto:victor.panchelyuga@gmail.com)

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1-83-100

## КОСМОГЕННЫЙ ИМПЕРАТИВ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМЛИ

В.В. Параев\*

*Институт геологии и минералогии имени В.С. Соболева СО РАН  
Российская Федерация, 630090, Новосибирск-90, Просп. Акад. Коптюга, д. 3*

**Аннотация.** Слово «эволюция» часто употребляют как термин свободного пользования либо без должного обоснования даже и в научной литературе (как модное украшение), что приводит к досадным недоразумениям. С научных позиций понятие «эволюция» в обобщённом виде означает необратимое и (в известной мере) направленное развитие. В силу всеобщей связи явлений Природы решение вопроса о движущих силах эволюции, их механизме следует искать в плоскости тесной взаимосвязи фундаментальных отношений единства в ряду «Земля – Солнечная система – Космос». Все объекты этой грандиозной системы («малые» и «большие») связаны между собой опосредованным единством функциональности. Суммарное действие всех видов излучений, силовых полей и энергий, циркулирующих между космическими объектами (как вселенский океан взаимовлияний), представляет собой единое поле энергоинформационного обмена, которое также отождествляют с действием «Мировой энергии».

**Ключевые слова:** эволюция, вселенский океан взаимовлияний, энергоинформационный обмен, движущие силы эволюции

### Вместо предисловия

Человеческий язык (в устной речи или письменном изложении) – это главный инструмент общения и способ, с помощью которого распространяется познание окружающей действительности. По мере накопления знаний развиваются научно-философские воззрения, формируется своеобразный «научный язык» с речевыми оборотами со специфической терминологией и фразеологией. В оценку окружающей действительности вводятся абстрактные понятия (например, *физическое поле, информация, энергия, энтропия*, или *эволюция* и т.д.). Они никогда не входили в мышление людей прошлых эпох, опирающихся на конкретику и наглядные природные ассоциации. Абстрактные понятия, как и специфические термины, не имеют эквивалентных аналогов в лексической системе прошлого. Они и теперь нередко остаются понятными только узкому кругу специалистов.

Вместе с тем наука – это не единый монолит, а лишь совокупность отдельных независимых между собой отраслей человеческой деятельности.

---

\* E-mail: paraev@igm.nsc.ru; vladilenparaev@yandex.ru

Каждая отрасль науки редко выходит за рамки своих интересов, озвучивая результаты в расчёте лишь на подобных себе профессионалов. Можно сожалеть, что научные идеи не оформляются общедоступным языком. Отраслевой язык со специфической терминологией, понятной лишь узкому кругу специалистов, – заметное препятствие к выработке общих задач естествознания. Пока можно лишь констатировать, что **язык, речь, слово** до сих пор остаются важнейшим орудием, инструментом, посредством которого осуществляется общение. Язык и в наши дни – главный источник и носитель информации. В словах скрывается сила, способная **неограниченно влиять на мышление и сознание людей**.

Складывается парадоксальная ситуация – современное естествознание в общем виде скорее напоминает «частно-огородные делянки», чем цельное единое поле знаний. Причина видится не только в том, что у физиков, химиков, биологов или геологов свой мир научных интересов, свои цели и задачи, свои объекты и методы исследования, разобщающие их. У каждой дисциплины свои специфические языки, различающиеся по характеру и стилю изложения, непонятные «чужакам», что служит главным препятствием для взаимопонимания. Удивительно то, что даже близкие научные направления (даже в рамках одной дисциплины) порой оказываются непримиримыми противниками. Не могут договориться об однозначном толковании применяемой терминологии, о сущности её понимания. Наглядным примером служит термин «**эволюция**», который стал часто употребляться без должного обоснования, как «модное украшение» даже в научной фразеологии, что приводит к досадным недоразумениям.

«*Научный язык*» (или стиль изложения) отличается не только функционально от публицистического, когда повествование ведётся в свободном стиле на основе общедоступных слов и выражений. Главное предназначение языка в науке сводится к структурированию информации. Построение научного текста характеризуется своей логической последовательностью от начала и до конца и может быть даже упрощено до степени формализма (например, логичность может быть выражена последовательностью математических или физических формул). Таким образом, язык становится также способом передачи структурированной информации. Основное требование к научному языку – он должен быть по возможности лаконичным, а его смысл предельно однозначным.

Научный термин также должен обладать высшей степенью **однозначности**. Она указывает на связь термина с логико-понятийной системой данной области знания и лексической системой литературного языка. Многозначность, многовариантность (*полисемия*) недопустима – она создаёт путаницу, мешает научному общению. «*Если бы люди могли договориться о значении слов, человечество избавилось бы от половины своих заблуждений*», – утверждал Рене Декарт.

Всезнающий «Яндекс» уверяет, что термин «эволюция» впервые употребил и ввёл в научный оборот в 1762 году Ш. Бонне (1720–1793) – швейцарский натуралист и философ. Он «предложил расположить все тела

природы – от минералов до человека, с учётом усложнения их строения – в виде единого восходящего ряда – „лестницы существ“, где все объекты связаны между собой незаметными переходами и образуют единую цепь».

«Эволюция» (лат. *evolution* – *развёртывание*) используется часто как термин свободного пользования. Он включает представления об изменениях в Природе и обществе с точки зрения *развития*. Им обозначают также представления о постепенных и непрерывных качественных и количественных изменениях в отличие от *революции*.

Исторически термин «эволюция» окончательно вошёл в оборот научного языка после публикации в 1859 году книги Дарвина «*Происхождение видов путём естественного отбора*». Она стала по сути основой совершенно нового учения не только в области естествознания, но и во всей научно-философской мысли.

С тех пор термин «эволюция» стал активно эксплуатироваться, но часто без должных пояснений не только в отношении к преобразованиям живой природы (ради чего он и был введён). Его стали употреблять даже в самых неожиданных ситуациях, приписывать явлениям, не связанным с процессами **направленного и необратимого** развития (*последовательных изменений во времени*) – главных и определяющих признаков эволюции. Научная этика вроде бы не позволяет произвольно на свой лад менять смысл ранее закреплённых понятий. Изменения допустимы, если они дополняют, углубляют, поясняют смысл и способствуют дальнейшему их развитию. К сожалению, этими научными принципами нынче стали всё чаще пренебрегать [15]. Без учёта названных положений любое другое употребление термина «эволюция» (в ином понимании без должного обоснования) не может считаться научным понятием. Это принятое в науке правило, к сожалению, нередко ещё игнорируется. Его безосновательное употребление неизбежно переходит в разряд популизма и спекуляции научной фразеологией.

Итак, исследования и рассуждения об эволюции (как *развёртывание* – с точки зрения *развития*) требуют анализа необратимых изменений, последовательно фиксируемых по вектору времени с указанием предполагаемого механизма и природы движущих сил эволюции.

### К вопросу понятия «эволюция Земли»

Проблема формирования Земли обычно сводится к начальным этапам её зарождения. Доминирующая современная гипотеза опирается на представление о происхождении планет Солнечной системы из газопылевого облака – одного из элементов галактической среды. Такой механизм гравитационной сепарации с физической точки зрения вполне реален и не вызывает серьёзных возражений. Ему просто нет какой-либо достойной альтернативы. В вопросах происхождения Земли мы также придерживаемся версии рождения планеты из газопылевого облака холодного космического вещества [11; 12].

С общенаучных позиций эволюция (в масштабе планеты) – это односторонний процесс, протекающий в строгом соответствии с *правилами*

консенсуса сосуществования смежных систем, когда эгоистические притяжения отдельных систем, приводящие к дисбалансу, вызывают адекватные реакции со стороны «соседей» [13]. В обобщённом понимании *эволюция Земли* представляет собой результат сочетания различного ранга геологических процессов и явлений, которые *функционально взаимосвязаны* между собой как стройная *согласованность одного – более грандиозного – процесса* (история становления планеты). Эволюция Земли выражается не только в изменении вещественного состава (включая биосферу), но и в комплексном преобразовании конфигураций главных структурных элементов земной коры – материков и океанов, их географического положения (то есть общего лика Земли) [17].

Прошлое планеты зафиксировано и хранится в геологической летописи – в эпохах её становления. В истории Земли периоды спокойного течения событий чередуются с всплесками её активности. Периодичность – это закономерность всех эволюционных преобразований земного вещества. Периодичность – это результат ритмичности переходов «*причины*» в «*следствие*». Размеренность осадочного породообразования периодически прерывается геологическими катаклизмами. В биосфере происходит непрерывный процесс исторического изменения живого вещества – гибель одних видов дискретно сменяется расцветом других.

Заметим, что в основе земных преобразований лежат ещё и проблемы, далеко выходящие за рамки самой планеты. Земля – это небесное тело, кроме того, живёт ещё самостоятельной жизнью, подчиняясь, прежде всего, воздействию и силе (в рамках физических законов), связанных с её ролью спутника Солнечной системы. И решение вопросов о природе движущих сил эволюции, их механизме следует искать в плоскости тесной взаимосвязи фундаментальных отношений в связке *Земля – Солнечная система – Космос*. Элементы этой последовательности связаны между собой опосредованным единством функциональности. Здесь не может быть разграничений между «малыми» и «большими» объектами. Все они включены в единый процесс абсолютной взаимосвязи, являясь членами грандиозной системы, называемой Космос. Не только планета, но и само человечество с его Разумом, ставшее важнейшей частью биосферы, порождены (материализовались) в недрах Космоса как продукт его многообразия.

Ещё со времён Дарвина утвердилось положение, что если жизнь зародилась на Земле, то все организмы должны как бы иметь *единого предка* (принцип *монофилии*), а со временем (в зависимости от изменений условий окружающей среды) постепенно видоизменяться. В этом случае основную причину эволюционных преобразований связывают с изменениями в связке «Земля – Солнце». Земные условия обитания являются следствием совокупного воздействия разнообразных физических сил, полей, излучений в первую очередь, конечно, Солнца и динамики его пульсаций как главного источника энергии многих земных процессов, в том числе биосферных [13].

Глобальный тектогенез со всеми своими проявлениями — это следствие *центробежно-инерционного механизма перемещения литосферных плит*,

который обусловлен *планетарным движением Земли* [10]. Подобный механизм универсален для всей Солнечной системы в целом и действует на протяжении всей её истории. Он относится к механизмам более высокого ранга и довлеет на Земле над другими природными процессами. Согласно закону всеобщей связи явлений Природы, динамика существования самого Солнца (составного элемента Млечного Пути) также в полной мере зависит от воздействия на него галактических неоднородностей, встречающихся ему на орбитальном пути.

Исследования столь широкого спектра проблем выходят за рамки компетенции какой-либо одной конкретной науки (физики, биологии, геологии или других наук о Земле). Они представляют собой уже некий общенаучный – междисциплинарный интерес. Всестороннее восприятие подобных материалов, по заключению В.И. Вернадского [2], доступно лишь с помощью их тесной связи с философией. Только через философское осмысливание возможно систематизировать разноплановые научные знания.

Нерешёнными до конца остаются философско-научные вопросы о «*пространстве*» и «*времени*», ритмичности переходов «*причин*» в «*следствие*». Требуют особого внимания и разбирательства вопросы о мотивации, механизме, о природе движущих сил эволюции.

Предлагаемая тема принадлежит скорее к области философского осмысливания, чем к наукам точным. Разбираясь в этом необычайно сложном вопросе, нельзя избежать отступлений, дополнений и пояснений, которые могут казаться второстепенными и несущественными. Однако без этих дополнительных пояснений и отступлений обсуждение сложной темы не сможет выйти на должный уровень понимания. Все вводимые по ходу изложения дополнительные понятия и определения оправданы и необходимы. Они придадут нужную направленность восприятия, создавая характер реальности.

### **Базис космологической идеологии**

Решению вопросов эволюции Земли свойственна радикальность, когда исследуется *причинная связь*, присущая всему миропорядку в целом. Земля – это неотъемлемый элемент окружающего Мироздания. Её становление и развитие должны полностью подчиняться единому космическому принципу существования (беспрерывной череды «*причин*» и «*следствий*»), как в рамках Солнечной системы, так и Галактики в целом.

Мы опираемся на представление о всеобщей связи явлений природы – на *принцип обусловленности* (или *принцип каузальности*). Он гласит: каждое событие имеет свою исходную *причину* и одновременно само служит причиной другого (последующего) явления. «*Причина*» в общем случае понимается как «*то*», без чего не было бы «*другого*», то есть *действия* (следствия). Она воспринимается как явление (процесс, объект), которое что-то делает и вызывает ответную реакцию (действие) в смежных элементах природной системы. Такое понимание роли *причины* приводит к представлению о ней как о *силе*, способной в результате своей деятельности вызывать некоторые изменения.

Опираясь на *принцип каузальности*, приходим к *функциональному*<sup>1</sup> пониманию причины. Имеется в виду, что действующая причина не могла возникнуть в свою очередь без своей причины, и сама она вызывает следствие через своё изменение. Коротко говоря, *причина – есть изменение, вызывающее другое изменение* (действие).

*Причина и следствие (действие)* образуют непрерывную цепь во времени, которая трассируется из *прошлого*, проходя через *настоящее*, и уходит в *будущее*. Иными словами, взаимосвязь «*причина → следствие*» может быть оценена через параметры классической механики: *время, путь, скорость*. Обозначенные положения связки *причины и действия* в соответствии с законами классической механики переводят решение фундаментальных проблем геологии в разряд междисциплинарных или общенаучных.

В истории науки (опираясь на законы термодинамики) обсуждался в своё время весьма нашумевший вывод о том, что все виды энергии во Вселенной в конце концов должны перейти в энергию теплового движения, которая равномерно распределится по веществу Вселенной, после чего в ней прекратятся все макроскопические процессы. Этот вывод был сформулирован Р. Клаузиусом (1865) на основе второго начала термодинамики и стал известен как «*тепловая смерть*» Вселенной. Несоответствие этого вывода экспериментальным (наблюдаемым) реалиям сразу же вызвало многочисленные попытки опровергнуть заключение о «*тепловой смерти*» Вселенной.

В своих астрофизических исследованиях Н.А. Козырев пришёл к выводу, что в *Природе существуют и постоянно действуют причины, препятствующие деградации состояний звёздного мира или возрастанию энтропии* (см. [3; 5]). Он возродил идею, выдвинутую А.А. Фридманом [19] в двадцатых годах прошлого столетия: *вернуть понятию «времени» в физике его исключительное положение, связанное с причинностью – сняв отождествление «времени» с его свойством – «длительностью»*. Проведённый Н.А. Козыревым анализ вопроса о природе источника звёздной энергии показал, что загадка свечения звёзд является лишь частным случаем фундаментальной проблемы несоответствия следствий второго начала термодинамики наблюдаемому состоянию Вселенной. Возникает вопрос: «*Каким образом замкнутая механическая система может генерировать энергию и откуда эта „избыточная“ энергия может получиться?*» В решении этой задачи и появилась *причинная или несимметричная механика* [6].

Козыревым впервые было обнаружено явление дистанционного воздействия внешних необратимых процессов на состояние вещества сложных систем, вплоть до изменения свойств вещества и протекающих в нём явлений. Сделан вывод: *все природные системы существуют погружёнными во «вселенский океан взаимовлияний»* происходящих в них необратимых процессов. Взаимовлияние необратимых процессов представляется массовой коммуникацией *всеобщего информационного обмена* природных объектов.

<sup>1</sup> *Функциональное* взаимодействие (от лат. *functio* – исполнение, совершение) – форма устойчивой (прямой и обратной) взаимосвязи, при которой изменение одних явлений (процессов, объектов) вызывает адекватные изменения других.

«Информация» в науке имеет вполне конкретный физический смысл и в кибернетике относится к основным понятиям. По теории информации всякое взаимодействие, протекающее через обмен сведениями, сигналами, свойствами, признаками между природными объектами или внутри материальных систем, соответствует понятию «информация». Все взаимодействия, протекающие между природными объектами (подобно паре «передатчик – приёмник»), всегда сопровождаются поглощением или выделением, преобразованием или перераспределением вещества и/или энергии. Любое взаимодействие может учитываться только с позиций своего энергетического сопровождения. Его результат (как новая информация) также всегда выражается энергетически, где энергия выступает в роли меры движения материи. Другими словами, *информация – есть функция состояния системы, выраженная энергетически.*

Лидер синергетики Г. Хакен [20] считает, что полная система во всех случаях состоит из множества подсистем (атомов, молекул, клеток и т. д.). Они при определенных условиях участвуют в коллективном движении, выполняя соответствующие функции. Их суммарное действие (в неупорядоченной системе) *приводит к явлению самоорганизации*, когда возникают пространственно-временные структуры. В замкнутой системе энтропия всегда растет до своего максимального значения. Во всех случаях такие системы развиваются в единственном направлении, ведущем к состоянию, называемому тепловым равновесием. При этом первоначальные структуры исчезают, заменяясь однородными системами.

Преобразованиям энергии, соотношению энергии и энтропии были посвящены исследования Г.Н. Алексеева [1]. Свой метод он так и назвал – «Энергоэнтропика», в нем используется глубокая взаимосвязь энергии и энтропии, образно говоря, они взаимосвязаны, как свет и тень. В замкнутой системе количество энергии постоянно, количество же энтропии растет, обесценивая энергию качественно. *Информацию* Г.Н. Алексеев рассматривает как *функцию состояния системы* (а не интеллекта или памяти человека), он ссылается на известное заключение П.К. Анохина:

**«Самым существенным фактором в организации целостной системы является циркуляция в ней информации. Только благодаря непрерывному обмену информацией между отдельными частями системы может осуществляться их организованное взаимодействие, заканчивающееся полезным эффектом».**

Здесь же следует отметить работы И. Пригожина. В своем монографическом труде [18] он рассматривает энтропию как «информацию» о состояниях, которая устанавливает различие между «прошлым» и «будущим». Такой подход позволяет из двух состояний считать более «старым» то, которому соответствует большее значение энтропии.

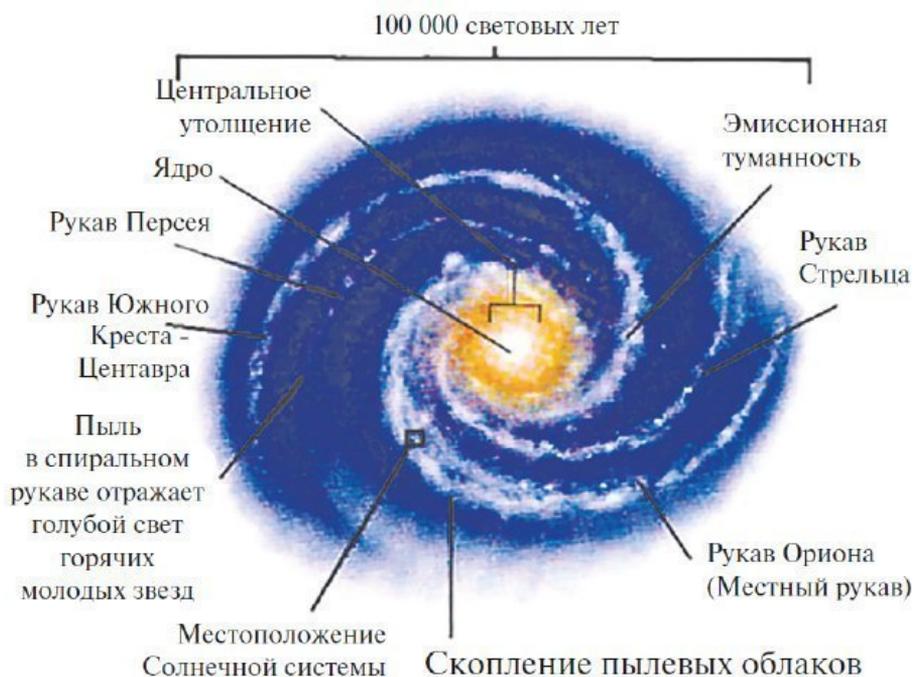
Понятие «взаимовлияние» тождественно понятиям «взаимодействие» или «взаимосвязь». Они обозначают собой процесс взаимного влияния материальных объектов друг на друга путём переноса вещества и/или энергии и относятся к универсальной форме изменения состояния отдельных объектов

или их множеств. Таким образом, процессы взаимодействия *определяют структурную организацию* материальных систем, влияют на их свойства. Иными словами, «*структурность*» *есть следствие и результат «взаимодействия»*.

### Местоположение Земли в космическом пространстве

Необходимость представления общей картины мироустройства определяется не столько общей любознательностью и стремлением проникнуть в суть вещей, сколько продиктована практической деятельностью самого человека. *Полнота знаний об отдельно взятом объекте всецело зависит от представлений о его месте и роли в системе того целого, частью которого он является.* В данном случае речь идёт о планете Земля.

Прежде всего напомним астрономический, так сказать, адрес планеты. Земля входит в состав Солнечной системы, которая сама является составным элементом Млечного Пути. Наша Галактика имеет спиралевидную структуру, подчёркнутую наличием нескольких *рукавов*, содержащих в своём составе кроме звёздных скоплений значительную часть пыли и газа. Солнце расположено в одном из таких рукавов – *в рукаве Ориона* (рис. 1).



**Рис. 1. Положение Солнечной системы в Галактике**

Источник: URL: [https://www.yandex.ru/search/?lr=65&offline\\_search=1&text=%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5+%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%86%D0%B0+%D0%B2+%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B5+%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9+%D0%BF%D1%83%D1%82%D1%8C&src=suggest\\_Pers](https://www.yandex.ru/search/?lr=65&offline_search=1&text=%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5+%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%86%D0%B0+%D0%B2+%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B5+%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9+%D0%BF%D1%83%D1%82%D1%8C&src=suggest_Pers)

Объединения соседних галактик с нашей создают *галактическую нить*. Они представляют собой самые большие космические объекты в обозримой Вселенной. Мы относимся к *нити Персея-Пегаса*.

С позиций «структурности» Вселенная представляется сложным ячеистым образованием, напоминающим кристаллическую решётку. В узлах этой решётчатой сети заключена основная масса известного науке вещества, организованного (упорядоченного вследствие взаимовлияния) в виде звёзд, галактик, межгалактических скоплений и т.д., которые разграничивают гигантские области (ячейки) космической «пустоты».

Открытие Э. Резерфордом существования атомного ядра показало, что вещество большей своей частью (как и Вселенная) сложено... «пустотой». Размеры ядра ( $10^{-14}$ – $10^{-15}$  м), заключающего в себе практически всю массу атома, в 10 000–100 000 раз меньше размеров облака электронов, определяющего размер атома ( $10^{-10}$  м) как целостной системы. Разгадка сущности «вселенской пустоты» может стать ключом при решении проблемы и скрытой массы галактик, и парадокса энтропии Мира.

В предлагаемой концепции эта «пустота» играет роль *основного структурного элемента* Мироздания, через отношения с которым и проявляется всё многообразие физического мира. Она представляет собой (пользуясь терминологией Ю.А. Косыгина [7]) «*области пространства бессобытийного времени*». В их пределах предполагается (по определению пустоты) полное отсутствие какой-либо структурной организации (пространства) и длительности (времени). Здесь могут проявляться лишь флуктуации фоновых излучений «Мировой энергии», которые, решая проблему «скрытой массы», стали нередко связывать с так называемой «тёмной энергией». Время посредством энергии переводит этот объём Вселенной в иное состояние, наполняя его событиями.

Природа «вселенской пустоты» пока остается за рамками знаний официальной науки. Тем не менее есть все основания рассматривать её как «*единую вмещающую среду*». Однако эта среда – космическая пустота (сама по себе) не просто нейтральное и пассивноеместилище материальных объектов, то есть пустое пространство в виде неизменного ящика без стенок (как рисовал его себе Ньютон), или «некий объём» без ограничивающей поверхности. Прежде всего, это *активная среда – всеохватывающее пространство-время*, которая содержит в себе все потенции мира и служит основой функциональной связи всех систем «организованной» материи – это и есть *вселенский океан взаимовлияний*<sup>2</sup>.

Предполагаемая пустота пространства-времени (как «*среда*» с характером «Мировой энергии») обладает атрибутами *абсолюта*<sup>3</sup>. Мы ограничимся

<sup>2</sup> По данным В. Ерунова [4], среда космического вакуума притягивается к массивным космическим объектам, увеличивая при этом свою плотность. Она способна собираться в огромные массивы, размеры и масса которых сопоставимы с размерами нашей Галактики.

<sup>3</sup> Объём понятия термина «абсолют» не выходит за пределы определений философского словаря и отражает лишь какую бы то ни было безусловность.

лишь пятью, на наш взгляд, наиболее важными и принципиальными признаками, которые и определяют «пустоту» (среду) пространства-времени как *одно всеохватывающее понятие*.

1. По причине единственности формы своего существования как *безграничности, пребывающей в одном (всеохватывающем) месте*, она бесструктурная, то есть не состоит из каких-либо элементов и сама не является частью чего-то большего. Потому среда (пустота) пространства-времени представляется как НИЧТО, равное бесконечности.

2. По той же причине – единственности – «пустота» пространства-времени не имеет количественного выражения величины и подчинённости моменту существования (типа: было, есть, будет, раньше, позже, одновременно). Её вечность и безначальность сливаются в *безвремяе*. То есть при  $\Delta t \rightarrow \infty$  и  $\Delta t \rightarrow 0$  реальность каких-либо природных процессов и явлений указанной длительности теряет всякий физический смысл.

3. В роли абсолюта среда пространства-времени *отражает временную вечность и пространственную бесконечность, между которыми нет разницы* в восприятии, качестве, смысле и форме. Она пребывает сама в себе как безусловная, неизменная и безначальная сущность, бесконечно и вечно замыкаясь на себя.

4. Среда пространства-времени *самодостаточна и независима* ни от чего другого. Она пребывает везде, и всё пребывает в ней. Пронизывая собой всё и разделяясь между всеми природными объектами, она вместе с тем *неделима и представляет собой одно целое*. Непрерывное развитие и наличие разнообразных преобразований во Вселенной дают основание констатировать, что (исключив роль Демиурга) среда пространства-времени совместно с включенной в неё материей обладает способностью Творения.

5. *Среда пространства-времени с всеобъемлющим месторасположением, где происходят все формы движения материи, тождественна понятию «физическое поле»*. Это поле обеспечивает все физические взаимодействия, которые могут быть реализованы только на основе *всеобщей коммуникационной энергоинформированности*. Без информированности невозможна никакая связь между объектами или внутри систем. Она реализует непрерывность чередования «причин» и «следствий», охватывая все формы движения материи. Отсюда выходит, что *движение нельзя рассматривать отдельно от поля, а поле от движения*.

Из перечисленных положений вытекает, что: 1) среда пространства-времени (как вселенский океан взаимовлияний со свойствами «Мировой энергии») объединяет всё множество природных объектов и явлений в единую систему, которая функционирует как целостный самостоятельный организм; 2) в структуре этой единой системы нет (и быть не может) полностью обособленных и независимых природных объектов; 3) все её материальные элементы, как составные части единого тела, находятся в *непрерывной энергоинформационной взаимосвязи* друг с другом. Их связь может быть либо одновременной, – «дальнодействие», то есть мгновенная связь на расстоянии, либо последовательной.

## К вопросу о природе и механизме движущих сил эволюции

Согласно закону всеобщей связи явлений Природы динамика существования 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<sup>4</sup>. Все космические объекты, участвуя во вращении вокруг ядра Галактики, движутся по весьма сложным траекториям и имеют различные периоды вращения. Все изменения пространственного положения галактических объектов и неоднородностей по отношению друг к другу (в параметрах классической механики: *время, путь, скорость*) могут определяться (как череда событий) **только во времени!** По принципам синергетики Галактика (на фоне постоянного движения всех космических объектов) представляет собой непрерывно и динамично самоорганизующуюся Мегасистему. Её строение (пространственное положение галактических объектов относительно друг друга) – это функция Времени. Мир течёт во времени. В нём нет ничего стабильно постоянного.

***Изменения очертаний Мегасистемы (с позиции наблюдателя) являются порождением Времени: каждая новая форма галактической структуры отвечает конкретному месту и моменту наблюдения как этап её истории. Мир меняется необратимо. У него нет хода назад.***

Смена параметров пространственного расположения космических объектов (нового порядка в структурной организации Мегасистемы) неизбежно становится *побуждающей причиной физических перемен во взаимовлияниях смежных объектов между собой и всего их множества в целом как суммарный результат «энергоинформационного обмена»*. Меняющийся характер взаимодействий галактических неоднородностей порождает новый поток энергоинформации, что выводит систему из *относительно равновесного* (на данный момент) *состояния* и ведёт к нарушению существующего режима течения внутренних процессов в отдельных её слагаемых.

Поскольку воздействия между встречающимися (и разбегающимися) галактическими объектами (которые движутся с разными орбитальными скоростями) не бывают только однонаправленными (могут и нарастать, и ослабевать), то эти изменения носят характер *колебательных (волновых) движений (возмущений)*. Подобного рода колебательные возмущения (различной природы) отвечают статусу *когерентных космических вибраций* (см. [8; 9; 16]). **За счёт инертности природных систем (исходя из принципа Ле-Шателье – Брауна) изменения протекают не плавно и постепенно, а несут в себе признаки спонтанно-импульсивного свойства различной интенсивности и длительности. По мере нарастания (до некоторой критической**

<sup>4</sup> 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 динамика Солнца, но также условия тектонической активности и типы земных преобразований.

**величины) воздействующие силы способны (будут) скачкообразно преодолевать инертность системы.**

Из приведённых доводов следует, что *первопричиной* космических колебаний (в противоположность состоянию покоя или равновесия) **является *Время*** (как фактор релаксации). Какое-либо глобальное событие (в силу каузальной предопределённости) не может произойти само по себе, вне своего срока, когда «*творческий потенциал*» – фактор времени – *спонтанно* реализуется в изменении физического состояния природной системы. Отсюда вытекает неразрывность единства связи «*Время* → *состояние системы*». Они обладают свойством взаимной обратимости, когда по возрасту системы можно делать выводы о её состоянии, и, наоборот, по состоянию системы – говорить о возрасте или принадлежности её конкретному историческому периоду. Так, под понятием «старость» сразу подразумевается и возраст, и физическое состояние системы, и степень её зрелости (изношенности), и соответствие некоторому эталону.

Учитывая, что состояние природных систем (в данном случае земных) определяется ещё ритмикой когерентных космических вибраций (в зависимости от орбитального положения Солнца и его взаимодействия со смежными галактическими объектами), то в обобщённом виде правомерно говорить о триединой взаимосвязи: «*Время* → *ритмика когерентных космических вибраций* → *состояние системы Земля*» (см. [16]).

В качестве итога отметим три важных положения.

1. По принципу каузальности череда событий во времени есть результат первичного толчка – «ударного» воздействия изначальной причины. Формат каузальной предопределённости допускает, что «Время» было всегда. Оно было даже тогда, когда ещё ничего не было (бессобытийная *Вечность*, равная *Безвременью*. То и другое не имеют «длительности»). Нет такого события, которое ознаменовало бы его появление или исчезновение. *Время безначально и вечно*. Ему нет конца! «Время» – это та первопотенция, которая, меняя структуру Мегасистемы, выводит её из состояния покоя или равновесия. Галактика – это непрерывно и динамично развивающаяся система, жизненный ритм которой есть функция Времени. Это означает только то (повторим мысль Ю.А. Косыгина [7]), что ***не события фиксируют ход Времени***, не скорости и виды эволюции отсчитываются по какой-то шкале времени, ***а само Время обозначает (создаёт) события*** и определяет эволюцию. Оно – нечто гораздо более сложное и фундаментальное, чем представлено в учебниках физики. Историю Мира творит Время.

2. Изменение порядка пространственного положения составных элементов Мегасистемы вызывает физические перемены во взаимодействиях между смежными космическими объектами и ***служит причиной нарушений течения их внутренних процессов, делая их необратимыми.***

*Астрономические расстояния (в тысячи световых лет) между галактическими объектами и постепенно нарастающий (растянутый во времени на миллионы лет) характер физических возмущений исключают возможность прямых наблюдений (последствий) таких воздействий в режиме online. Но*

*по своим конечным результатам этот космологический механизм принадлежит к наиболее глубинным и эффективным галактическим силам.*

3. Процессы реорганизации структурирования материальных систем неизбежно сопровождаются изменениями во взаимосвязях между их составными элементами, что порождает новый поток информации. Интенсивность потока сигналов о происходящих переменах определяет энергоинформационный потенциал – результирующую силу коммуникационных взаимодействий и степень выразимости их проявлений. Суммарное действие всех видов излучений, силовых полей и энергий, циркулирующих во взаимоотношениях между галактическими объектами (как «*вселенский океан взаимовлияний*»), представляет собой единое энергоинформационное поле, которое также ещё отождествляют и называют «*Мировой энергией*». С учётом перечисленных положений характер и сила физического воздействия «*Мировой энергии*» (отражённая в форме и ритмике космических вибраций) *в разных областях Млечного Пути не может быть одинаково постоянной величиной.* Это означает, что само **пространство-время** (по отношению к «*Мировой энергии*») **анизотропно**, что и обусловлено неоднородностью, как вещественного, так и энергетического его наполнения.

Необратимость развития Мироздания предопределена качественным изменением (дифференциацией) вещества и увеличением степени его пространственной упорядоченности. Обособливаются два главных направления развития космического вещества. Одно из них связано с эволюцией звёздной материи. Объекты этого класса различаются по составу, плотности, размерам, светимости, температуре поверхностных слоёв (белые и чёрные карлики, красные гиганты, нейтронные звёзды, пульсары, квазары, чёрные дыры и т.п.). Другое направление (под воздействием флуктуаций «*Мировой энергии*») в едином потоке необратимых преобразований материи обозначилось накоплением тяжёлых элементов и межзвёздной газопылевой среды. Присутствие пылевидных масс сыграло решающую роль в организации *планетного вещества*. Сгущение газопылевого облака привело к появлению принципиально нового класса космических объектов – **планет** и далее к особому виду материи – **живого вещества**. На Земле такие преобразования прослеживаются уже геологическими методами, как *особенности эволюции земного вещества и биосферы*.

## Послесловие

В вопросах эволюции Земли особый интерес для геологов представляют события, периодичность которых измеряется десятками миллионов лет. В геологической летописи *эволюционные и революционные рубежи* (с признаками катаклизмов) проявляются по эпохам различного типа осадконакопления, изменений лика Земли, климата, резкой смены доминирующих видов в растительном и животном мире, по фазам тектогенеза. Например, в геологической истории фиксируются эпохи особой тектонической активности

(мощный орогенез, вулканическая деятельность). Они нередко сопровождаются перестройкой лика Земли (формирование суперконтинентов типа Пангеи, Гондваны или их распада), которые обычно расцениваются как планетарные катаклизмы. Представления о таких фазах тектогенеза (в совокупности с другими глобальными событиями) легли в основу разделения геохронологической шкалы на *эры* и *периоды*, измеряемые десятками миллионов лет.

Многие геологические процессы носят циклический характер. Они многочисленны и разнообразны. Задачи исследователя сводятся к выявлению в рамках стратисферы разномасштабных мегахрон (ритмов, фаз, эпох, этапов и пр.), которые отражают всю гамму геологических событий. Процессы литогенеза, отражающие эволюцию земного вещества, неразрывно связаны с этапами развития внешних геосфер. Поэтому становление Земли *представляется как история взаимодействия атмосферы, гидросферы, литосферы и развивающейся биосферы*. Такая постановка раскрытия особенностей эволюции Земли отвечает задачам теоретической геологии и одновременно увязывается с философско-мировоззренческими вопросами Миропознания в масштабах космологии.

Вопрос о материальном обмене между названными геосферами сводится к анализу механизма их взаимодействия. С позиций принципа о всеобщей связи явлений Природы оказалось, что механизм взаимодействия атмосферы, гидросферы, литосферы и биосферы связан с особенностями геохимии водорода, кислорода и углерода. Глобальная аккумуляция солнечной энергии, её расходование во взаимодействии внешних геосфер протекает при их непосредственном и постоянном участии. Расчёты водород-углерод-кислородного баланса [14; 17] позволили не только качественно, но и количественно оценить масштабы и темпы массообмена геосфер под действием солнечной энергии. Формируется углерод-водородная (УВ) оболочка литосферы с одновременным накоплением биогенного кислорода в атмосфере.

Накопление кислорода в атмосфере не было равномерным. По характеру его интенсивности в фанерозойской истории Земли выделяются семь этапов становления кислородной атмосферы и сопутствующих им эпохальных событий. С ними уверенно коррелируют глобальные изменения природной среды, климата, биоты, особенности седиментогенеза, осадочного породообразования и тектонической активности.

Нанесённые табличные значения на стратиграфическую шкалу отчётливо вырисовывают *повторение периодов* падения и роста масштабов генерации биогенного кислорода при фотосинтезе и накопления органических остатков в недрах. Их продолжительность определилась в 50–70 млн лет. Периоды падения и роста интенсивности выделения свободного кислорода разделены интервалами в 10–20 млн лет с переходным характером. Чередование эпох с закономерной изменчивостью носит синусоидальный характер интенсивности фотосинтеза в фанерозое. Полный набор периодов с угнетённой и активной генерацией кислорода вместе с переходными интервалами образовали глобальные геологические циклы (ГГЦ) продолжительностью до 170 млн лет. В фанерозое их выделяется четыре.

Расчётные результаты были сопоставлены с широко известными литературными данными по расчленению геологической истории на эры, по общим закономерностям осадочного рудообразования, по фазам тектогенеза, эпохам различного типа осадконакопления, изменений природной среды и климата. Эти геологические данные, нанесённые на графики масс биогенного кислорода и УВ-оболочки, точно совпали с полученными расчётами и гармонично вписались в их структуру [14; 17]. Они достаточно уверенно коррелируют между собой и согласуются с важнейшими этапами в развитии биосферы. Однако природа цикличности геологических процессов столь долговременной периодичности остаётся не ясной.

Совпадения ГГЦ с продолжительностью геологических эр (как последовательность и устойчивая периодичность) позволяют (согласно взаимосвязи триединства: «*Время* → *ритмика космических вибраций* → *состояние геологической системы*») делать выводы о причинно-следственных связях. События с масштабом ГГЦ указывают на ряд принципиальных обстоятельств, связанных с мотивацией глобальных процессов.

1. Выявленные ГГЦ долговременного масштаба согласуются со всеми важнейшими событиями фанерозоя, которые проявились в расчленении геологической истории на эры, критических переменах в органическом мире, климате, фазах тектогенеза, эпохах различного типа осадконакопления, рудопроявления и т.д.

2. Хронологическая корреляция между всеми глобальными событиями говорит о том, что они не были случайными совпадениями, а порождены и регламентируются какой-то **одной общей причиной**.

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

Проблема природы ГГЦ, продолжительностью до 170 млн лет 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. Дань традиции построения таких моделей сложилась исторически и кроется в исходной *геоцентрической* ориентации развития естествознания в целом. Как подметил Ф. Энгельс: «*вся наша официальная физика, химия и биология исключительно геоцентричны, рассчитаны только для Земли*» [23. С. 205]. Исходя из этих предпосылок, всё естествознание формировалось по сути в рамках *геоцентрической концепции*.

Однако анализ причинно-следственной зависимости однозначно указывает на очевидное несоответствие разноплановых геологических событий долговременного масштаба и ограниченность возможностей их объяснений с позиций концепции геоэнергетики. Науке неизвестны земные источники энергии с таким масштабным периодом. Появилась острая необходимость в пересмотре основополагающей парадигмы самой геоцентрической концепции.

Начиная с учения В.И. Вернадского о биосфере и работ А.Л. Чижевского о влиянии солнечной активности на развитие организмов наступает заметный

перелом тенденций в сторону учёта влияния внешних по отношению к Земле факторов. Появились суждения с ориентацией на *гелиоцентризм*.

*Гелиоцентрическая концепция* опирается на ведущую роль солнечной энергии – основу всех земных процессов, которая обладает большими возможностями (чем геоцентрическая) для объяснения более широкого круга явлений. Несомненно, Солнце в истории Земли играет ключевую роль. Вся биосфера и сама жизнь на планете существует всецело только за счёт солнечной энергии.

Вместе с тем если, например, частные потепления (оледенения) ещё как-то можно связать с динамикой активности нашего светила, то катаклизмы долговременного масштаба никак не вписываются в парадигму гелиоцентризма. Планетарные события и катаклизмы в истории Земли, отражённые в ГГЦ как климатические (глобальные) сезоны, имеют периодичность в десятки миллионов лет. Периодичность процессов такого диапазона не увязывается ни с какими известными геологическими причинами, – нет внутренних (земных) источников энергии такой периодичности. Они не находят объяснения также и в рамках концепции гелиоцентризма. Науке пока не известна активность Солнца (в качестве главной первопричины) с периодичностью в десятки миллионов лет.

Вполне очевидно, проблема природы периодичности ГГЦ не может решаться без учёта пространственного положения Солнечной системы (в том числе Земли) и её зависимости в ряду других космических объектов, слагающих структуру Галактики. Проблема выяснения природы геологических процессов долговременного масштаба побудила исследователей обратиться к концепции *галакцентризма*. В научном сообществе начала активно обсуждаться тема *галактического года*. Сопоставление резко различающихся физических характеристик «зимнего» и «летнего сезонов» глобального цикла заставляет предполагать, что путь Солнца вокруг ядра Галактики протекает через области пространства с различными свойствами космической среды (интенсивности «Мировой энергии») [17].

Ядро Галактики – источник грандиозного количества энергии. Оно играет важнейшую роль в развитии звёздных систем, в том числе Солнца и его спутников-планет. Один полный оборот Солнца вокруг ядра Галактики называется *галактическим годом*. Неоднородность распределения космических объектов на просторах Галактики (интенсивность «Мировой энергии») влияет на характер движения Солнца. К тому же Солнце в структуре Млечного Пути располагается на периферии и в стороне от экваториальной плоскости на расстоянии в 30 световых лет [22]. Всё это вместе взятое заставляет Солнце двигаться (вместе с планетами) по весьма сложной траектории (синусоидально к экваториальной плоскости Галактики). Однако прямое сопоставление глобальных геологических циклов с галактическим годом усугубляется астрономической неопределённостью последнего. В литературе есть определения продолжительности галактического года и в 180, и в 190, и 200–230 млн лет и даже более.

В свете изложенного интересны независимые расчёты современного положения Солнца относительно максимального (минимального) удаления от

круговой орбиты. По данным Н.А. Чуйковой и К.В. Семенкова [21], 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, снижалась активность фотосинтеза и интенсивность выделения биогенного кислорода. Согласно предложенной терминологии, эти периоды в истории Земли соответствуют *глобальным зимам* [17]. 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. Положение Солнца по удалению от круговой орбиты отвечает понятию астрофизического цикла.

Таким образом, рассуждения, построенные на основе ГГЦ (астрофизических циклов), позволяют представить геологическую историю Земли (эволюцию живого и косного вещества) как *периодичность галактической* предопределённости глубоких изменений состава, строения и процессов взаимодействия между геосферами. Отмеченные проблемы (с высказанных позиций) выходят за рамки геологических наук, превращаясь в астрофизические задачи и вопросы физики пространства-времени.

## Литература

1. Алексеев Г. Н. Энергоэнтропика. М.: Знание, 1983. 192 с.
2. Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988. 520 с.
3. Еганова И. А. Природа пространства-времени. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2005. 271 с. URL: <http://www.nkozyrev.ru/bd/036.php>.
4. Ерунов В. Вакуум и Вселенная. Новосибирск: Копировальный центр ИП, Зебницкий Е. Н., 2017. 88 с. URL: <http://www.nkozyrev.ru/bd/184.php> )
5. Козырев Н. А. Избранные труды. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. 447 с. URL: <http://nkozyrev.ru/>
6. Козырев Н. А. Причинная или несимметричная механика в линейном приближении // Избранные труды. Л.: Изд. ЛГУ, 1991. С. 232-287 URL: <http://www.nkozyrev.ru/bd/022.php>
7. Косыгин Ю. А. Человек. Земля. Вселенная. М.: Наука, 1995. 335 с.
8. Котов В. А., Лютый В. М. Солнце, космическая вибрация и ядро галактики NGC 4151 // Изв. Крым. астрофиз. обсерв. 2007. 103, № 1. С. 98–105.
9. Кучми С., Котов В. А. Период 160 минут в Солнечной системе, пульсация Солнца и собственное вращение планет и астероидов // Изв. Крым. астрофиз. обсерв. 1985. Т. 70. С. 38–46.
10. Молчанов В. И., Параев В. В. Проблемы мобилизма в свете планетарных движений // Поиск математических закономерностей Мироздания: физические идеи, подходы, концепции. Новосибирск: издательство СО РАН, филиал «ГЕО», 2006. С. 69–84.
11. Молчанов В. И., Параев В. В., Еганов Э. А. Нанодисперсность – обязательное условие преобразования геосфер (как переходная форма в эволюции земного вещества) // Журнал Проблем эволюции открытых систем. Алматы: “Print-S” 2007. Вып. 9. Т. 1. С. 64–77. URL: <http://sites.google.com/site/peosrussian/>
12. Молчанов В. И., Параев В. В., Еганов Э. А. Эволюция земного вещества на ранней стадии формирования планеты // Уральский геологический журнал. 2009. № 2 (68). С. 3–15.

13. *Параев В. В.* Земля как единый живой организм с геодинамическим механизмом саморегуляции // *Метафизика*. 2022. № 2. С. 93–113. URL: <http://lib.rudn.ru/35>
14. *Параев В. В.* Земля – особая форма космической жизни: Супер-организм с универсальной системой планетарного метаболизма по типу гомеостаза. Издательский дом: LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbrücken, Deutschland, 2021. 147 с.
15. *Параев В. В., Еганов Э. А.* К вопросу об употреблении термина «эволюция» и лженауке // *Уральский геологический журнал*. 2018. № 6 (122). С. 3–17.
16. *Параев В. В., Еганов Э. А.* Когерентные космические вибрации как ведущий фактор глобальных геологических преобразований // *Уральский геологический журнал*. 2016. № 4 (112). С. 3–19.
17. *Параев В. В., Еганов Э. А.* Эволюция Земли как космогенный императив: научно-философский аспект проблемы. Saarbrücken, Deutschland: Издательский дом LAP Lambert Academic Publishing, 2012. 176 с.
18. *Пригожин И.* От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках. М.: Наука, 1985. 328 с.
19. *Фридман А. А.* Мир как пространство и время. Изд. 2-е. М.: Наука, 1965. 112 с.
20. *Хакен Г.* Синергетика. М.: Мир, 1980. 404 с.
21. *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. URL: <http://infm1.sai.msu.ru/~chujkova/Trudi/kirill.htm>
22. *Шкловский И. С.* Вселенная, жизнь, разум. М.: Наука, 1987. 320 с.
23. *Энгельс Ф.* Диалектика природы. М.: Политиздат, 1975. 359 с.

## COSMOGENIC IMPERATIVE AS A KEY FACTOR IN THE EVOLUTION OF THE EARTH

V.V. Paraev\*

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

**Abstract.** The word “evolution” is often used as a term of free use or without proper justification even in the scientific literature (as a fashionable decoration), which leads to annoying misunderstandings. From a scientific standpoint, the concept of “evolution” in a generalized form means irreversible and (to a certain extent) directed development. Due to the universal connection of natural phenomena, the solution to the question of the driving forces of evolution, their mechanism, should be sought in the plane of the close relationship of the fundamental relations of unity in the series “Earth – Solar system – Cosmos”. All the objects of this grandiose system (“small” and “large”) are interconnected by an indirect unity of functionality. The total effect of all types of radiation, force fields and energies circulating between space objects (like the universal ocean of mutual influences) is a single field of energy-informational exchange, which is also identified with the action of “World Energy”.

**Keywords:** evolution, universal ocean of mutual influences, energy-informational exchange, driving forces of evolution.

---

\* E-mail: [paraev@igm.nsc.ru](mailto:paraev@igm.nsc.ru); [vladilenparaev@yandex.ru](mailto:vladilenparaev@yandex.ru)

# МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕОРЕТИКО-ПОЛЕВОЙ ПАРАДИГМЫ

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1-101-108

## ГИПОТЕЗА КВАНТОВОЙ ЗАПУТАННОСТИ И ТЕОРИЯ ФРАКТАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА

**А.П. Ефремов**

*Институт гравитации и космологии  
Российского университета дружбы народов  
Российская Федерация, 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3*

**Аннотация.** Кратко обсуждаются кардинальные различия теоретического описания динамики классических и квантовых частиц, противоречия вероятностной (Копенгагенская школа) и детерминистской (теория Де Бройля – Бома) интерпретации квантовой механики, а также особенности запутанных квантовых состояний. Предполагается возможность объяснения странных свойств запутанной пары локализацией частиц не в 3D физическом пространстве, а в области фрактального пространства, возникающего в процессе чисто математического вывода уравнений Шредингера и Паули.

**Ключевые слова:** квантовая механика, запутанное состояние, фрактальное пространство

### Введение

Нобелевская премия по физике 2022 года присуждена Алену Аспе (Франция), Джону Ф. Клаузеру (США), Антону Цайлингеру (Австрия) «за эксперименты с запутанными фотонами, установление принципа нарушения неравенств Белла и новаторство в квантовой информатике». И хотя основные опыты, на которые ссылается Нобелевский комитет, были осуществлены более тридцати лет назад, сам факт столь пристального внимания к странному явлению так называемой квантовой запутанности совершенно не удивителен. В сегодняшней физике эта тема, пожалуй, является одной из самых популярных, вызывая благодаря СМИ не только любопытство широкой публики, но и серьезный научный интерес, в том числе определенные ожидания в практической области, связанной с обработкой информации. О квантовой запутанности (quantum entanglement) есть достаточно сведений в отечественной и зарубежной литературе и в Интернете – от поверхностных описаний этого

явления до попыток подробного анализа. Однако еще одно изложение некоторых аспектов этого явления, сделанное не специалистом в эксперименте, но «чистым теоретиком», много лет посвятившим поиску законов физики в математической среде гиперкомплексных чисел, может оказаться нелишним.

## 1. Различия классической и квантовой механики

Корни дискуссии на данную тему произрастают из «смутного времени» рождения квантовой механики, времени, уже отдаленного целым столетием от сегодняшнего дня. А возникла эта дискуссия как раз потому, что теория квантовой механики разительно отличается от всецело понятной, выросшей из статистики сотен опытов классической механики И. Ньютона (1687 г.). Правда, полвека спустя (1744 г.), П. Мопертюи и Л. Эйлер сделали первый шаг к «потере здравого смысла» в классической механике, сформулировав так называемый принцип экстремума действия, который позволял безо всякого опыта (чисто математически) получать уравнения Ньютона из требования минимизации некоей абстрактной величины – механического действия. Позднее силами Ж.Л. Лагранжа (1788 г.) и У. Гамильтона (1835 г.) это направление было существенно развито, и из сравнительно простых уравнений динамики Ньютона неожиданно выросла новая обширная область математики – аналитическая механика – наука, по мнению лауреата Нобелевской премии Ю. Вигнера, непостижимая, поскольку причины (или истоки) ее необыкновенной многовариантности и математической красоты неизвестны и поныне. И тем не менее классическая механика, даже с точки зрения обычных людей, – «наша» наука, поскольку она оперирует с привычными объектами: действительными величинами (числами и функциями), каждая из которых может быть измерена в единицах из «нашего» непосредственно наблюдаемого физического мира.

Что же касается квантовой механики, то исследование ее закономерностей, начавшись, как это обычно в физике, с анализа «странных» результатов опыта, растянулось более чем на всю первую четверть XX века и завершилось формулировкой уравнений Шредингера<sup>1</sup> (для скалярной частицы), Паули (для заряженной частицы со спином) и Дирака (для релятивистского электрона). Все эти уравнения отличаются от уравнений механики классической кардинально – и в математическом, и в философском (метафизическом) смысле. Не чрезмерно углубляясь в детали, можно перечислить следующие наиболее яркие отличия.

Во-первых, каждое из вышеперечисленных уравнений представляет собой запись некоторого соотношения в «неестественном» для земного наблюдателя формате – в функциях, принадлежащих алгебре комплексных чисел. По сути, это не одно, а два соотношения (особое внимание на это обратил Д. Бом в 1952 году [1]), и любое из них вряд ли может быть расценено как

<sup>1</sup> Представление уравнения квантовой механики в формализме Гейзенберга здесь не обсуждается.

принадлежащее к наблюдаемому физическому миру. Так, при разложении уравнения Шредингера на составляющие Бома мнимая компонента, как стало понятно позже, формально схожа с уравнением Гамильтона–Якоби аналитической механики, а действительная компонента (измеряемая – как оказалось – в единицах плотности электрического заряда) есть корень квадратный из некоторого закона сохранения [2]. В целом изучение разложения Бома еще далеко от своего завершения. Но далее о различиях.

Во-вторых, продолжая тему многокомпонентности единого квантово-механического уравнения – в данном случае уравнения Паули, – мы оказываемся перед фактом его еще более сложной спинорной структуры, вдвое увеличивающей число (всего 4) независимых соотношений; на еще большее число таких соотношений (всего 8) можно разложить уравнение Дирака. Каких-либо объяснений этому факту и/или некоторой внятной (физической) трактовки каждой из полученных составляющих, по сути, нет; просто «так получается».

В-третьих, совсем уж нестандартно для начала XX века в квантовой механике (вместо функций и аргументов классической механики) вдруг оказывается необходимым инструментарий операторов, действующих на функции из специального множества (Гильбертова пространства), в том числе и в матричном представлении. И следует отметить, что развитие формализма линейных (самосопряженных) операторов, в совокупности с определением их соответствия характеристикам реальных физических систем, безусловно, обеспечило становление и успехи квантовой теории.

Наконец, в отличие от основанной на опыте эмпирической механики Ньютона и математически (логически) строгой аналитической механики, уравнения механики квантовой возникли эвристически – по сути, как догадки, как результат мощной научной интуиции авторов. Так называемый аксиоматический (по сути, эвристический) подход естественен для КМ, прежде всего потому, что само уравнение квантовой механики было записано Шредингером как результат «гениального озарения». В этой связи примечательно замечание Д. Блохинцева в его известном учебном пособии Основы квантовой механики [3]: «Во многих курсах стремятся ‘вывести’ уравнение Шредингера. На самом деле, это уравнение *ниоткуда не выводится*, а образует основу новой теории». И это обстоятельство могло бы представляться весьма удивительным, поскольку последующие многочисленные физические опыты с высокой точностью показали верность предсказаний этой странной теории. Но в разделе 3 нашей статьи мы представим ряд иных фактов о возникновении уравнений квантовой теории.

В целом сущностных отличий КМ от механики Ньютона еще больше, и они глубже, поскольку требуют дополнительных умозраительных предположений. Здесь и возникающий из строгой математики принцип неопределенности (В. Гейзенберг: невозможность точно измерить величины, операторы которых не коммутируют), и эвристический принцип дополненности (Н. Бор: полнота описания физики обеспечивается взаимно дополняющими друг друга корпускулярно-волновыми характеристиками), и нововведенное

понятие измерения как редукции волновой функции (изменение состояния физической системы в процессе измерения). Но особо стоят темы проблемы интерпретации квантовой теории и принципа неопределенности Гейзенберга.

## 2. Парадокс Эйнштейна–Подольского–Розена, теория волны-пилота и квантовая запутанность

Вероятностная интерпретация квантовой механики появилась в Копенгагенской школе (М. Борн, В. Боте, Н. Бор) и стала почти общепринятой гипотезой. Это представляется объяснимым, поскольку во всех физических опытах, демонстрирующих квантовые свойства микромира (точнее, мира комптоновского масштаба  $\sim 10^{-11}$  см), по-видимому, всегда задействовано очень большое число частиц, так что статистический анализ их поведения (как в термодинамике и статистической физике) оказывается неизбежным. Но при этом рассмотрение опытов, даже умозрительных, для отдельных частиц приводит к спорам.

Яркий тому пример – парадокс Эйнштейна–Подольского–Розена (ЭПР) (рис. 1). Эйнштейн, как известно, настойчиво придерживался позиции детерминированности квантовой механики и в 1935 году предложил с соавторами следующую простую схему.

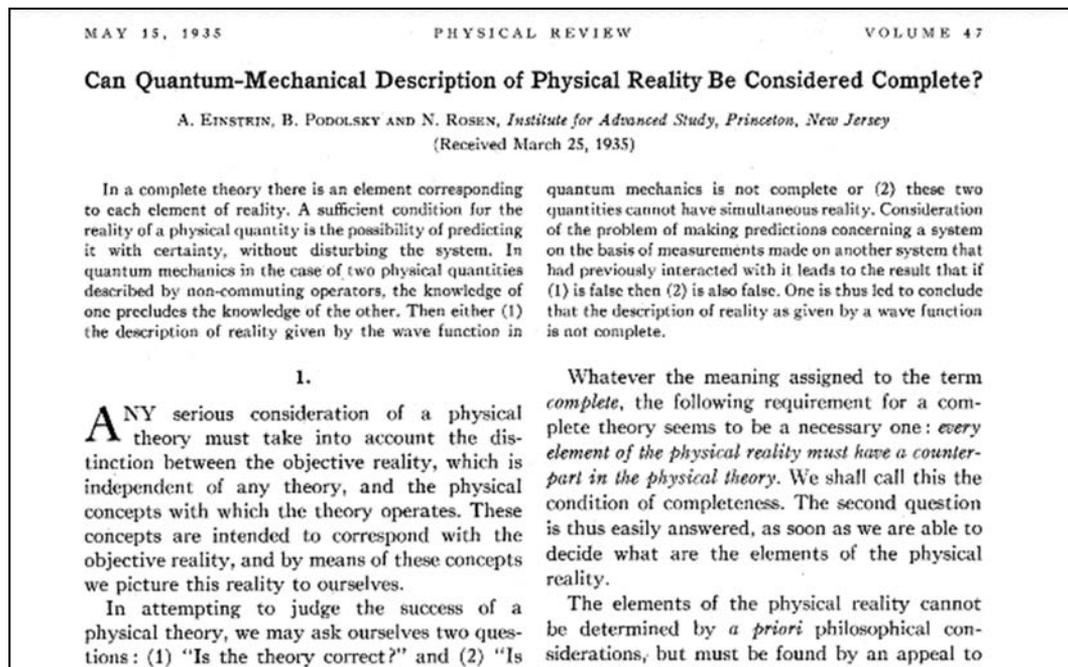
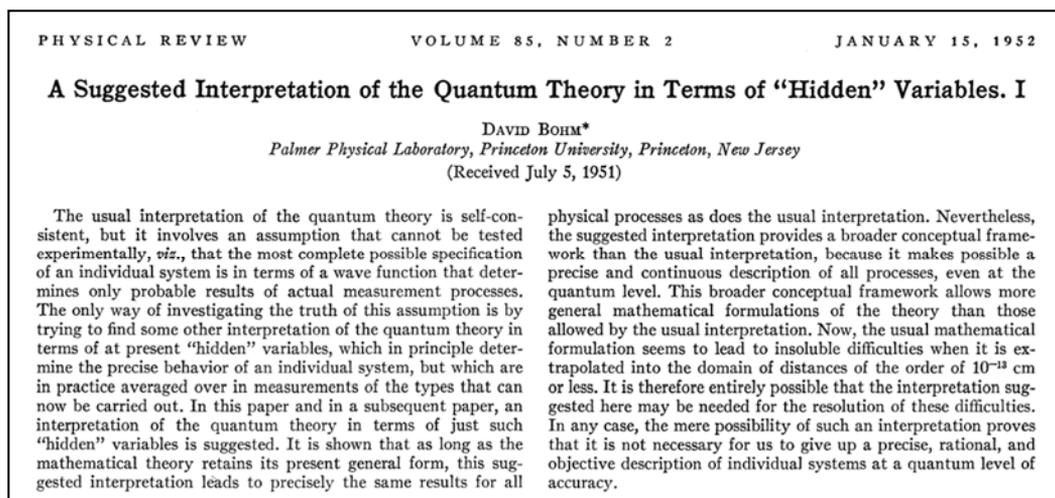


Рис. 1. Фрагмент статьи А. Эйнштейна, Б. Подольского, Н. Розена о полноте квантовой механики [4]

Пусть в результате одного физического процесса возникают две «родственные» квантовые частицы. Если мы измерим импульс одной из них, то из закона сохранения импульса можем вычислить импульс второй частицы.

Далее мы измеряем координату только второй частицы, и оказывается, что мы знаем сразу и ее координату, и импульс. Это, по мнению авторов, нарушает принцип неопределенности и восстанавливает детерминированность квантовой теории, отменяя тем самым Копенгагенскую вероятностную интерпретацию.

Далее, не останавливаясь на известной последующей дискуссии и уступках Эйнштейна, приведем свидетельство его неожиданной поддержки в виде альтернативного подхода к квантовой механике. Имеется в виду теория так называемой волны-пилота, изначально предложенная Л. де Бройлем (1927 г.) и развитая Д. Бомом (1952 г.) (рис. 2).



**Рис. 2. Фрагмент статьи Д. Боба «Интерпретация квантовой теории в терминах скрытых переменных» [1]**

В теории волны-пилота, помимо уравнения Шредингера, эвристически постулируется дополнительное уравнение эволюции функции состояния, зависящее от конфигурации системы в физическом 3D-мире и включающее некоторый квантовый потенциал, а также ряд скрытых параметров, призванных обеспечить детерминированность траектории отдельной квантовой частицы в физическом пространстве.

В связи с появлением этой обновленной теории проблема интерпретации квантовой механики вновь привлекла внимание специалистов и обрела новое звучание, вначале в терминах чистой математики. Рассматривая в качестве базовой схемы пример парадокса ЭПР и используя методы теории вероятности, Д. Белл в 1964 году вывел контрольные математические соотношения (неравенства), разделяющие вероятностную и детерминистскую версии интерпретации квантовой механики. Анализ неравенств Белла по результатам серии экспериментов с когерентными фотонами провели будущие Нобелевские лауреаты Дж. Клаузер (1972 г.), А. Аспе (1980 г.), и А. Целлингер (1997 г.); в большинстве случаев была подтверждена гипотеза вероятностной интерпретации квантовой теории и, как утверждается, было с определенно-

стью продемонстрировано наличие феномена квантовой запутанности – взаимозависимости состояний частиц, «рожденных в едином физическом акте» и разнесенных на произвольное расстояние (и даже время) друг от друга. При этом измерение характеристики одной квантовой частицы *мгновенно* дает значение той же характеристики частицы-партнера на любом интервале между ними. Отсюда с неизбежностью должны следовать, во-первых, вывод о нарушении «классического» принципа локальности взаимодействий, а во-вторых, возможность удаленного (второго) измерения с превышением фундаментальной скорости (впрочем, без нарушения принципа причинности). Эти – признанные на сегодняшний день – факты, как представляется, лишь подтверждают высказанную Эйнштейном в дискуссии об ЭПР-парадоксе простую мысль: наше знание физической сущности микропроцессов остается далеко не полным. И тому есть ряд не гипотетических (интерпретационных), а заслуживающих внимания строгих математических фактов.

### **3. Математическое происхождение уравнений квантовой механики и фрактальное пространство**

Первый факт состоит в том, что, несмотря на цитированное выше мнение Д. Блохинцева, уравнения квантовой механики все-таки строго выводятся. Более того, они имеют к физике некое вторичное отношение, поскольку являются чисто математическим условием сохранения и стабильности трех исключительных алгебр: действительных ( $\mathbb{R}$ ), комплексных ( $\mathbb{C}$ ) и кватернионных ( $\mathbb{Q}$ ) чисел (см., например, [5]). Кратко этот вывод можно описать следующим образом. Единицы всех вышеуказанных алгебр представимы единичной матрицей (скалярная единица) и векторными матрицами (мнимые единицы). В алгебре максимальной размерности (из приведенных) – алгебре кватернионов – векторных матриц три, они формируют репер ( $\mathbb{Q}$ -триаду), которую можно сопоставить с тремя направляющими единичными векторами декартовой системы координат в 3D физическом пространстве. Все матрицы этой триады невырожденные (детерминант не ноль – равен единице) и простые (их собственные значения различны); тогда, согласно спектральной теореме из теории матриц, каждый из векторов 3D-репера есть би-квадратичная комбинация всего лишь двух векторов дробной (фрактальной) размерности  $\frac{1}{2}$ . Эти векторы формируют базис двумерного пространства, которое представляет собой простейшую структуру, лежащую в основе физического мира: фрактальную поверхность – «корень квадратный» из 3D-пространства. Простые деформации малой площадки этой поверхности нарушают закон умножения всех указанных алгебр; условием их валидности и «вечности» оказывается безразмерное чисто математическое уравнение. Будучи записанным в физических единицах микромира, это уравнение становится в точности уравнением Шредингера или уравнением Паули, в зависимости от выбора входящего в него произвольного вектора.

Полезно заметить, что уравнение для заряженной квантовой частицы во внешнем магнитном поле также было предложено В. Паули эвристически; каких-либо вариантов его математического вывода ранее не было. Этот факт наиболее существенен в контексте данного обсуждения, и важность его в следующем. Как было отмечено выше, функция состояния частицы в уравнении Паули геометрически – двухкомпонентный спинор. Он очевидно обобщает скалярную функцию бесспиновой частицы Шредингера (которая лишь одна из компонент функции Паули) и в то же время является суперпозицией 2D-векторов базиса фрактального пространства. Это означает, что квантово-механическая волновая функция «геометрически находится» не в физическом 3D-пространстве, а в нефизическом (и ненаблюдаемом) фрактальном 2D-пространстве («плоскости»).

Здесь есть два варианта ситуаций. (1) Фрактальная плоскость физически реальна, хотя и ненаблюдаема, и функция состояния отдельной частицы описывает также реально существующий – но на этой плоскости – некоторый объект. (2) Двумерная фрактальная «подложка» физического пространства представляет собой всего лишь математический результат – возможность извлечь «квадратный корень» из аксиальных векторов Q-триады (то есть из всего 3D-пространства); тогда любое представление о физическом формате квантовой частицы хоть в каком-то ее геометрическом образе вообще исчезает. По сути, оба этих варианта вполне коррелируют с тем обстоятельством, что сведений о непосредственном (прямом) наблюдении квантовых частиц до последнего времени нет, наблюдаются только результаты взаимодействия этих частиц с другими физическими телами. Связан с этим, по-видимому, и тот факт, что в настоящее время нет ни одного более или менее удовлетворительного изображения квантового объекта. Например, известный макет планетарной модели атома водорода Бора определенно не соответствует картине, описываемой решением уравнения Шредингера. Кстати, заметим, что и это решение, и соответствующая ему картина не являются единственными (в докладе будет продемонстрировано другое точное решение и другая модель атома).

Как в схему «существования» фрактального пространства вписывается гипотеза квантовой запутанности? Детальные исследования еще предстоят, но уже в силу перечисленных особенностей фрактальной поверхности возникают соображения, которые тезисно можно изложить так. Функции, описывающие состояние частицы (как минимум модуль и фаза комплексного числа), конечно, определяются над координатными системами и временем физического пространства. Однако совершенно невозможно представить на фрактальной поверхности схемы «взаимного расположения» тех объектов, которые могут быть идентифицированы с взаимодействовавшими частицами – и оставшимися в квантовой запутанности в физическом пространстве на дальней дистанции друг от друга. В частности, соответствующие функции состояния пары частиц на фрактальной поверхности могут оказаться «совсем рядом» или даже просто «территориально совпадать», то есть оставаться образом одной частицы, что может объяснить все «странности» феномена

квантовой запутанности. Более того, в каком-то смысле фрактальное пространство, не являясь «геометрическим вместилищем», являет собой некое «пространство отношений», обстоятельное обсуждение которого неоднократно предлагалось в работах и докладах проф. Ю.С. Владимирова в рамках его реляционной теории фундаментальной физики.

### Литература

1. *Bohm D.* A suggested interpretation of the quantum theory in terms of “hidden” variables // *Phys. Rev.* 1952. 85, 166.
2. *Yefremov A. P.* The General Theory of Particle Mechanics. A Special Course. Cambridge Scholars Publ., UK, 2019.
3. *Блохинцев Д. И.* Основы квантовой Механики. М.: Наука, 1976.
4. *Einstein A., Podolsky B., Rosen N.* Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete? // *Physical Review.* 1935. Vol. 47. P. 777.
5. *Yefremov A. P.* The Fractal Structure of Space Entails Origin of Pauli’s Equation // *Grav. & Cosmol.* 2019. Vol. 25, no. 4. P. 305–309.

## HYPOTHESIS OF QUANTUM ENTANGLEMENT AND FRACTAL SPACE THEORY

**A.P. Yefremov**

*Institute of Gravity and Cosmology, Peoples’ Friendship University of Russia  
(RUDN University)  
3 Ordzhonikidze St, Moscow, 115419, Russian Federation*

**Abstract.** The cardinal differences in the theoretical description of classical and quantum particles, the contradictions of the probabilistic (Copenhagen School) and deterministic (De Broglie – Bohm theory) interpretation of quantum mechanics, and the features of entangled quantum states are briefly discussed. It is assumed that the strange properties of the entangled pair can be explained by the localization of particles not in 3D physical space, but in the domain of a fractal space arising in the process of purely mathematical derivation of the Schrodinger and Pauli equations.

**Keywords:** quantum mechanics, entangled state, fractal space

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1-109-114

## ВОЗМОЖНОЕ КАК СУЩЕЕ: О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ФИЛОСОФИИ И ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Б.Н. Фролов

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

**Аннотация.** Обсуждается проблема *существования* в философии и современной фундаментальной физике. В квантовой механике атрибут существования приписывается не только предметам и физическим полям, но также волновым пакетам, основными функциями которых является указание на перечень возможностей, которые могут реализоваться после редукции волнового пакета. При этом волновые пакеты *гравитируют*. Поэтому с точки зрения философии волновые пакеты (*возможное*) следует причислить к *сущему* как его отдельный элемент в дополнение к предметам и физическим полям. Далее на примере из механики высказывается утверждение, что истинная реальность описывается именно квантовой механикой, в то время как классическая теория дает только близкое к действительности, но тем не менее *иллюзорное* описание реальности. В этом смысле *принцип дополнительности* Н. Бора не является дополнением или противоречием, но разрешается приматом в пользу квантовой механики.

**Ключевые слова:** фундаментальная физика, философия, квантовая теория, принцип дополнительности

На всех этапах развития науки именно фундаментальная физика привносила новые идеи для развития философской мысли. Особенно это относится к влиянию основополагающих принципов квантовой идеологии. Данная работа посвящена анализу еще одной идеи квантовой теории по поводу философского понимания проблемы существования.

Формирование многостолетнего восприятия проблемы существования в философии обязано *классическому* (в противоположность *квантовому*) восприятию физической реальности.

Поскольку *понятие существования* здесь подвергается анализу, в данной статье философское понятие *существование* будет заменено более общим понятием *сущего*.

В философии (как и при обыденном восприятии) *под сущим* понимается *действительно существующее*, что с точки зрения классической физики представляет собой совокупность *предметов*, будь то звезды, планеты или элементарные частицы, а также физические поля, обладающие энергией.

То же относится и к *философски экзотическим* пониманиям реальности. Для примера приведем высказывания, относящиеся к некоторым экзотическим точкам зрения.

«...Все вещи, составляющие Вселенную, не имеют существования вне духовного существа; их бытие состоит в том, чтобы быть воспринимаемыми; ...[иначе] они вовсе не имеют существования...» (Джордж Беркли. Трактат о принципах человеческого знания, часть 1, параграф 6).

«Тела – это не что иное, как комплексы ощущений» (Эрнст Мах).

«Вселенная обязана своим существованием наличием наблюдателей» (А. Уилер при формулировке Антропного принципа участия).

То есть даже в приведенных примерах экзотического взгляда *на проблему существования* речь идет о *завершившихся* процессах:

- объект *уже воспринят* духовным существом,
- ощущения от тела *уже зафиксированы*,
- наблюдения Вселенной *уже завершены*.

Задача данной работы состоит в обосновании, что указанное представление о проблеме существования *неполно* и *противоречит* пониманию современной фундаментальной физики.

Рассмотрим знаменитый опыт по рассеянию электрона на двух щелях в квантовой механике. До рассеяния имеется *один предмет* – *электрон*. Учтем силу гравитации, которую этот электрон создает на некотором достаточно удаленном расстоянии.

После прохождения щелей возникает дифракция, затем в результате интерференции возникает *волновой пакет*. В конце процесса *происходит редукция* этого волнового пакета, в результате которой опять возникает *один предмет* – *электрон*, взаимодействующий с атомами экрана. Этот новый электрон создает на том же расстоянии *ту же гравитационную силу*, что и электрон до падения на щель.

Теперь обратим внимание *на волновой пакет*, который находится за щелью *до своей редукции*. В этом пространстве *нет электронов как предметов*, а есть набор *пси-функций*, который вероятностным образом позволяет *оценить возможность редукции* волнового пакета в том или ином месте экрана. При этом очевидно, что *данный волновой пакет* создает на том же расстоянии *ту же гравитационную силу*, что и электрон до падения на щель и электрон после редукции волнового пакета.

Отсюда мы делаем принципиальный вывод, что *сущее содержит* не только предметы и физические поля, но и «*возможное*», описываемое набором *пси-функций*. Причем «*возможное*» **гравитирует**, что дает нам основание **присоединить «возможное» к сущему**.

Тем самым справедливы следующие утверждения.

«*Возможное*» *ни с чем внешним не взаимодействует*, так как иначе произошла бы редукция волнового пакета.

Также «*возможное*» гравитирует.

Поэтому обращает на себя внимание любопытное обстоятельство, что «*возможное*» по своим свойствам *похоже на темную материю*, так как и то и другое гравитирует, и при этом *ни с чем внешним не взаимодействует*.

Возникает вопрос, может ли проявиться такой гравитационный эффект «*возможного*» (например, в объеме галактики), чтобы он *на порядок превышал* гравитационное воздействие всей галактики.

Если мы *обратимся к вакууму*, содержащемуся в объеме данной галактики, то это может оказаться реальным.

Общепринятая точка зрения состоит в том, что *вакуум содержит огромную энергию*, которая, однако, *реализуется* не в виде энергии элементарных частиц (как предметов), которых в вакууме нет, а *в виде огромного многообразия возможностей по рождению этих элементарных частиц*.

Данная точка зрения требует дополнительного обсуждения, и автор не настаивает на ее действительности, а рассматривает приведенное рассуждение только как некоторую гипотезу, рассматривать которую имеет смысл ввиду отсутствия адекватного объяснения эффекта темной материи.

Приведенное рассуждение *о возможном как сущем* скорее существенно для философии, чем физики, так как в физике на фундаментальном уровне у многих исследователей уже давно сформировалась точка зрения, что *квантовые свойства материи первичны* по отношению к классическому описанию «существующего» как совокупности предметов, будь то планеты, атомы, элементарные частицы, а также физические поля.

Следует отметить, что Р. Пенроуз и ряд физиков [1-7, 9], в том числе российских [8], также изучали вопрос, может ли волновой пакет гравитировать. В частности, их интересует вопрос, происходит ли редукция волнового пакета под действием гравитационного поля и при каких условиях это может произойти.

В связи с изложенными рассуждениями по проблеме *существования* обратимся к философским основам квантовой теории, которые были развиты Н. Бором почти 100 лет тому назад. При этом обратим внимание на главное ядро философии Н. Бора, именно на *принцип дополнительности*, а также на знаменитую дискуссию Н. Бора и А. Эйнштейна.

Есть точка зрения, что принцип дополнительности был сформулирован Н. Бором под влиянием философии Сирена Кьеркегора, который в своем первом сочинении «Или-или» обсуждал проблему некоторого морального противоречия, которое, однако, не имело своего адекватного разрешения. Н. Бор приводит много примеров справедливости различных аспектов принципа дополнительности, но нам представляется, что как раз в области квантовой физики применение этого принципа справедливо только *с определенными оговорками*.

Рассмотрим этот вопрос на известном примере.

Классическая динамика, в частности определяющая траектории движения частиц, подчиняется уравнению Гамильтона – Якоби (одномерный случай,  $S$  – действие,  $(\partial S/\partial x)$  – импульс):

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{1}{2m} \left( \frac{\partial S}{\partial x} \right)^2 + U(x, t) = 0. \quad (1)$$

Это уравнение описывает положение частицы со временем на траектории движения. Предлагается действие  $S$  представить в виде

$$\psi(x, t) = \exp \left\{ \frac{i}{\hbar} S \right\}, \quad \hbar = 1.055 \cdot 10^{-27} \text{ э} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{с}^{-1}; \quad (2)$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} = \frac{i}{\hbar} \frac{\partial S}{\partial t} \psi, \quad \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = \left[ -\frac{1}{\hbar^2} \left( \frac{\partial S}{\partial x} \right)^2 + \left\| \frac{i}{\hbar} \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} \right\| \right] \psi. \quad (3)$$

Второе слагаемое во второй формуле в (3) очень мало по сравнению с первым слагаемым (на около 30 порядков). Исключая это слагаемое из (3) и подставляя производные от  $S$  в (1), получаем

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + U(x,t)\psi, \quad (4)$$

то есть уравнение Шредингера. Оператор импульса:  $\hat{p} = -i\hbar(\partial/\partial x)$ . Для правой части (4) получаем  $\left[ (\hat{p}^2 / 2m) + U \right]$ , то есть гамильтониан.

В результате возникают два уравнения, (1) и (4), отличающиеся на слагаемое с 30 порядком малости. Возникает вопрос, какое из этих уравнений точное, а какое приближенное.

Обычная точка зрения состоит в том, что классическая физика дает точную картину и позволяет определить точный вид траектории, а квантовая теория дает некоторое приближение, обусловленное влиянием прибора на процедуру измерения, в данном случае движения некоторого предмета – частицы – по траектории. Таким образом, всё проявление квантовой теории сводится к проявлению влияния именно этой процедуры измерения. Тем самым точным уравнением полагается уравнение (1), а уравнение (4) считается приближенным.

Мы же со своей стороны полагаем, что анализ всей физической ситуации позволяет утверждать, что именно квантовое уравнение (4) является точным, а уравнение (1) приближенным.

Следует признать, что именно малость постоянной Планка позволяет как с квантовой, так и классической точек зрения увидеть с определенной степенью точности одинаковое движение по траектории частицы как некоторого предмета. *Будь постоянная Планка существенно больше*, мы уже не могли бы без изменения уравнения Шредингера присоединить обратно исключенное второе слагаемое в уравнении (3). Тогда классические решения уравнения Гамильтона–Якоби (1) и новая квантовая реальность, основанная на уравнении Шредингера (4), не обладали бы свойством хотя бы приблизительного соответствия друг другу.

Если бы в новой квантовой реальности, основанной на новом значении постоянной Планка, существовало бы нечто аналогичное современному наблюдателю, то неизвестно, какого вида классический мир он бы наблюдал, и могло бы в нем вообще сохраниться разнообразие предметов, наблюдаемое современным наблюдателем.

Классический мир не является единственно возможным, так как он определяется основополагающими квантовыми принципами, зависящими от значения постоянной Планка. Наше восприятие предметов классического мира представляет собой иллюзию, подобно той, о которой писали

процитированные ранее классики, такие как Беркли, Мах, Уилер. Классический мир нельзя трактовать на равных с квантовым миром, как это предполагается в принципе дополнительности. Противоречие фундаментальной физики, обозначенной Н. Бором как *принцип дополнительности*, на самом деле должно разрешаться как примат квантовой теории по отношению к классическому описанию.

Что касается дискуссии Н. Бора с А. Эйнштейном, то А. Эйнштейн в этом споре занимал позицию реальности законов именно *классического мира*, в то время как Н. Бор (*по нашему мнению*) отстаивал *первичность и истинность квантовых законов*, несмотря на сформулированный им же принцип дополнительности.

Сказанное может быть проиллюстрировано конкретным примером, связанным с теорией электрического тока. В школе, а затем в вузе нас учили, что электрический ток в металле обусловлен потоком электронного газа в границах проводника (как воды в шланге). Это известная теория Друде – Лоренца, в которой электроны описываются классическим распределением Максвелла – Больцмана.

Тем не менее в настоящее время считается, что объяснение движения электрического тока является одной из самых сложных проблем теоретической физики, поскольку в ряде вопросов классическая электронная теория Друде – Лоренца приводит к выводам, находящимся *в противоречии с опытом*.

Эта теория не может, например, объяснить, почему молярная теплоемкость металлов равна  $3R$  ( $R$  – универсальная газовая постоянная). Также не может объяснить температурную зависимость удельного сопротивления металлов. Теория дает  $\rho \sim \sqrt{T}$ , в то время как эксперимент  $\rho \sim T$ . Эта теория не способна объяснить магнитные свойства металлов, а также явление сверхпроводимости.

Правильной является квантово-механическая модель электрического тока, предложенная А. Зоммерфельдом, которая использует распределение Ферми – Дирака. В этой теории упорядоченное движение электронов рассматривается как процесс распространения электронных волн де Бройля в среде, напоминая механизм рассеяния оптической волны в мутных средах. При этом оказывается, что  $\rho \sim T$ .

Таким образом, абсолютное большинство образованного населения планеты имеет ментальный образ движения электрического тока, существенно отличный от реальной причины явления.

По аналогии можем заключить, что все наше восприятие классических предметов *столь же иллюзорно*, а в реальности мы имеем лежащие в основе явлений квантовые закономерности, иногда для нас *достаточно непривычные* (например, квантовая телепортация).

## Литература

1. *Károlyházy F. Gravitation and Quantum Mechanics of Macroscopic Objects // Nuovo Cim. 1966. Vol. 42 A. P. 390–402.*

2. Di'osi L. Gravitation and the quantum-mechanical localization of macro-objects // Phys. Lett. A. 1984. Vol. 105. P. 199–202.
3. Penrose R. Gravity and quantum mechanics // General Relativity and Gravitation. 1993. Vol. 13. Part 1: Plenary Lectures 1992. Proceedings of the Thirteenth International Conference on General Relativity and Gravitation held at Cordoba, Argentina, 28 June – 4 July 1992 / eds. R. J. Gleiser, C. N. Kozameh, O. M. Moreschi (Inst. of Phys. Publ. Bristol & Philadelphia). P. 179–189.
4. Penrose R. On gravity's role in quantum state reduction // Gen. Rel. Grav. 1996. Vol. 28. P. 581–600.
5. Penrose R. On the gravitization of quantum mechanics 1: quantum state reduction // Found Phys. 2014. Vol. 44. P. 557–575.
6. Penrose R. On the gravitization of quantum mechanics 2: conformal cyclic Cosmology // Found Phys. 2014. Vol. 44. P. 873–890.
7. Fuentes I., Penrose R. Quantum state reduction via gravity, and possible tests using Bose-Einstein condensates // Collapse of the Wave Function: Models, Ontology, Origin, and Implications / S. Gao (ed.). Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2018.
8. Kassandrov V. V., Markova N. N. Relativistic generalization of the Schrödinger-Newton model for the wave function reduction 2020. URL: arXiv: 2010.03971v1 [gr-qc].
9. Di'osi L. Schrödinger-Newton equation with spontaneous wave function collapse. 2022. URL: arXiv: 2210.15057v1 [quant-ph]
10. Казаков К. А. Введение в теоретическую и квантовую механику. М.: МГУ, физ. факультет, 2008.

## THE POSSIBLE AS BEING: ON THE INTERACTION OF PHILOSOPHY AND FUNDAMENTAL PHYSICS

B.N. Frolov

*Moscow Pedagogical State University  
1, build. 1, Malaya Pirogovskaya St, Moscow, 119991, Russian Federation*

**Abstract.** The problem of *existence* in philosophy and modern fundamental physics is discussed. In quantum mechanics, the attribute of existence is attributed not only to objects and physical fields, but also to wave packets, the main functions of which are to indicate the list of possibilities that can be realized after the reduction of the wave packet. At the same time, the wave packets *gravitate*. Therefore, from the point of view of philosophy, wave packets (*Possible*) should be ranked among the *Being* as its separate element in addition to objects and physical fields. Further, using an example from mechanics, the statement is made that the true reality is described precisely by quantum mechanics, while the classical theory gives only a description of reality that is close to reality, but nevertheless an *illusory* description. In this sense, the *complementarity principle* of N. Bohr is not an addition or a contradiction but must be resolved by the primacy in favor of quantum mechanics.

**Keywords:** fundamental physics, philosophy, quantum theory, complementarity principle

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1-115-134

## О КВАНТОВАНИИ МАССЫ

**В.В. Варламов**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
Российская Федерация, 654007, Новокузнецк, ул. Кирова, д. 42*

**Аннотация.** Рассматривается проблема спектра масс элементарных частиц с позиций редукционизма и холизма. Показывается, что при холистическом описании первостепенное значение приобретает понятие субстанции (энергии), а элементарные частицы понимаются как эмерджентные состояния, имеющие второстепенную роль. Приводится система аксиом, задающая основные определения спектра материи. При этом спектр состояний («элементарных частиц») появляется в результате квантования массы (энергии). Выводится массовая формула, зависящая от квантовых чисел, задающих собственные значения операторов Казимира группы Лоренца.

**Ключевые слова:** холизм, редукционизм, спектр масс, массовые формулы, элементарная длина, несепарабельные состояния, дальное действие

В начале была симметрия.

*Вернер Гейзенберг [1. С. 349]*

### Введение

Одной из наиболее важных нерешённых проблем теоретической физики является описание спектра масс элементарных частиц. Это одна из 30 проблем в списке Гинзбурга [2]: 14-я проблема Гинзбурга: *Спектр масс элементарных частиц*.

Как известно, кварковая модель, основанная на  $SU(3)$ -симметрии по аромату, не объясняет спектр масс элементарных частиц. Массовая формула Гелл-Манна – Окубо объясняет только расщепление масс внутри супермультиплетов  $SU(3)$ -теории, а именно гиперзарядовое расщепление масс внутри супермультиплетов и зарядовое расщепление внутри изотопических мультиплетов, принадлежащих данному супермультиплету. Действие группы  $SU(3)$  аналогично эффекту Зеемана в атомных спектрах, то есть это действие приводит к различным массовым уровням внутри зарядовых мультиплетов посредством  $SU(3)/SU(2)$ -редукции. Массы частиц, принадлежащих данному супермультиплету группы  $SU(3)$  в  $SU(3)/SU(2)$ -редукции, в квадратичном случае определяются массовой формулой Гелл-Манна – Окубо [3; 4]:

$$m^2 = m_0^2 + \alpha + \beta Y + \gamma \left[ I(I + 1) - \frac{1}{4} Y^2 \right] + \alpha' - \beta' Q + \gamma' \left[ U(U + 1) - \frac{1}{4} Q^2 \right], \quad (1)$$

где  $Q$  и  $Y$  – заряд и гиперзаряд частицы,  $I$  и  $U$  – изотопические спины ( $I$ - и  $U$ -спины соответствуют различным фиксациям подалгебры  $SU(2)$  в алгебре  $SU(3)$ ). Коэффициенты  $\alpha, \alpha', \beta, \beta', \gamma, \gamma'$  удовлетворяют соотношению

$$\frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\beta'}{\beta} = \frac{\gamma'}{\gamma} = \theta, \quad |\theta| \ll 1.$$

В случае, когда условие  $\delta m^2 / m_0^2 \ll 1$  выполняется, квадратичная массовая формула (1) может быть заменена линейной массовой формулой

$$m = m_0 + \alpha + \beta Y + \gamma \left[ I(I + 1) - \frac{1}{4} Y^2 \right] + \alpha' - \beta' Q + \gamma' \left[ U(U + 1) - \frac{1}{4} Q^2 \right]. \quad (2)$$

Далее, в случае «спин-ароматной»  $SU(6)$ -симметрии имеем следующую массовую формулу Бега – Синга [5]:

$$m^2 = m_0^2 + \mu_1 C_2(3) + \mu_2 \cdot 2J(J + 1) + \mu_3 Y + \mu_4 \left[ 2S(S + 1) + \frac{1}{4} Y^2 - C_2(4) \right] + \mu_5 \left[ -\frac{1}{2} Y^2 + 2T(T + 1) \right] + \mu_5 [2N(N + 1) - 2S(S + 1)], \quad (3)$$

где  $C_2(3)$  и  $C_2(4)$  – операторы Казимира группы  $SU(6)$ ,  $Y$  – гиперзаряд,  $J$  и  $T$  – операторы спина и изоспина,  $S$  и  $N$  – так называемые странный и нестранный спины. Как и в случае  $SU(3)$ -теории, групповое действие  $SU(6)$  аналогично эффекту Зеемана, т.е. это действие приводит к расщеплению масс состояний («частиц») внутри гипермультиплетов группы  $SU(6)$  (56-плет барионов и 35-плет мезонов) посредством  $SU(6)/SU(3)$ - и  $SU(6)/SU(4)$ -редукций.

В Particle Data Group (PDG) для описания состояний с высшими спинами используется «спин-ароматно-орбитальная»  $SU(6) \times O(3)$ -симметрия. Классификация частиц, принятая в PDG, основана на квантовых числах группы  $SU(6) \times O(3)$ :  $I(J^P)$  для барионов и  $I(J^{PC})$  для мезонов, где  $J$  – спин,  $I$  – изотопический спин,  $P$  – четность,  $C$  – зарядовая четность. Следует отметить одно важное обстоятельство, касающееся определения спина в кварковой модели (соответственно, в  $SU(6) \times O(3)$ -модели). Согласно этой модели, спин элементарной частицы ( $q\bar{q}$ -мезона или  $qqq$ -бариона) определяется формулой  $\mathbf{J} = \mathbf{L} + \mathbf{S}$ , т.е. равен полному моменту количества движения соответствующей  $q\bar{q}$ - или  $qqq$ -системы кварков, здесь  $\mathbf{L}$  – орбитальный момент системы кварков,  $\mathbf{S}$  – суммарный спин кварков. Таким образом, здесь имеет место *механическое* определение спина. Однако спин не является механическим понятием. В.А. Фок отмечал: «Слово „спин“ буквально означает „верчение“; название произошло потому, что относящиеся к этой степени свободы

операторы могут быть формально истолкованы как операторы собственного момента количества движения электрона. Это не значит, однако, что электрон может быть уподоблен волчку или вращающемуся шарикю и т.п.; механические уподобления здесь решительно непригодны... спин представляет не механическое понятие» [6. С. 111]. Как известно, понятие спина ввел Паули в 1925 году, объясняя дублетную структуру спектра щелочных металлов (аномальный эффект Зеемана): «Дублетная структура спектров щелочных металлов, а также нарушение теоремы Лармора, согласно этой точке зрения, объясняется своеобразной, классически не описываемой двузначностью квантово-теоретических свойств излучающего электрона» [7. С. 644]. Ван дер Варден отмечает: «Эту не поддающуюся классическому описанию двузначность электрона ныне мы называем спином» [8. С. 236]. Замещение *неклассического* понятия спина классическим механическим (пространственным) определением является наиболее слабым местом модели кварков, именно тут кроется причина всех последующих проблем барионной спектроскопии и «загадки спина протона».

Проблемы барионной спектроскопии являются следствием механической интерпретации спина адронов в модели кварков. В рамках  $SU(6) \times O(3)$ -модели система трёх тел (трёх кварков  $q_1, q_2, q_3$ ) может быть редуцирована к двум разделённым 3-мерным гармоническим осцилляторам относительно параметров Якоби  $\rho$  и  $\lambda$  (каждый с частотой  $\omega = \sqrt{3K/m}$ ). Параметр  $\rho$  описывает относительное движение кварков  $q_1$  и  $q_2$ , а  $\lambda$  – движение кварка  $q_3$  по отношению к системе покоя «дикварка»  $q_1, q_2$ . При этом масса бариона вычисляется согласно формуле

$$M = 3m + const + \omega(N + 3), \quad (4)$$

где  $N = 2k_\rho + 2k_\lambda + l_\rho + l_\lambda$  – номер полосы,  $m$  – масса кварка, для обоих осцилляторов ( $\rho$  и  $\lambda$ ) –  $k, l = 0, 1, 2, \dots$ . Однако «спин-ароматно-орбитальная» симметрия  $SU(6) \times O(3)$  сталкивается с серьёзными трудностями при описании барионного спектра. Проблема связана с так называемыми «возбуждёнными барионами» (excited baryons). Для трёх первых полос имеется следующая последовательность мультиплетов:

$$\begin{aligned} N = 0: & \quad (56, 0^+), \\ N = 1: & \quad (70, 1^-), \\ N = 2: & \quad (56', 0^+), (70, 0^+), (56, 2^+), (70, 2^+), (20, 1^+). \end{aligned}$$

Здесь (размерность  $SU(6)$ -мультиплета,  $L^P$ ), где  $L$  – полный орбитальный момент  $q_1q_2q_3$ -системы,  $P$  – чётность. Если для  $N = 0$  (основное состояние  $l_\rho = l_\lambda = 0$ ) и  $N = 1$  существуют экспериментально обнаруженные барионы, то для  $N = 2$  большая часть (более половины) предсказанных состояний не наблюдаются. В частности, нет ни одного наблюдаемого бариона, принадлежащего к  $(20, 1^+)$ -мультиплету. Это так называемая проблема «отсутствующих резонансов», которая на сегодняшний день не имеет решения в рамках кварковой модели. Ситуация настолько серьёзна, что авторы обзора [9] по барионной спектроскопии пишут: «Эти вопросы барионной физики фундаментальны. Если новые барионы не будут найдены, то отсюда следует вывод, что

КХД и кварковая модель, приводящие к ошибочным предсказаниям, основаны на неверных представлениях. Нынешнее понимание КХД должно быть пересмотрено, а динамика внутри кварковой модели должна быть изменена».

В формулах Гелл-Манна – Окубо (1)–(2) и в формуле Бега – Синга (3)  $m_0$  зависит от выбранного супермультиплета группы  $SU(3)$  (гипермультиплета в случае группы  $SU(6)$ ) и конкретное значение  $m_0$  не определяется в рамках  $SU(3)$ - и  $SU(6)$ -теорий. Вместе с тем в природе наблюдается большое число барионных октетов (см., например, сайт PDG: [pdg.lbl.gov](http://pdg.lbl.gov)), массовые расстояния (полосы) между которыми не объясняются формулами (1)–(4). Как правило, все значения масс, предсказываемых в  $SU(3)$ -,  $SU(6)$ - и  $SU(6) \times O(3)$ -моделях, имеют низкую точность (в среднем 4%-6%).

Как известно, в стандартной модели (СМ) число основных параметров равно 18:

$$\begin{aligned} m_e, m_w, m_d; m_\mu, m_s, m_c; m_\tau, m_b, m_t; \\ \theta_w, \theta_d, \theta, \delta; \\ M_w, M_h; \\ \alpha, \alpha_s, \alpha_W. \end{aligned}$$

Тринадцать из этих постоянных напрямую связаны с массами фермионов, а именно – лептонов ( $m_e, m_\mu, m_\tau$ ), кварков ( $m_u, m_d, m_s, m_c, m_b, m_t$ ), включая углы смешивания ( $\theta_w, \theta_d, \theta, \delta$ ). Число параметров СМ не является жёстко фиксированным. Так, в связи с тем что обнаружены нейтринные осцилляции, СМ нуждается в расширении, которое дополнительно вводит 3 массы нейтрино и как минимум 4 параметра PMNS-матрицы смешивания нейтрино (матрицы Понтекорво – Маки – Накагавы – Сакааты), аналогичные СКМ-матрицы смешивания кварков и, видимо, ещё 2 параметра, если нейтрино являются майорановскими частицами. Все эти массовые параметры определяются согласно экспериментальным измерениям и не могут быть предсказаны в рамках СМ. СМ рассматривает эти массовые параметры как «*фундаментальные постоянные*». По этой причине стандартную модель следует рассматривать как первый шаг по направлению к более полной теоретической схеме. Как следствие данной ситуации, в СМ имеются три типа так называемых «*фундаментальных частиц*» (кварки, лептоны и калибровочные бозоны).

С. Вайнберг, подводя итоги развития физики элементарных частиц второй половины XX века, пишет: «Но сейчас мы застряли. Годы, прошедшие с середины 1970-х, были самыми бесплодными в истории физики элементарных частиц» [10. С. 8].

Естественно задать вопрос: в чем причина тупика, в котором сейчас находится физика элементарных частиц? Ответ может показаться парадоксальным, но главной причиной тупика видится атомная гипотеза, то есть представление о том, что материя есть некий агрегат, состоящий из фундаментальных (неделимых) субъединиц. Фейнман отмечал, что атомная гипотеза представляет собой наиболее важную и информативную часть научного знания. На официальном сайте ЦЕРН в качестве главной миссии провозглашается:

«At CERN, we probe the fundamental structure of the particles that make up everything around us» (<https://home.cern/about>). Представление о том, что все построено из частиц, что целое есть сумма своих частей, что все глобальные свойства системы  $S$ , взятой как целое, целиком и полностью определяются состояниями подсистем (частей) и их физическими взаимодействиями, составляет сущностное определение редукционизма и *принципа сепарабельности*. Возникающая при редукционистском описании корпускулярная картина приводит к механическому разделению целого на части, к построению механических моделей на микроуровне (планетарная модель Бора на атомном уровне, модель кварков на субатомном (адронном) уровне).

Однако, как известно, принцип сепарабельности, являющийся исходной посылкой редукционизма, имеет ограниченное применение в квантовой механике. Если подсистемы (части) системы  $S$  находятся в *несепарабельном* (запутанном) состоянии, то никакие глобальные свойства системы  $S$ , взятой как целое, *не зависят и не определяются* свойствами её частей. В рамках запутанной квантовой системы не имеется чистого состояния для какой-либо отдельной подсистемы, то есть никакая из подсистем  $S_1, S_2, \dots, S_N$  не обладает индивидуальным независимым существованием. В любом случае квантовой запутанности недопустимо рассматривать части *квантового целого* как автономные сущности. Иными словами, в случае несепарабельных состояний части «растворяются» в целом, превращая последнее в бесструктурное состояние. Представление о «бесструктурном» состоянии вовсе не означает, что за этим понятием не стоит никакой структуры вообще. Это лишь означает, что эта структура иного порядка, не привнесённая извне, как говорил Гейзенберг, из «репертуара классической физики», а структура, естественно вытекающая из математического аппарата квантовой механики (векторы состояния, группа симметрии, гильбертово пространство, тензорные произведения гильбертовых ( $\mathbb{K}$ -гильбертовых) пространств и т.д.).

Антитезой редукционизма является холизм. Квантовые феномены отличаются от феноменов классических своей холистичностью и несепарабельностью. Квантовая механика по своей природе холистична, её основные положения не требуют какой-либо привязки к пространству-времени. Этот факт находит все большее подтверждение в последних экспериментах по проверке неравенств Белла (опыты Фридмана – Клаузера, Аспе, Гринберга – Хорна – Цайлингера<sup>1</sup> и др.). Поскольку вся «физика элементарных частиц» – это по преимуществу область квантовых феноменов, то естественным образом возникает необходимость описания этой области с позиции холизма. Существовали ли в истории физики попытки холистического описания «элементарных частиц»? Первой и, пожалуй, единственной попыткой такого рода была *нелинейная спинорная теория материи* Гейзенберга [11; 12].

<sup>1</sup> На момент написания этой статьи (ноябрь 2022 г.) трое из перечисленных исследователей (Дж. Клаузер, А. Аспе, А. Цайлингер) были удостоены Нобелевской премии по физике за «эксперименты с запутанными фотонами, установление нарушения неравенств Белла и новаторство в квантовой информатике».

## 1. Элементарная длина

По мнению Гейзенберга, трудности теории элементарных частиц носят глубоко принципиальный характер, столь же затрагивающие основные принципы, как трудности теории электромагнитных явлений до создания теории относительности и трудности теории атомных явлений до создания квантовой теории. В статье «Границы применимости современной квантовой теории» (1938 г.) [13] он отметил, что расхожимости «препятствуют формулировке в замкнутой форме квантовой теории элементарных частиц, которая позволила бы объяснить явления, наблюдаемые в ядерной физике и в космических лучах» [13. С. 272]. И далее Гейзенберг вводит понятие *элементарной длины*: «Это обстоятельство наводит на мысль, о том, что в теории элементарных частиц существенную роль играет некая универсальная постоянная, имеющая размерность длины, и что все расхожимости исчезнут, если должным образом учесть эту постоянную» [13. С. 272]. Гейзенберг обосновывает классический радиус электрона

$$r_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e^2}{m_e c^2} = 2,8179403227(19) \times 10^{-15} \text{ м}$$

как фундаментальный масштаб (с точностью до порядка)  $r_e \sim l_0$ : «По данным ядерной физики универсальная длина по порядку величины сравнима с классическим радиусом электрона  $r_0 = 2,81 \cdot 10^{-13}$  см. Среди характерных проявлений универсальной длины можно назвать существование элементарных частиц с массой около  $\hbar/r_0 c$  (к их числу принадлежат нейтроны, протоны, тяжелые электроны), ядерные силы, действующие на расстоянии  $r_0$  и, наконец, взрывообразные процессы при столкновении частиц с энергией, превышающей  $\hbar c/r_0$  в системе центра масс. В то же время можно предположить, что универсальная длина указывает границы применимости современной теории, так же как  $\hbar$  и  $c$  определяют границы применимости классической физики» [13. С. 272].

Основываясь на масштабе  $l_0 \sim 10^{-13}$  см, как фундаментальном, Гейзенберг в 1950-е годы развил нелинейную квантовую теорию поля. Подход Гейзенберга [11] был основан на нелинейном обобщении уравнения Дирака при предположении полевой сущности массы. В основу теории Гейзенберга кладется некоторое фундаментальное спинорное поле («праматерия»), описываемое нелинейным волновым уравнением, в котором член с массой был заменен на нелинейный член с коэффициентом  $l_0$ :

$$i\sigma^\nu \frac{\partial \chi(x)}{\partial x^\nu} + l_0^2 \sigma^\nu: \chi(x) (\chi^*(x) \sigma_\nu \chi(x)) := 0.$$

Здесь полевой оператор  $\chi(x)$  определяется как двухкомпонентный (вейлевский) спинор относительно преобразований Лоренца и как двухкомпонентный спинор в изопространстве,  $\sigma^\nu$  – матрицы Паули. Гейзенберг полагал, что возбужденные состояния поля (праматерии)  $\chi(x)$  приводят к различным реально наблюдаемым частицам, составляющим спектр материи.

По Гейзенбергу, именно величина  $l_0$  задает также характерный масштаб масс элементарных частиц. Приняв за единицу массы

$$\frac{\hbar}{cl_0} = \frac{70 \text{ Мэв}}{c^2},$$

мы получаем с хорошей степенью точности массы покоя частиц [14]:

$\mu$ – мезон = 3/2	$\Lambda$ – гиперон = 16
$\pi$ – мезон = 2	$\Sigma$ – гиперон = 17
$K$ – мезон = 7	$\Xi$ – гиперон = 19
$\eta$ – мезон = 8	электрон = 1/137
протон и нейтрон = 13,5	фотон, нейтрино и гравитон = 0.

## 2. Бальмероподобные формулы

Впервые отмеченную Гейзенбергом в 1938 году зависимость масштаба масс элементарных частиц от фундаментальной длины  $l_0$  далее (в 1952 г.) продолжил Ёитиро Намбу в работе [15]. Намбу обратил внимание на существование эмпирических («бальмероподобных») зависимостей в спектре масс элементарных частиц, подчиняющихся следующей формуле:

$$m_N = (N/2)137 \cdot m_e, \tag{5}$$

где  $N$  – положительное число,  $m_e$  – масса электрона. В дальнейшем эмпирические зависимости вида (5) изучались многими авторами [16–22].

Формула Намбу (5) может быть записана также через постоянную тонкой структуры:

$$m = \frac{N}{2\alpha} m_e, \tag{6}$$

что приводит к так называемому  $\alpha$ -квантованию масс элементарных частиц.

В 2003 году Сидхарт [23] предложил следующую эмпирическую формулу:

$$\text{mass} = 137 \cdot m \left( n + \frac{1}{2} \right), \tag{7}$$

где  $m$  и  $n$  – положительные целые числа. Формула Сидхарта (7) описывает весь спектр масс элементарных частиц (известный на момент 2003 г.) с точностью до 3%. Сидхарт предпринимал попытки связать числа  $m$  и  $n$  с квантовыми числами гармонического осциллятора. Действительно, формула (7) очень похожа на формулу для энергии квантового гармонического осциллятора  $E_n = \hbar\omega(n + 1/2)$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots$ . Однако теоретический смысл этих чисел, как и числа  $N$  в других «бальмероподобных» формулах (формулы (5)–(6)), остается неясным.

Далее, в 1979 году Азим Орхан Барут [24] предложил массовую формулу для лептонов:

$$m(N) = m_e \left( 1 + \frac{3}{2} \alpha^{-1} \sum_{n=0}^{n=N} n^4 \right), \tag{8}$$

где  $\alpha \approx 1/137$  – постоянная тонкой структуры. Согласно (8) массы электрона, мюона и  $\tau$ -лептона определяются при  $N = 0, 1$  и  $2$  соответственно.

В связи с массами заряженных лептонов уместно вспомнить еще одну эмпирическую массовую формулу. В 1983 году Койде [25] предложил следующую формулу:

$$m_e + m_\mu + m_\tau = \frac{2}{3} (\sqrt{m_e} + \sqrt{m_\mu} + \sqrt{m_\tau})^2,$$

связывающую массы заряженных лептонов. Интересно отметить, что предсказанное Койде (на основании этой формулы) значение массы тау-лептона (1777 MeV) практически идеально совпадает с современным экспериментальным значением массы этой частицы, в то время как на момент 1983 года это значение равнялось 1784 MeV. О формуле Койде, её интерпретациях и приложениях см. [26–28].

В связи с вышеизложенным возникает следующая задача: дать теоретико-групповую интерпретацию эмпирических зависимостей в бальмероподобных формулах спектра масс, то есть дать теоретическое обоснование числа  $N$  в формуле Намбу (5).

### 3. Что такое элементарная частица?

Прежде чем говорить что-либо осмысленное о спектре масс элементарных частиц (14-я проблема Гинзбурга), необходимо определиться с понятием «элементарная частица», иначе вся постановка проблемы не имеет смысла (спектр «неизвестно чего»? ). На самом деле это центральный (ключевой) вопрос, этим вопросом («что такое элементарная частица?») задавались Гейзенберг [29], Шрёдингер [30], Марков [31]. Отцы-основатели квантовой механики (Гейзенберг, Шрёдингер) в своих статьях с одинаковым названием не дали ясного однозначного ответа на этот вопрос. И до сих пор не существует единого общепринятого понятия о данном феномене (квантовом микрообъекте). Как следствие возник широкий спектр нечётких и размытых представлений о квантовом микрообъекте. В недавней статье «Что такое частица?» [32] Вулховер суммирует эти представления. Перечислим некоторые из них:

- 1) частица как результат коллапса волновой функции;
- 2) частица как возмущение квантованного поля;
- 3) частица как неприводимое представление группы;
- 4) частица как вибрация струны;
- 5) частица как деформация информационного океана.

Первое представление (оно же и исторически первое) связано с постулатом Дирака-фон Неймана о редукции квантовой суперпозиции (так называемый коллапс волновой функции). Это представление говорит о том, что «частица» (квантовый микрообъект) есть *актуализированная* часть («верхушка айсберга») бесконечного множества *потенциально* существующих состояний (квантовой суперпозиции). О втором представлении более подробно будет сказано ниже. Третья интерпретация восходит к работе Вигнера [33], в которой элементарная частица описывается неприводимым представлением

группы Пуанкаре. В данном подходе главенствующую роль приобретает понятие симметрии. Гейзенберг отмечал: «„В начале была симметрия“ – идея, безусловно, более правильная, чем демокритовский тезис „в начале была частица“. Элементарные частицы являются воплощениями симметрий, их простейшими выражениями, однако они – лишь следствие симметрий» [1. С. 349]. Пятое представление восходит к Уг-гипотезе фон Вайцеккера [34], а также к гипотезе пространственно-временного кода Финкельштейна [35]. Согласно этому представлению, фундаментальным первоэлементом является бит информации, а все материальные объекты есть некие «конструкты» информационного поля.

Возвращаясь к проблеме холистического описания квантовых микрообъектов, необходимо прежде всего выяснить, чем является понятие «элементарная частица» с позиции холизма. В отличие от редукционизма, где это понятие является базовым формообразующим элементом, посредством которого определяется *целое* как сумма своих частей, в холизме это понятие приобретает второстепенную (подчиненную) роль либо полностью растворяется в *целом*. Теперь уже часть не обладает автономной сущностью, а представляет собой некоторое *состояние целого, модус субстанции*. В связи с этим полезно вспомнить три теоремы Спинозы о субстанции [36]:

*Субстанция по природе первое своих состояний* (Теорема 1 [36. С. 363]);

*Всякая субстанция необходимо бесконечна* (Теорема 8 [36. С. 365]);

*Субстанция абсолютно бесконечная неделима* (Теорема 13 [36. С. 372]).

Эти три теоремы основоположника европейского пантеизма представляют собой три базовых холистических принципа: целое больше своих частей, субстанция (энергия) бесконечна, целое (субстанция) неделимо.

Итак, с позиции холизма понятие «элементарная частица», не обладающее автономной сущностью, является состоянием субстанции (целого). М.А. Марков в статье «О современной форме атомизма» [31], анализируя эволюцию понятия «элементарная частица», приходит к выводу: «Если дано понятие поля, то дальше следует определение: элементарная частица – атом данного поля. Только в этом случае слово „атом“ современной физики заменяется словом „квант“. Данная элементарная частица – это простейший элемент данного поля, или просто „квант данного поля“» [31. С. 412]. Согласно Маркову, частица – это квант поля, *если дано понятие поля*, то есть поле – это первостепенное понятие, частица (квант) – второстепенное (производное от поля). Легко видеть, что определение частицы по Маркову согласуется со вторым представлением частиц в перечислении Вулховер [32] (частица как возмущение квантованного поля). Здесь же уже виден эмерджентный характер частиц (возмущение поля) и даже просматривается первая теорема Спинозы. Однако отождествление поля и субстанции неправомерно. Поле является необходимым атрибутом концепции близкодействия, определение поля требует наличия пространственно-временного континуума (для передачи взаимодействия от точки к точке). Понятие кванта возникло вне какой-либо связи с полевыми представлениями. Более того, дискретность энергии (закон Планка) находится в противоречии с непрерывностью континуума. С позиции холизма частица – это не квант поля, а *квант энергии*.

Еще ближе к пониманию холистической природы квантовых микрочастиц подошел Гейзенберг. В статье «О математических основах теории элементарных частиц» [37] Гейзенберг отмечает, что «частица» – это способ, которым реализуется то или иное *состояние* некоего «единого поля»: «...будущей теории элементарных частиц придется принять за исходное некое единое поле, называемое просто „веществом“ или „энергией“, а не частицы какого-нибудь специального типа. Для этого единого поля можно указать некоторые коммутационные соотношения и полевые уравнения, приводящие к существованию непрерывных и дискретных собственных значений. Дискретные собственные значения описывают „частицы“, которые в зависимости от принятого соглашения можно назвать элементарными или составными, не проводя строгого различия между определениями тех и других» [37. С. 373]. Здесь Гейзенберг отождествляет исходное «единое поле» с энергией (субстанцией), а состояния (уровни энергии) субстанции с дискретными собственными значениями приписываются «частицам», вторичным по отношению к субстанции понятиям (модусы субстанции). По сути, здесь повторяется первая теорема Спинозы: «...различные элементарные частицы можно рассматривать как разные формы существования фундаментальной субстанции – материи или энергии» [11. С. 12]. Однако Гейзенберг полагал, что «единое поле»  $\chi(x)$  (праматерия) определено в пространстве-времени, кроме того, нелинейное уравнение для  $\chi(x)$  требовало введения гильбертова пространства с индефинитной метрикой. «Элементарные частицы» представлялись как возмущения поля  $\chi(x)$  посредством спектр-генерирующего нелинейного члена в уравнении Гейзенберга. Уже на тот момент (конец 1950-х гг.) эта спектр-генерирующая схема оказалась слишком узкой для описания все более возрастающего числа открываемых частиц. Бор назвал теорию Гейзенберга «недостаточно сумасшедшей», чтобы быть истинной<sup>2</sup>.

В подходе Гейзенберга, опирающемся на полевые представления, пространственно-временной континуум, в котором определено нелинейное уравнение «поля материи», имеет статус фундаментального уровня. Ограниченный характер спектр-генерирующего механизма нелинейной спинорной теории материи обусловлен именно этим обстоятельством. Здесь как нельзя кстати слова де Бройля: «...мы должны с большими или меньшими трудностями втиснуть микроскопические явления в рамки понятий пространства и времени, хотя нас все время будет беспокоить чувство, что мы пытаемся втиснуть алмаз в оправу, которая ему не подходит» [39. С. 177]. Однако с тех пор фундаментальный статус пространства-времени, все более подвергаемый сомнению, в последнее время трансформировался в убеждение, поддерживаемое сейчас многими авторами, о том, что континуум есть *эмерджентная конструкция* (твисторная программа Пенроуза [40], бинарная геометрофизика Ю.С. Владимирова [41], теория декогеренции Зурека [42]).

<sup>2</sup> Это произошло на лекции Паули в Колумбийском университете (1958 г.), посвященной нелинейной спинорной теории материи. Как известно, в 1957 году Паули присоединился к Гейзенбергу в исследовании групповых свойств его уравнения. Гейзенберг в очерке «Единая теория поля» [38] так пишет о Паули: «У него появилась твердая надежда, что это уравнение, являющееся по своей простоте и высокой симметрии уникальным образованием, должно стать верной отправной точкой для единой теории поля элементарных частиц» [38. С. 344].

Теории, претендующей быть «достаточно сумасшедшей» по Бору, необходимо выйти за пределы континуума.

#### 4. Спектр материи

Несмотря на все шероховатости и трудности единой нелинейной спинорной теории материи, главной заслугой подхода Гейзенберга является четкая постановка холистической парадигмы в описании квантовых микрообъектов: демокритовский тезис «в начале была частица» заменяется на «в начале была симметрия (энергия)» (целое предшествует своим частям). Отсюда следует отрицание фундаментальной роли «элементарных частиц» как неких кирпичиков мироздания, их низведение до роли эмерджентных производных состояний целого (модусов субстанции). Как следствие, формулировка «спектр элементарных частиц», теряющая фундаментальный смысл, заменяется на *спектр материи* (спектр субстанции).

Следуя Гейзенбергу, будем считать, что на фундаментальном уровне (микроуровне) основной наблюдаемой является энергия, природа которой согласно закону Планка дискретна<sup>3</sup>, то есть «гранулирована», а «гранулой» (минимальной дискретной порцией) является квант энергии. Под *фундаментальным уровнем* понимается уровень, на котором реализуется масштаб элементарной длины  $l_0$ . Последующее изложение основано на интерпретации «элементарной частицы» как *кванта энергии* и алгебраическом квантовании (ГНС-конструкция), в котором основным оператором  $C^*$ -алгебры является оператор энергии  $H$ . Приведём следующую систему определений (аксиом) [43]:

**А.І** (Энергия и фундаментальная симметрия). *Единая квантовая система  $\mathbf{U}$  на фундаментальном уровне характеризуется  $C^*$ -алгеброй  $\mathfrak{A}$  с единицей, состоящей из оператора энергии  $H$  и присоединённых к  $H$  генераторов группы фундаментальной симметрии  $G_f$ , образующих с  $H$  общую систему собственных функций.*

**А.ІІ** (Состояния). *Физическое состояние  $C^*$ -алгебры  $\mathfrak{A}$  определяется циклическим вектором  $|\Phi\rangle$  представления  $\pi C^*$ -алгебры в сепарабельном гильбертовом пространстве  $\mathcal{H}_\infty$ :*

$$\omega_\Phi(H) = \frac{\langle \Phi | \pi(H) \Phi \rangle}{\langle \Phi | \Phi \rangle}.$$

*Множество  $PS(\mathfrak{A})$  всех чистых состояний  $C^*$ -алгебры  $\mathfrak{A}$  совпадает с множеством всех состояний  $\omega_\Phi(H)$ , ассоциированных со всеми неприводимыми циклическими представлениями  $\pi$  алгебры  $\mathfrak{A}$ ,  $|\Phi\rangle \in \mathcal{H}_\infty$  (конструкция Гельфанда – Наймарка – Сигала).*

**А.ІІІ** (Пространство лучей). *Множество всех чистых состояний  $\omega_\Phi(H)$  при выполнении условия  $\omega_\Phi(H) \geq 0$  образует физическое  $\mathbb{K}$ -гильбертово пространство  $\mathcal{H}_{phys}(\mathbb{K})$  (ГНС-гильбертово пространство, снабженное*

<sup>3</sup> Уже здесь, на первом шаге, отрицается континуум.

$\mathbb{K}$ -структурой\*-кольца). Для каждого вектора состояния  $|\Psi\rangle \in \mathcal{H}_{phys}$  существует единичный луч  $\Psi = e^{i\alpha}|\Psi\rangle$ , где  $\alpha$  пробегает все вещественные числа и  $\sqrt{\langle \Phi | \Phi \rangle} = 1$ . Пространство лучей есть фактор-пространство  $\tilde{\mathcal{H}} = \mathcal{H}_{phys}/S^1$ , то есть проективное пространство одномерных подпространств из  $\mathcal{H}_{phys}$ . Все состояния единой квантовой системы  $\mathbf{U}$  описываются единичными лучами.

**A.IV** (Аксиома спектральности). В  $\tilde{\mathcal{H}}$  существует полная система состояний с неотрицательной энергией.

В первой аксиоме даются определения основных структурных составляющих формализма. Согласно фон Нейману [44], примитивными (неопределяемыми) понятиями формализма квантовой механики являются *система*, *наблюдаемая* и *состояние*. В качестве наблюдаемой берется  $C^*$ -алгебра, состоящая из оператора энергии  $H$  и присоединенных к  $H$  генераторов группы фундаментальной симметрии  $G_f$ . Здесь необходимо сделать пояснение, касающееся группы  $G_f$ . Фундаментальная симметрия  ${}^4G_f$  необходима для структуризации уровней энергии, поскольку собственные подпространства оператора энергии  $H$  совпадают с пространствами неприводимых представлений группы  $G_f$ . Группа  $G_f$  служит основой для последующего спектр-генерирующего механизма, задаваемого ГНС-конструкцией. Группа  $G_f$  является *группой фундаментальной симметрии*  $C^*$ -алгебры наблюдаемых  $\mathfrak{A}$ , если задан гомоморфизм  $g \rightarrow (\alpha_g, \alpha'_g)$  группы  $G_f$  в группу всех симметрий системы  $(\mathfrak{A}, S(\mathfrak{A}))$ , здесь  $S(\mathfrak{A})$  – множество состояний,  $\alpha: \mathfrak{A} \rightarrow \mathfrak{A}$  и  $\alpha': S(\mathfrak{A}) \rightarrow S(\mathfrak{A})$  – биекции, удовлетворяющие условию согласования  $(\alpha'\omega)(\alpha A) = \omega(A)$  для всех  $A \in \mathfrak{A}$ ,  $\omega \in S(\mathfrak{A})$ . Будем всегда предполагать, что  $G_f$  – некомпактная группа Ли (например, группа Лоренца или конформная группа). Тогда выполняется следующее условие непрерывности: при любом физическом состоянии  $\omega \in S(\mathfrak{A})$  и любом фиксированном  $A \in \mathfrak{A}$  функция  $g \rightarrow \omega(\alpha_g(A))$  непрерывна по  $g$ . При этом группа  $G_f$  унитарно-антиунитарно реализована, если существует непрерывное представление  $g \rightarrow U_g$  группы  $G_f$  унитарными или антиунитарными операторами (в соответствии с тем, являются ли  $\alpha_g$  алгебраическими автоморфизмами или антиавтоморфизмами<sup>5</sup>) в гильбертовом пространстве  $\mathcal{H}_\infty$ , такое, что для всех  $A \in \mathfrak{A}$ ,  $g \in G_f$  имеет место  $\alpha_g(A) = U_g A^{(*)} U_g^{-1}$ , где  $A^{(*)}$  есть  $A$  для унитарного  $U_g$  и  $A^*$  для антиунитарного  $U_g$ .

Вторая аксиома задает спектр-генерирующий механизм в рамках ГНС-конструкции. Возникающее при этом ГНС-гильбертово пространство является эмерджентной конструкцией, явный вид которой зависит от конкретного выбора группы  $G_f$  (так называемое «одевание» операторной алгебры). Согласно ГНС-конструкции, для любого состояния  $\omega$  на  $C^*$ -алгебре

<sup>4</sup> Это именно та симметрия, которая согласно Гейзенбергу, «была в начале».

<sup>5</sup> В рамках *универсальной накрывающей* фундаментальной группы  $\tilde{G}_f = \mathbf{Pin}(p, q)$  CPT – группа задается автоморфизмами и антиавтоморфизмами алгебры Клиффорда  $Cl_{p,q}$  [45–49]. При этом структура автоморфизма  $\mathcal{A} \rightarrow \tilde{\mathcal{A}}$ , задающего зарядовое сопряжение  $C$ , определяет распределение по заряду физических состояний  $\mathbb{K}$ -гильбертова пространства.

$\mathfrak{A}$  можно определить циклическое представление  $\pi_\omega$  алгебры  $\mathfrak{A}$  в гильбертовом пространстве  $\mathcal{H}_\infty$  с циклическим вектором  $|\Phi\rangle$  так, что  $\omega(a) = \langle \Phi | \pi_\omega(a) | \Phi \rangle$ ,  $\forall a \in \mathfrak{A}$ . Представление  $\pi_\omega$  определено этими условиями однозначно с точностью до унитарной эквивалентности (соотносящей циклические векторы различных представлений). Далее, каждое состояние  $\omega$  определяет некоторое представление алгебры  $\mathfrak{A}$ , причем результирующее представление  $\pi_\omega$  неприводимо в точности тогда, когда состояние  $\omega$  является чистым.

В третьей аксиоме определяется физическое  $\mathbb{K}$ -гильбертово пространство ( $\mathbb{K} = \mathbb{R}, \mathbb{C}, \mathbb{H}$ ), в рамках которого посредством канонического соответствия  $\omega \leftrightarrow \pi_\omega$  реализуется «троичный путь» Дайсона [50; 51], то есть симметрия между кватернионными, комплексными и вещественными представлениями группы  $G_f$ . Это позволяет определить заряженные ( $\mathbb{C}$ ), нейтральные ( $\mathbb{H}$ ) и чисто нейтральные ( $\mathbb{R}$ ) состояния спектра материи, а также задать динамическую связь между спином, зарядом и массой посредством тензорного произведения [52].

Таким образом, в определениях аксиом А.I-А.IV реализуется единая квантовая система  $\mathbf{U}$ , состоящая из  $C^*$ -алгебры (оператор энергии  $H$  и генераторы группы  $G_f$ ) и  $\mathbb{K}$ -гильбертова пространства  $\mathcal{H}_{phys}(\mathbb{K})$ , порождаемого ГНС-конструкцией. Циклические векторы пространства  $\mathcal{H}_{phys}(\mathbb{K})$  изображают все возможные состояния системы  $\mathbf{U}$  – спектр материи. При конкретном выборе группы  $G_f$  собственные векторы оператора энергии  $H$  с дискретными собственными значениями задают стационарные состояния системы  $\mathbf{U}$ . Так, при  $G_f = SO_0(1,3)$  (группа Лоренца) спектр материи есть спектр «элементарных частиц» [53; 54], полный список которых представлен в Particle Data Group [55]. При  $G_f = SO_0(2,4)$ , где  $SO_0(2,4)$  – конформная группа, приходим к периодической системе химических элементов [56–60]. В этом случае стационарные состояния системы  $\mathbf{U}_A$  соответствуют атомам элементов. При ограничении группы  $SO_0(2,4)$  на подгруппу  $SO_0(1,3)$  получаем редукцию  $\mathbf{U}_A \rightarrow \mathbf{U}_E$ . В рамках квантовой подсистемы  $\mathbf{U}_E$  циклические векторы пространства  $\mathcal{H}_{phys}(\mathbb{K})$  изображают элементарные частицы. Согласно известному высказыванию В. Вайскопфа, ядерная физика и физика элементарных частиц – это не две разные науки, а одна наука. В данном случае квантовая система  $\mathbf{U}_A$  представляет собой более высокий уровень организации материи (более сложная симметрия  $G_f$ ) относительно своей подсистемы  $\mathbf{U}_E$ .

Далее, имеет место тройственное разделение симметрий спектра материи. А именно, фундаментальные симметрии  $G_f$  участвуют в образовании чистых состояний (лучей) квантовой системы  $\mathbf{U}$  и соответствующих когерентных подпространств в  $\mathcal{H}_{phys}(\mathbb{K})$ , динамические симметрии  $G_d$  описывают переходы между состояниями из различных когерентных подпространств, калибровочные симметрии  $G_g$  связывают чистые состояния внутри когерентных подпространств. Все динамические симметрии  $G_d$  (так называемые «внутренние» симметрии, компактные группы  $SU(n)$ ) могут быть подняты в  $\mathbb{K}$ -гильбертово пространство посредством техники центрального расширения [61; 62]. При этом  $SU(3)$ -,  $SU(4)$ -,  $SU(5)$ -систематика адронных

спектров включается как частный случай. Динамические симметрии  $G_d = SU(n)$  связывают между собой различные циклические векторы  $\mathbb{K}$ -гильбертова пространства, то есть образуют *квантовые переходы* между состояниями (уровнями спектра материи). Естественно считать, что операторы группы  $G_d$  или её подгруппы связывают между собой родственные состояния<sup>6</sup>, то есть состояния, близкие по своим характеристикам, что и выражается приближёнными симметриями динамических групп  $G_d$ , которые, по этой причине, более правильно называть «внешними» симметриями, а не «внутренними». Очевидно, что при таком *внешнем* описании групп  $G_d$  кварковый («внутренний») состав адронов обращается в фикцию.

Возвращаясь к определению понятия «элементарная частица» в рамках холистического подхода, следует отметить, что каждое из пяти представлений, перечисленных из списка Вулховер, очевидно, не претендует на полноту, но, тем не менее, отражает<sup>7</sup> в отдельности какую-либо существенную черту квантового микрообъекта. Покажем, что холистическое описание «элементарной частицы» как модуса субстанции включает в себя первые три представления из списка Вулховер как частные случаи. Первое представление «частица как результат коллапса волновой функции» приводит к концепции Гейзенберга – Фока [63; 64], согласно которой (по Аристотелю) реальность имеет двухуровневую структуру: *δυναμις* (динамис) – бытие в возможности (потенция) и *ἐντελεχεια* (энтелехия) – бытие действительного (проявленный мир). Квантовый микрообъект (квант энергии) есть модус бытия действительного, результат коллапса квантовой суперпозиции (несепарабельного состояния), существующей в потенции, то есть субстанции, взятой как целое [65]. Как уже отмечалось выше, второе представление «частица как возмущение квантованного поля» выражает эмерджентный характер состояний, только теперь уже не «поля», а субстанции (энергии) в рамках холистической парадигмы. Наконец, «частица как неприводимое представление группы» (интерпретация Вигнера) в силу канонического соответствия  $\omega \leftrightarrow \pi_\omega$  ГНС-конструкции включается автоматически.

В заключении этого параграфа коснемся проблемы взаимодействия. Как уже отмечалось, главной ошибкой Гейзенберга явилось отождествление «поля» и «субстанции», что помешало его теории стать «достаточно сумасшедшей» по Бору. Определение поля требует наличия континуума для передачи взаимодействия от точки к точке, что приводит к концепции близкодействия. Можно сказать, что континуум порождает поле. В полевой картине взаимодействия ныне господствующей редукционистской парадигмы взаимодействие между «фундаментальными частицами» реализуется посредством механической модели обмена «частицами-переносчиками» взаимодействия (калибровочными бозонами). Однако в силу дискретной природы энергии (закон Планка) наличие континуума на фундаментальном уровне является излишней предпосылкой, более того, предпосылкой, сильнейшим образом затрудняющей и затемняющей существо дела.

<sup>6</sup> В случае квантовой системы  $U_d$  аналогичную роль играют операторы  $\Gamma_+$  и  $\Gamma_-$ , связывающие *гомологические ряды* периодической системы элементов (см. [58; 59]).

<sup>7</sup> Может быть, за исключением четвертого представления.

Элиминация континуума на фундаментальном уровне ( $\sim l_0$ ) приводит к исчезновению поля, а вместе с исчезновением поля происходит разрушение всей полевой картины взаимодействия, построенной на механических моделях классической физики (лагранжианы, полевые уравнения и т.д.). По этой причине полевое уравнение Гейзенберга оказалось неработоспособным, поскольку на этом уровне методы классической (макроскопической) физики непригодны. Как известно, антитезой концепции близкодействия является *концепция дальнегодействия*.

Холистическая парадигма требует введения концепции дальнегодействия. В связи с этим возникает вопрос: каким образом может быть реализована концепция дальнегодействия в рамках субстанциональной теории материи (спектра материи)? Поскольку состояния не фундаментальны, а имеют эмерджентный характер, то определять между ними какие-либо механические модели взаимодействия не имеет смысла. Дальнеедействие реализуется на уровне субстанции. На этом уровне все состояния имеют общую волновую функцию – это «неразделимая целостность» по меткому выражению Гёрница [66] (*partless wholeness*). Циклические векторы  $\mathbb{K}$ -гильбертова пространства задают чистые сепарабельные состояния  $\omega$  спектра материи, которые также образуют сепарабельные состояния, если их произведения образуют линейную выпуклую комбинацию, в противном случае образуется *несепарабельное* (запутанное) состояние, то есть исходные состояния взаимодействуют. Очевидно, что это взаимодействие не механического (силового) плана.

По всей видимости, академик А.Д. Александров был первым, кто обратил внимание на реализацию концепции дальнегодействия посредством несепарабельных состояний [67–69]. В статье 1952 года «О парадоксе Эйнштейна в квантовой механике» он пишет: «Связь частиц, отражаемая в наличии у них общей функции не есть, конечно, механическая связь посредством веревок или сил; это есть особая форма связи в зависимости от условий. Но именно взаимная связь, выражаемая наличием общей функции  $\psi$ , есть главная основа всех успехов квантовой теории систем из многих частиц. Одна из важнейших особенностей квантовой механики состоит именно в том, что она открыла новую форму взаимной связи явлений в атомной области» [67. С. 256]. Итак, при включении взаимодействия (дальнегодействия) возникает несепарабельное гильбертово пространство. В связи с этим следует отметить, что первым к идее введения в квантовую теорию несепарабельных гильбертовых пространств пришел Дирак. Дирак показал [70], что в квантовой теории поля в силу интенсивности взаимодействий шредингеровский вектор состояния будет выбит из сепарабельного гильбертова пространства за кратчайшее время. Как следствие этого не существует решения уравнения Шредингера и в целом шредингеровская картина, на которой базируется вся аксиоматика локальной квантовой теории поля (а также полевая картина взаимодействия), является неработоспособной. Дирак пишет: «Таким образом, общепринятую трактовку квантовой теории поля следует рассматривать в качестве паллиатива без всякого будущего» [70. С. 7]. Дирак отдает предпочтение картине Гейзенберга, в которой, в отличие от картины Шредингера, допустимо введе-

ние несепарабельного гильбертова пространства в силу независимости векторов состояния от времени: «Все это заставляет думать, что картина Гейзенберга хорошая картина, а картина Шредингера плохая и что обе картины неэквивалентны» [70. С. 14].

### 5. Массовая формула

Обратимся теперь к решению задачи, поставленной в конце п. 3, то есть к нахождению теоретического обоснования числа  $N$  в бальмероподобных формулах (5)–(6).

Итак, основной наблюдаемой спектра материи является *энергия*, которой соответствует эрмитов оператор  $H$ . Пусть  $G_f = SO_0(1,3) \simeq SL(2, \mathbb{C})/\mathbb{Z}_2$  – группа фундаментальной симметрии, где  $SO_0(1,3)$  – группа Лоренца. В силу изоморфизма  $SL(2, \mathbb{C}) \simeq \mathbf{Spin}_+(1,3)$  будем рассматривать *двулистную накрывающую* фундаментальной симметрии  $\tilde{G}_f \simeq \mathbf{Spin}_+(1,3)$ . Пусть оператор энергии  $H$  определен на сепарабельном гильбертовом пространстве  $\mathcal{H}_\infty$ . Тогда все возможные значения энергии (состояния) являются собственными значениями оператора  $H$ . При этом, если  $E_1 \neq E_2$  – собственные значения  $H$ ,  $a|\Phi_1\rangle$  и  $b|\Phi_2\rangle$  – принадлежащие им собственные векторы в пространстве  $\mathcal{H}_\infty$ , то  $\langle \Phi_1 | \Phi_2 \rangle = 0$ . Все собственные векторы, принадлежащие данному собственному значению  $E$ , образуют вместе с нулевым вектором *собственное подпространство*  $H_E$  гильбертова пространства  $\mathcal{H}_\infty$ . Все собственные подпространства  $H_E \in \mathcal{H}_\infty$  конечномерны. Далее, пусть  $X_l, Y_l$  – инфинитезимальные операторы комплексной оболочки групповой алгебры  $sl(2, \mathbb{C})$  двулистной накрывающей  $\tilde{G}_f$ ,  $l = 1, 2, 3$ . Как известно, оператор энергии  $H$  перестановочен со всеми операторами в  $\mathcal{H}_\infty$ , представляющими алгебру Ли группы  $\tilde{G}_f$ . Рассмотрим произвольное собственное подпространство  $H_E$  оператора энергии  $H$ . Поскольку операторы  $X_l, Y_l$  и  $H$  коммутируют между собой, то, как следствие, для этих операторов можно построить общую систему собственных функций. Это значит, что подпространство  $H_E$  инвариантно относительно операторов  $X_l, Y_l$  (более того, операторы  $X_l, Y_l$  можно рассматривать *только на*  $H_E$ ). Далее, пусть дано некоторое *локальное представление* группы  $\tilde{G}_f$  операторами, действующими в  $\mathcal{H}_\infty$ . Потребуем, чтобы все представляющие операторы были перестановочны с  $H$ . Тогда каждое собственное подпространство  $H_E$  оператора энергии инвариантно относительно операторов  $X_l, Y_l$  комплексной оболочки. Это позволяет отождествить подпространства  $H_E$  с симметрическими пространствами  $\text{Sym}_{(k,r)}$  зацепляющихся представлений  $\tau_{k/2,r/2}$  группы Лоренца и тем самым получить конкретную реализацию («одевание») операторной алгебры  $\pi(\mathfrak{A}) \rightarrow \pi(H)$ , где  $\pi \equiv \tau_{k/2,r/2}$ . Отсюда следует, что каждое возможное значение энергии (уровень энергии) является векторным состоянием вида

$$\omega_\Phi(H) = \frac{\langle \Phi | \pi(H) \Phi \rangle}{\langle \Phi | \Phi \rangle} = \frac{\langle \Phi | \tau_{k/2,r/2}(H) \Phi \rangle}{\langle \Phi | \Phi \rangle}, \quad (9)$$

ассоциированным с представлением  $\pi \equiv \tau_{k/2, r/2}$  и соответствующим ненулевому циклическому вектору  $|\Phi\rangle \in \mathcal{H}_\infty$ .

Поскольку  $H_E \simeq \text{Sym}_{(k,r)}$  – собственное подпространство оператора энергии  $H$ , то величина  $E$  уровня энергии (*терма*) будет пропорциональна размерности пространства  $H_E$ , то есть  $E \sim \dim H_E$ . Учитывая размерность физических величин и квантованный характер энергии, получим  $E \sim E_0 \dim H_E$ , где  $E_0$  – минимальная порция энергии (квант энергии). Размерность  $\dim H_E$  равна

$$\dim \text{Sym}_{(k,r)} = (k + 1)(r + 1).$$

Следовательно,

$$E \simeq E_0 \left( \frac{k}{2} + \frac{1}{2} \right) \left( \frac{r}{2} + \frac{1}{2} \right), \quad (10)$$

где  $k/2 = l$  и  $r/2 = i$ ,  $k$  и  $r$  – числа сомножителей  $\mathbb{C}_2$  и  $\dot{\mathbb{C}}_2$  (бикватернионных алгебр) в тензорном произведении

$$\underbrace{\mathbb{C}_2 \otimes \mathbb{C}_2 \otimes \dots \otimes \mathbb{C}_2}_{k \text{ раз}} \otimes \underbrace{\dot{\mathbb{C}}_2 \otimes \dot{\mathbb{C}}_2 \otimes \dots \otimes \dot{\mathbb{C}}_2}_{r \text{ раз}}$$

или числа сомножителей  $\mathbb{S}_2$  и  $\dot{\mathbb{S}}_2$  (двумерных спинпространств) в тензорном произведении

$$\underbrace{\mathbb{S}_2 \otimes \mathbb{S}_2 \otimes \dots \otimes \mathbb{S}_2}_{k \text{ раз}} \otimes \underbrace{\dot{\mathbb{S}}_2 \otimes \dot{\mathbb{S}}_2 \otimes \dots \otimes \dot{\mathbb{S}}_2}_{r \text{ раз}},$$

а также числа сомножителей  $\tau_{\frac{1}{2},0}$  и  $\tau_{0,\frac{1}{2}}$  (фундаментальных представлений) в тензорном произведении

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

Положим в (10)  $E = mc^2$  и  $E_0 = m_e c^2$ , где  $m_e$  – масса покоя электрона. Тогда

$$m \sim m_e \left( l + \frac{1}{2} \right) \left( i + \frac{1}{2} \right). \quad (11)$$

Равенство в формуле (11) получается при условии  $m_e \equiv m_e$ , что соответствует  $l = 1/2, i = 0$  или  $l = 0, i = 1/2$ . Отсюда следует, что

$$m = 2m_e \left( l + \frac{1}{2} \right) \left( i + \frac{1}{2} \right). \quad (12)$$

Массовая формула (12) была впервые введена в статье [62].

Сравнивая формулы (12) и (6), получим следующее выражение для числа  $N$ :

$$N = 4\alpha \left( l + \frac{1}{2} \right) \left( i + \frac{1}{2} \right).$$

Таким образом, эмпирическое число  $N$  в формуле Намбу (5) приобретает теоретико-групповой смысл. А именно последнее соотношение показывает зависимость этого числа от квантовых чисел  $l$  и  $\dot{l}$ , задающих собственные значения  $l(l+1)$  и  $\dot{l}(\dot{l}+1)$  операторов Казимира  $\mathbf{X}^2$  и  $\mathbf{Y}^2$  группы Лоренца.

### Литература

1. *Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое. М.: Наука, 1990.
2. *Гинзбург В. Л.* Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными // УФН. 1999. Т. 169. С. 419–441.
3. *Gell-Mann M.* Symmetries of Baryons and Mesons // Phys. Rev. 1962. Vol. 125. P. 1067–1084.
4. *Okubo S., Ryan C.* Quadratic mass formula in SU(3) // Nuovo Cimento. 1964. Vol. 34. P. 776–779.
5. *Beg M., Singh V.* Splitting of the 70-Plet of SU(6) // Phys. Rev. Lett. 1964. Vol. 13. P. 509–511.
6. *Фок В. А.* Вмещаются ли химические свойства атомов в рамки чисто пространственных представлений? // Периодический закон и строение атома. М.: Атомиздат, 1971. С. 107–117.
7. *Pauli W.* Zur Quantenmechanik des magnetischen Elektronen // Z. f. Phys. 1927. Vol. 43. P. 601.
8. *Ван дер Варден Б.* Принцип запрета и спин // Теоретическая физика 20 века. М.: Изд. ин. лит., 1962. С. 231–284.
9. *Capstick S., Roberts W.* Quark Models of Baryon Masses and Decays // Prog. Part. Nucl. Phys. 2000. Vol. 45. P. S241–S331.
10. *Вайнберг С.* Мечты об окончательной теории. М.: Изд-во ЛКИ, 2008.
11. *Гейзенберг В.* Введение в единую полевую теорию элементарных частиц. М.: Мир, 1968.
12. *Иваненко Д. Д.* Попытка построения единой нелинейной спинорной теории материи // Нелинейная квантовая теория: сб. М.: Изд. ин. лит., 1959. С. 5–40.
13. *Гейзенберг В.* Границы применимости современной квантовой теории // Гейзенберг В. Избранные труды. М.: Эдиториал УРСС, 2001. С. 272–283.
14. *Сахаров А. Д.* Существует ли элементарная длина? // Академик А. Д. Сахаров. Научные труды: сборник. М.: АОЗТ «Издательство ЦентрКом», 1995. С. 384–397.
15. *Nambu Y.* An Empirical Mass Spectrum of Elementary Particles // Prog. Theor. Phys. 1952. Vol. 7. P. 595–596.
16. *Mac Gregor M. H.* Models for Particles // Lett. Nuovo Cim. 1970. Vol. 7. P. 211–214.
17. *Mac Gregor M. H.* The Power of Alpha: The Electron Elementary Particle Generation with Alpha-Quantized Lifetimes and Masses. World Scientific Publishing, Singapore, 2007.
18. *Palazzi P.* The meson mass system // Int. J. Mod. Phys. A. 2007. Vol. 22. P. 546–549.
19. *Shah G. N., Mir T. A.* Pion and muon mass difference: a determining factor in elementary particle mass distribution // Mod. Phys. Lett. A. 2008. Vol. 23. P. 53.
20. *Mir T. A., Shah G. N.* Order in the mass spectrum of elementary particles. 2008. URL: arXiv:0806.1130 [physics.gen-ph]
21. *Greulich K. O.* Calculation of the Masses of All Fundamental Elementary Particles with an Accuracy of Approx // J. Mod. Phys. 2010. Vol. 1. P. 300–302.
22. *Chiatti L.* A Possible Model for the Mass Spectrum of Elementary Particles // Phys. Essays. 2012. Vol. 25. P. 374–386.
23. *Sidharth B.G.* A Formula for the Mass Spectrum of Baryons and Mesons. 2003. URL: arXiv:physics/030601
24. *Barut A.O.* Lepton mass formula // Phys. Rev. Lett. 1979. Vol. 42. P. 1251.
25. *Koide Y.* New view of quark and lepton mass hierarchy // Phys. Rev. D. 1983. Vol. 28. P. 252.

26. *Rivero A., Gsponer A.* The strange formula of Dr. Koide. 2005. URL: arXiv:hep-ph/0505220
27. *Foot R.* A note on Koide's lepton mass relation. 1994. URL: arXiv:hep-ph/9402242
28. *Esposito S., Santorelli P.* A Geometric Picture for Fermion Masses. 1996. URL: arXiv:hep-ph/9603369
29. *Гейзенберг В.* Что такое элементарная частица? / Шаги за горизонт. М.: Прогресс, 1987. С. 163–177.
30. *Schrödinger E.* What is an elementary particle? // Endeavour. 1950. Vol. IX. N 35.
31. *Марков М. А.* О современной форме атомизма / Избранные труды: в 2 т. Т. 1: Квантовая теория поля, физика элементарных частиц, физика нейтрино, философские проблемы физики. М.: Наука, 2000. С. 408–438.
32. *Wolchover N.* What is a Particle? // Quantamagazine. 2020. Vol. 12. URL: www.quantamagazine.org
33. *Wigner E.P.* On unitary representations of the inhomogeneous Lorentz group // Ann. Math. 1939. Vol. 40. P. 149–204.
34. *Weizsäcker C.F.v.* Komplementarität und Logik I // Naturwiss. 1955. 42. P. 521–529.
35. *Finkelstein D.* Space-Time Code // Phys. Rev. 1969. Vol. 184. P. 1261–1271.
36. *Спиноза Б.* Этика, доказанная в геометрическом порядке / Спиноза Б. Избранные произведения: в 2 т. Т. 1. М.: Госполитиздат, 1957.
37. *Heisenberg W.* On the mathematical frame of the theory of elementary particles // Comm. Pure and Applied Mathematics. 1951. Vol. 4. P. 15–22 / Русский перевод: Гейзенберг В. Избранные труды. М.: Эдиториал УРСС, 2001. С. 373–380.
38. *Гейзенберг В.* Единая теория поля // Физика и философия. Часть и целое. М.: Наука, 1990. С. 341–346.
39. *Бройль Луи де.* Революция в физике // Избранные научные труды. Т. 2: Квантовая механика и теория света: работы 1934–1951 годов. М.: МГУП, 2011.
40. *Penrose R.* The twistorprogramme // Rep. Math. Phys. 1977. Vol. 12. P. 65–76.
41. *Владимиров Ю. С.* Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. Ч. 1. Теория систем отношений. М.: МГУ, 1996.
42. *Zurek W. H.* Decoherence, Einselection, and the Quantum Origins of the Classical. 2001 // Rev. Mod. Phys. 2003. Vol. 75. P. 715. URL: arXiv:quant-ph/0105127
43. *Варламов В. В.* О системе аксиом нелокальной квантовой теории // Математические структуры и моделирование. 2017. № 4 (44). С. 5–25.
44. *Фон Нейман И.* Математические основы квантовой механики. М.: Наука, 1964.
45. *Varlamov V. V.* Discrete Symmetries and Clifford Algebras // Int. J. Theor. Phys. 2001. Vol. 40. P. 769–805.
46. *Varlamov V. V.* Universal Coverings of Orthogonal Groups // Adv. Appl. Clifford Algebras. 2004. Vol. 14. P. 81–168.
47. *Varlamov V. V.* CPT groups for spinor field in de Sitter space // Phys. Lett. B. 2005. Vol. 631. P. 187–191.
48. *Varlamov V. V.* CPT Groups of Higher Spin Fields // Int. J. Theor. Phys. 2012. Vol. 51. P. 1453–1481.
49. *Varlamov V. V.* CPT groups of spinor fields in de Sitter and anti-de Sitter spaces // Adv. Appl. Clifford Algebras. 2015. Vol. 25. P. 487–516.
50. *Dyson F.* The threefold way: algebraic structure of symmetry groups and ensembles in quantum mechanics // J. Math. Phys. 1962. Vol. 3. P. 1199–1215.
51. *Baez J. C.* Division Algebras and Quantum Mechanics // Found. Phys. 2012. Vol. 42. P. 819–855.
52. *Варламов В. В.* Алгебраическая квантовая механика I: Основные определения // Математические структуры и моделирование. 2020. № 2 (54). С. 4–23.

53. *Варламов В. В.* Квантование массы и группа Лоренца // Математические структуры и моделирование. 2017. № 2 (42). С. 11–28.
54. *VarlamoV V.V.* Lorentz Group and Mass Spectrum of Elementary Particles. 2017. URL: arXiv: 1705.02227 [physics.gen-ph].
55. *Zyla P.A. et al.* (Particle Data Group) // Prog. Theor. Exp. Phys. 2020. 083C01.
56. *Фет А. И.* Группа симметрии химических элементов. Новосибирск: Наука, 2010.
57. *Варламов В. В.* Теоретико-групповое описание периодической системы элементов // Математические структуры и моделирование. 2018. № 2 (46). С. 5–23.
58. *Варламов В. В.* Теоретико-групповое описание периодической системы элементов II.: Таблица Сиборга // Математические структуры и моделирование. 2019. № 1 (49). С. 5–21.
59. *Варламов В. В.* Теоретико-групповое описание периодической системы элементов III.: 10-периодическое расширение // Математические структуры и моделирование. 2019. № 3 (51). С. 5–20.
60. *VarlamoV V. V., Pavlova L. D., Babushkina O. S.* Group Theoretical Description of the Periodic System // Symmetry. 2022. Vol. 14. P. 137.
61. *Барут А., Рончка Р.* Теория представлений групп и ее приложения. М.: Мир, 1980.
62. *VarlamoV V. V.* Spinor Structure and Internal Symmetries // Int. J. Theor. Phys. 2015. Vol. 54. P. 3533–3576.
63. *Гейзенберг В.* Шаги за горизонт. М.: Прогресс, 1987.
64. *Фок В. А.* Об интерпретации квантовой механики. М., 1957.
65. *Варламов В. В.* Комплексный момент и спин-зарядовое гильбертово пространство // Математические структуры и моделирование. 2015. № 4 (36). С. 5–22.
66. *Görnitz T.* Explaining Nobel Prize Physics. 2022. URL: <https://www.researchgate.net/publication/364752391>
67. *Александров А. Д.* О парадоксе Эйнштейна в квантовой механике // Доклады АН СССР. 1952. Т. 84. № 2. С. 253–256.
68. *Гуц А. К. А. Д.* Александров как физик: открытие нового типа связи тел // Математические структуры и моделирование. 2022. № 2 (62). С. 29–48.
69. *Цехмистро И. З., Штанько В. И. и др.* Концепция целостности. Харьков: Изд-во Харьковского гос. ун-та, 1987.
70. *Дирак П. А. М.* Лекции по квантовой теории поля. М.: Мир, 1971.

## ON MASS QUANTIZATION

V.V. VarlamoV

*Siberian State Industrial University  
42 Kirova St, Novokuznetsk, 654007, Russian Federation*

**Abstract.** The problem of the mass spectrum of elementary particles is considered from the positions of reductionism and holism. It is shown that in the holistic description, the concept of substance (energy) is of paramount importance, and elementary particles are understood as emergent states that play a secondary role. A system of axioms is given that defines the basic definitions of the spectrum of matter. In this case, the spectrum of states (“elementary particles”) appears as a result of mass (energy) quantization. A mass formula is derived that depends on the quantum numbers defining the eigenvalues of the Casimir operators of the Lorentz group.

**Keywords:** holism, reductionism, mass spectrum, mass formulas, elementary length, inseparable states, long-range action

## МЫСЛИ ИЗ ПРОШЛОГО

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1-135-148

### МИСТИЦИЗМ В ОБЛАСТИ МЕХАНИКИ

Э. Мах

*Перевод С. Левинсон*

*От переводчика.* Эрнст Мах (Ernst Mach) родился в 1838 году, с 1867 года он занимал кафедру профессора физики и директора физического института немецкого университета в Праге. Он интересовался, кроме физики, также вопросами психологии и физиологии, так что в 1886 году напечатал свои *Beiträge zur Analyse der Empfindungen*. Его работы в этой области получили такую известность, что в конце 1895 года он был приглашен в Вену в качестве профессора и директора психологической лабораторий (кабинета), куда он и переехал.

Предлагаемая вниманию читателя статья представляет собой главу из сочинения *Маха* «Die Mechanik in ihrer Entwicklung historisch-kritisch dargestellt» (первое издание 1883 г., второе, по которому сделан перевод, – 1889 г. [Leipzig, F.A. Brockhaus]). В предисловии к 1-му изданию автор указывает, что в философских вопросах он близко примыкает к Авенариусу (Avenarius).

Ошибочно было бы думать, что напряженное состояние, временами переходящее даже в ожесточенную борьбу, между двумя мировоззрениями, естественнонаучным и теологическим, существовало во все времена. Чтобы убедиться в противном, стоит только обратиться к истории естествознания.

Многие авторы очень охотно изображают «борьбу науки с теологией». И действительно, это очень благодарная тема, полная глубокого интереса. С одной стороны, внушительный список прегрешений, например, римских теологов против прогресса, с другой — целый ряд мучеников науки, в котором фигурируют такие имена, как *Джордано Бруно* и *Галилей* и даже такой набожный человек, как Декарт. Лишь с трудом, и то только благодаря стечению благоприятных случайностей Декарт не попал в список жертв. Но, впрочем, борьба эта уже достаточно полно описана, и если обращать внимание только на подобные конфликты, то вопрос будет освещен односторонне и потому неверно. Поступая таким образом, легко можно вывести ошибочное

заключение, что успехи науки задерживались только благодаря давлению со стороны теологов, и что наука, не будь этого давления, поднялась бы очень высоко. Конечно, нельзя считать совершенно ничтожной борьбу ученых против внешней силы. Фанатики не пренебрегали в этой борьбе никаким средством, как бы оно ни было предосудительно, лишь бы вело к цели, и при этом являлись более эгоистичными, беспощадными и жестокими, чем любая политическая партия. Не меньшую борьбу, однако, пришлось вести ученым *с их собственными устарелыми идеями*, особенно с предрассудком, требовавшим, чтобы всякое явление рассматривалось со сверхнатуралистической точки зрения.

Но пусть лучше факты говорят сами за себя. Обратимся для этого к жизни некоторых ученых.

**Нэпер** (Napier), открывший логарифмы, строгий пуританин, живший в XVI столетии (1550–1617), усердно занимался, между прочим, теологией. Он написал толкование к Апокалипсису и снабдил его различными математическими выкладками для доказательства своих предложений. Так, например, в предложении 26-м он утверждает, что римский папа есть антихрист; предложение 36-е гласит, что саранча, упоминаемая в Апокалипсисе, означает турок и вообще магометан и т. п.

**Блез Паскаль** (Blaise Pascal, 1623–1662), один из гениальнейших мыслителей в области математики и физики, в теологии был чрезвычайно ортодоксален и большим аскетом; несмотря на свой мягкий характер, он сделал в Руане донос на какого-то преподавателя философии, обвиняя его, вполне убежденно, в ереси. На него произвело чрезвычайно глубокое впечатление исцеление его сестры благодаря прикосновению к реликвии, и событие это он рассматривал как чудо. Если мы даже все это оставим без внимания, потому что все семейство Паскаля, склонное к религиозной мечтательности, было очень слабо в этом отношении, то все же и помимо всех этих фактов у нас останется достаточно других примеров этого рода. Мистическое настроение Паскаля достаточно обнаруживается в его решении совершенно бросить науку и жить только для христианства. Когда он искал утешения, то обыкновенно говорил, что утешение можно найти только в учении христианства и что вся мудрость Вселенной ему тут не поможет. Его *Lettres Provinciales* показывают, как искренне он думал об обращении еретиков. В этом сочинении он, между прочим, сильно восставал против страшных хитростей, специально придуманных докторами Сорбонны для преследования янсенистов. Замечательна также переписка Паскаля с различными теологами, и немало будет наше удивление при виде, как в одном из писем Паскаль вполне серьезно рассматривает вопрос, может ли дьявол также производить чудеса.

**Отто фон Герике** (Otto von Guericke, 1602–1686), изобретатель воздушного насоса, рассматривает в самом начале своего сочинения, опубликованного всего лет 200 тому назад, чудо Иисуса Навина и стремится его согласовать с системой Коперника. В начале глав, посвященных исследованию о пустом пространстве и о природе воздуха, находим рассмотрение вопросов о местоположении неба и ада и т. п. Если Герике и старается ответить на эти

вопросы по возможности разумно, то все-таки легко заметить, насколько они его интересуют; и все это вопросы, которые вряд ли даже представляются в настоящее время уму образованного теолога. А между тем Герике жил уже после реформ.

**И. Ньютон** (Newton, 1642–1727) не пренебрегал занятиями в области толкования Апокалипсиса; тут с ним трудно было даже говорить. Когда астроном *Галлей* (Halley) однажды позволил себе в его присутствии пошутить над его теологическими соображениями, то Ньютон ему коротко возразил: «Я изучал этот предмет, а вы этого не изучали».

Здесь не будем останавливаться на **Лейбнице** (1646–1716), открывшем «лучший мир» и «предопределенную гармонию», которая нашла достойную критику в комическом, хотя, в сущности, глубоко философском романе *Вольтера* «Кандид». Лейбниц был, как известно, в одинаковой степени теологом и философом, как и естествоиспытателем.

Обратимся теперь к человеку прошлого столетия. **Эйлер** (Euler, 1707–1783) в своих «Письмах к немецкой принцессе» (Briefe an eine deutsche Prinzessin) рассматривает наряду с естественнонаучными вопросами также вопросы теологические и философские. Он исследует затруднения, представляющиеся при желании понять взаимодействие между телом и духом, принимая во внимание полное различие, существующее, по его мнению, между тем и другим. Ему, правда, не особенно нравится система окказионализма, развитая *Декартом* (1596–1650) и его последователями, по которому Бог, соответственно каждому намерению души, производит известное движение тела, потому что сделать это сама душа не в состоянии. Не без юмора осмеивает он также и предопределенную гармонию, благодаря которой «от вечности» существует согласование между движениями тела и намерениями души, хотя обе совершенно друг друга не видят, и несмотря на это, они действуют, как два одинаково хорошо идущих часовых механизма. Он замечает, что, согласно этому воззрению, его собственное тело ему в сущности так же чуждо, как тело какого-нибудь носорога где-нибудь в Африке, который точно таким же образом мог бы находиться в предопределенной гармонии с его душой. Послушаем, однако, самого автора. Тогда писали почти исключительно по-латыни, и если немецкий ученый хотел быть очень снисходительным и понятным, то он писал по-французски: Si dans le cas d'un dereglement de mon corps, Dieu ajustait celui d'un Rhinoceros, en sorte, que ses mouvements fussent tenement d'accord avec les ordres de mon ame, qu'il levat la patte au moment que je voudrais lever la main, et ainsi les autres operations, ce serait alors mon corps. Je me trouverais subitement dans la forme d'un Rhinoceros au milieu de l'Afrique, mais non obstant cela mon ame continuerait les memes operations. J'aurais egalement l'honneur d'ecrire a V.A., mais je ne sais pas comment elle recevrait-mes lettres. (Если в случае какого-нибудь расстройтва моего тела, Бог приспособил бы тело носорога таким образом, чтобы его движения были согласованы с приказаниями моей души так, чтобы он поднимал свою лапу в тот самый момент, когда я желал бы поднять руку, и чтобы таким же точно образом он исполнял все остальные операнды, тогда тело носорога было бы моим

телом. Я бы очутился внезапно в средней Африке, в виде носорога, но, несмотря на то, моя душа продолжала бы производить все прежние действия. Я имел бы также честь писать к Вашему Высочеству, но не знаю, каким образом Вы получали бы мои письма.) Читая эти строки, можно почти подумать, что Эйлеру вздумалось играть роль Вольтера. Но как бы он ни был справедлив в своей критике, взаимодействие тела и души для него продолжает оставаться чудом. Для того чтобы справиться со свободой волей, он прибегает к чрезвычайно софистическому приему. Чтобы составить себе понятие о том, какие вопросы могли тогда быть рассматриваемы естествоиспытателем, заметим, что Эйлер в своих «Письмах о физике» писал о природе духов, о соединении тела и души, о свободе воли, о влиянии этой свободы на всякого рода мировые явления, о молитве, о зле физическом и нравственном, об обращении грешников и т. п. И все это находится в том же самом сочинении, в котором так много ясных мыслей в области физики и где содержится столь изящное изложение логики при помощи кругов.

Мы можем пока ограничиться этими примерами. Мы нарочно их выбрали из жизни первоклассных ученых. Все их экскурсы в область теологии принадлежат к их интимной жизни. Они нам публично говорят вещи, о которых могли бы промолчать, никто бы их к тому не принудил. Они выражают не чужие, навязанные им мысли, – нет, они излагают свои собственные мысли, и от этого не испытывают ни малейшего неудобства. В городе и при дворе, при котором могли жить такие люди, как Вольтер и Ламетри (Lametrie, 1709–1751), для Эйлера не могло быть ни малейшего основания скрывать свои убеждения.

Согласно нашим нынешним воззрениям, эти ученые могли бы, по крайней мере, заметить, что вопросы эти собственно не относятся к тому, где они их рассматривали, что это собственно вопросы не естественнонаучные. Хотя это противоречие между устарелыми воззрениями и их собственными или же созданными естественнонаучными на нас производит странное впечатление, все-таки мы на основании этого не имеем еще права не уважать этих людей. Одно это уже доказывает их огромные умственные силы: несмотря на ограниченные воззрения своего времени, от которых освободиться совершенно им было невозможно, они настолько сумели расширить свой кругозор и благодаря этому помогли нам занять еще более высокую точку зрения.

Для беспристрастного наблюдателя не останется больше никаких сомнений, что век, с которым совпал наибольший расцвет механики, был в то же время веком, *настроенным теологически*. Всякое явление могло возбудить теологические вопросы, и вопросы этого рода имели влияние на всякого рода исследования. Нечего удивляться поэтому, что и механика подпала под общее влияние. Значение теологического направления станет еще более ясным, если мы обратимся к частностям.

Древние попытки *Герона* (Heron) (время жизни отнесено ко 2-й половине I в. до Р. Х.) и *Панноса* (Pappos) (жил в IV веке после Р. Х.) подготовили почву для работ XVII столетия. В начале XVII столетия мы находим по некоторым

вопросам механики *Галилея* (Galilei, 1564–1642), занятого рассмотрением вопросов о крепости и сопротивляемости тел. Он показал, что полые трубки представляют гораздо большее сопротивление при сгибании, чем одинаковой величины с ними массивные прутья, сделанные из того же материала. Полученные при этом данные он тотчас же применяет к рассмотрению костей животных, которые обыкновенно также представляют собою полые трубки. Это явление

легко демонстрировать с помощью листа бумаги, взятого в обыкновенном виде и свёрнутого потом в трубку. Балка, прикрепленная на одном конце и нагруженная на другом, может быть сделана более тонкой на нагруженном конце, благодаря чему достигается экономия материала, причем, однако, безопасность не страдает. Галилей определяет форму балки, обладающей в каждом поперечнике одинаковым сопротивлением. Он замечает, наконец, что животные, очень различные по величине, но похожие по своей геометрической форме, будут в чрезвычайно различной степени обладать сопротивляемостью.

До настоящего времени продолжали и продолжают бесчисленное число раз приводить в доказательство мудрости, господствующей в природе, различные формы костей, перьев, стеблей и других органических образований, целесообразных до мельчайших подробностей. Образования эти, действительно, производят глубокое впечатление на просвещенного наблюдателя. Рассмотрим, например, перо птицы. Ствол его представляет полую трубку, диаметр которой уменьшается по направлению к свободному концу, то есть оно представляет собою тело, обладающее повсюду одинаковым сопротивлением. В каждой части бороздки пера можно обнаружить то же самое, но только в меньших размерах. Потребовались бы значительные технические познания, чтобы устроить нечто по своей целесообразности подобное этому перу, не говоря уже о том, чтобы его изобрести.

Не нужно, однако, забывать, что задача науки состоит не в одном только изумлении перед фактами, но необходимо также их исследование. Известно, каким образом *Дарвин* (1809–1882) пытается своей теорией ответить на эти вопросы. Можно сомневаться в том, является ли ответ Дарвина (то есть принцип естественного подбора) полным и совершенным; сам Дарвин сомневался насчет этого. Все внешние условия ничего бы не сумели сделать, если б не существовало чего-то, желающего приспособиться. Но не может быть никаких сомнений в том, что теория Дарвина является первым (Это, разумеется, неверно. Достаточно напомнить о Ламарке, Ж.С. Илере и об Аристотеле.) опытом, ставящим на первый план исследование органической природы вместо простого удивления перед ней.

Мысли *Панноса* о строении пчелиных ячеек продолжали еще в XVIII веке привлекать внимание ученых и горячо обсуждались. *Вуд* (Wood) рассказывает в своем сочинении «*Жилища животных*», опубликованном в 1867 году, следующую историю: «*Маральди* (Maraldi) был поражен большой правильностью в строении пчелиных ячеек. Он измерил углы между поверхностями ячеек и нашел их соответственно равными  $109^{\circ}28'$  и  $70^{\circ}32'$ . *Реомюр*

(Reaumur), убежденный в том, что величина этих углов находится в связи с экономией строения ячеек, попросил математика *Кёнига* (Konig) вычислить форму сосуда, с трехгранными углами и шестиугольными гранями, в котором наибольшая вместимость соединялась бы с наименьшей поверхностью. Реомюр получил в ответ, что углы между гранями должны составлять  $109^{\circ}26'$  и  $70^{\circ}34'$ . Разность таким образом равна двум минутам. *Маклорен* (Maclaurin), не удовлетворенный этим совпадением, повторил измерения Маральди и нашел их верными, но при производстве вычисления он обнаружил ошибку в таблице логарифмов, употребленной Кёнигом. Таким образом, не пчелы ошиблись, а математик; пчелы даже, наоборот, еще послужили для отыскания ошибки».

Кто знает, как производится измерение кристаллов, и кто видел пчелиную ячейку, обладающую, конечно, довольно грубыми, а не зеркальными поверхностями, тот немало удивится тому, что при измерении получается точность в две минуты. Поэтому всю эту историю приходится считать просто математической сказкой, причем если б даже она и соответствовала истине, то все-таки из неё нельзя было бы вывести никаких последствий (Иного мнения об этом Дарвин. См. в «Происхождении видов» рассуждения о геометрической форме пчелиных ячеек.). Не мешает кстати заметить, что задача эта с математической точки зрения поставлена недостаточно полно для того, чтобы можно было судить, насколько удовлетворительно пчелы с нею справились.

Уже упомянутый в этом сочинении идеи *Герона* и *Ферма* (Fermat) о движении света получили благодаря *Лейбницу* теологическую окраску и, как уже указано, играли выдающуюся роль в развитии вариационного исчисления. В переписке Лейбница с *Иоганном Бернулли* (1667–1748) наряду с математическими вопросами рассматриваются часто также и вопросы теологические. Нередко авторы для иллюстрации приводят библейские картины. Так, например, Лейбниц говорит, что проблема о брахистохроне (линия скорейшего падения, то есть та кривая между двумя точками, по которой тело падает в наикратчайшее время) его притягивает, как яблоко притягивало праматерь нашу Еву.

*Мопертюи* (Maupertuis, 1698–1759), известный председатель берлинской академии, любимец Фридриха Великого, дал новый толчок теологическому направлению в физике, установив свой *принцип наименьшего действия*. В сочинении, содержащем изложение этого принципа и, надо заметить, содержащем его в очень туманной форме, и где у автора замечается недостаток математической точности, он признает, что принцип этот лучше всего соответствует мудрости Творца. Мопертюи был остроумен, но не был особенно сильным мыслителем, он был прожектором. Это показывают его смелые проекты, как, например, устройство города, в котором говорили бы исключительно по-латыни, или предложение выкопать отверстие в земле, чтобы оттуда добывать новые вещества, его предложение о производстве психологических исследований при помощи опия и анатомирования обезьян или образования зародыша при помощи силы тяготения. Он подвергся резкой критике со стороны Вольтера в его «Истории доктора Акакья» (L'histoire du

docteur Akakias), – сочинение, как известно, повлекшее за собою разрыв между Вольтером и Фридрихом Великим.

Принцип Мопертюи был бы, вероятно, скоро забыт и сошел бы со сцены, если бы Эйлер не воспользовался этим толчком для дальнейших исследований. Как истинно великий человек он сохранил за принципом имя Мопертюи, оставив ему таким образом славу, и сделал из него принцип действительно годный. Трудно изложить совершенно ясно, что собственно думал Мопертюи. Мысль же Эйлера можно легко показать на простых примерах. Если какое-нибудь тело заставить оставаться на твердой поверхности, например, на поверхности земли, то, получив толчок, тело это будет двигаться так, чтобы между начальной и конечной точками было кратчайшее расстояние. Всякий другой путь, по которому заставляли бы двигаться тело, был бы более длинным и потребовал бы большего количества времени. Принцип этот находит применение в теории воздушных и водяных течений на земной поверхности. Эйлер все-таки сохранил телеологическое воззрение, то есть принцип разумной целесообразности. Он говорил, что явления могут быть объяснены не только при помощи физических причин, но также исходя из понятия о цели: «Так как устройство вселенной является совершеннейшим и так как она устроена мудрейшим Творцом, то нельзя поэтому найти ничего в Мире, в чем не проявлялись бы какие-нибудь свойства максимальности или минимальности; поэтому не может быть никакого сомнения в том, что все действия в Мире одинаково могут быть выведены при помощи метода максимума и минимума, как и из самых действующих причин» (*Quum enim mundi universi fabrica sit perfectissima, atque a creatore sapientissimo absoluta, nihil omnino in mundo contingit, in quo non maximi minimive ratio quaequam eluceat; quam ob rem dubium prorsus est nullum, quin omnes mundi effectus ex causis finalibus, ope methodi maximorum et minimorum, aequae feliciter determinari quaeant, atque ex ipsis causis efficientibus (Methodus inveniendi lineas curvas maximi minimive proprietate gaudentes. Lausannae, 1741)*).

Представления о неизменяемости количества материи, о неизменяемости суммы движения, о неразрушаемости работы или энергии, господствующие в настоящее время в естествознании, развились благодаря влиянию теологических идей. Они были вызваны уже упомянутыми словами *Декарта* в его книге (1644 г.) «Основные начала философии» (Приводим этот отрывок из «Основных начал» (часть II, параграф 36) по *Маху*), которые гласят, что количество созданной в начале материи и количество движения остаются неизменными, как это единственно приличествует постоянству и неизменности Творца. Способ определения количества движения, развитый Декартом, был значительно видоизменен Лейбницем и его последователями, и мало-помалу развилось представление, известное ныне под именем «закона сохранения энергии». Но лишь мало-помалу это представление освободилось от теологической окраски. И теперь еще, впрочем, некоторые естествоиспытатели продолжают связывать с этим законом (сохранение энергии) какие-то своеобразные мистические представления.

После того как мы узнали природу движения, мы должны рассмотреть причину его, которая оказывается двоякого рода. Сначала идет первоначальная, общая причина всех движений во Вселенной; потом следует специальная, от которой получают движение отдельные части материи, не имевшие его раньше. Общая причина, очевидно, не может быть ничем иным, кроме Бога, который в начале сотворил материю вместе с движением и покоем и который своим обыкновенным содействием поддерживает во всем столько движения и покоя, сколько он тогда создал. Ибо если даже это движение и представляет собою только состояние движущейся материи, оно все-таки образует известное определенное количество, которое очень хорошо может оставаться одинаковым во всей вселенной, если оно даже изменяется в каких-нибудь отдельных частях её. Изменение при этом бывает такого рода, что при движении вдвое большем одной части относительно второй, и если вторая часть в два раза больше первой, то принимают, что в меньшей части содержится столько же движения, сколько в большей, и что, чем медленнее становится движение одной какой-нибудь части, на столько же должно увеличиться движение другой части, равной по величине первой. Мы признаем поэтому совершенством в Боге то, что он не только сам в себе неизменен, но что он действует также по возможности твердо и неизменно, так что за исключением изменений, даваемых нам согласно опыту или по божественному откровению, и которые по нашему уразумению, или нашей вере, происходят без изменений в Творце, мы не можем допустить никаких других изменений в его действии без того, чтобы не пришлось отсюда вывести об изменчивости в нем самом. Поэтому будет вполне согласно с разумом, если мы допустим, что подобно тому, как при сотворении материи он снабдил различные части ее различными движениями, и подобно тому, как он содержит всю эту материю в том же виде и в том же отношении, в которых он ее создал, он поддерживает также в ней то же количество движения.

В продолжение всего XVI и XVII веков почти до конца XVIII века склонны были видеть в физических законах какой-то особый план творения. Но от внимательного наблюдателя не ускользнет постепенное видоизменение воззрений. У Декарта и Лейбница физика и теология еще друг с другом сильно перемешаны, впоследствии можно заметить явственное стремление, если не совершенно удалить теологию, то по крайней мере отделить ее от физики. Это обнаруживается даже с внешней стороны в том, что теологические соображения помещаются в начале или в конце трактатов по физике. Они концентрируются по возможности к вопросу о сотворении Мира, чтобы после этого выиграть больше места для физики.

Около конца XVIII века наступает переворот, заметный даже извне, который на первый взгляд кажется внезапным, тогда как в сущности он является необходимым следствием намеченного нами хода развития. *Лагранж* (Lagrange, 1736–1813), после того как в одной из своих юношеских работ сделал попытку обосновать всю механику на эйлеровском принципе наименьшего действия, позднее заявил в одной из переработок этого труда, что хочет

совершенно оставить в стороне всякого рода теологические и метафизические умозрения, всегда очень ненадежные и не принадлежащие собственно даже к области науки. Он обосновывает всю механику на других принципах, и ни один сведущий человек не можешь отказать этой механике в великих достоинствах. Все выдающиеся естествоиспытатели позднейшего времени присоединились к воззрению Лагранжа, и, таким образом, было более правильно установлено взаимное отношение физики к теологии.

Итак, потребовалось почти три столетия для того, чтобы воззрение о том, что теология и естествознание являются двумя совершенно особыми областями, развилось от первых зачатков во времена *Коперника* до ясного понимания во времена *Лагранжа*. При этом не следует, однако, забывать, что истина эта всегда была очевидна для таких великих умов, как *Ньютон*. Несмотря на свою глубокую религиозность, *Ньютон* никогда не вводил теологии в естественнонаучные вопросы. Он, положим, заканчивает свою «Оптику» (на последних страницах которой видны еще проблески его ясного ума) выражением сокрушения о ничтожестве всего земного. Но его оптические исследования, в противоположность исследованиям *Лейбница*, не содержат и следа теологии. То же самое можно сказать о Галилее и *Гюйгенсе* (Huygens, 1629–1695). Их сочинения почти совершенно соответствуют воззрению Лагранжа и в этом отношении могут считаться классическими. Но воззрения и настроение какой-нибудь эпохи можно обнаружить не по творениям наиболее выдающихся ученых, а лишь по сочинениям людей среднего уровня.

Чтобы лучше понять и уяснить себе вышеописанный процесс, мы должны подумать о следующем. Очевидно, что на той ступени развития, когда теология представляет собой почти единственное просвещение, и, следовательно, также единственное мировоззрение, необходимо должно существовать мнение, что все может и должно быть рассматриваемо с теологической точки зрения и что метод этот повсюду является достаточным. Перенесемся в эпоху, когда при игре били кулаком по органу; желая производить вычисления, держали перед глазами таблицу умножения, – эпоху, когда многое такое, что мы теперь производим головою, производилось кулаком. Трудно требовать, чтобы люди такой эпохи обращались к критике воззрений, именно тогда господствовавших. Благодаря расширению умственного кругозора, вызванного великими географическими, техническими и естественнонаучными открытиями и изобретениями XV и XVI веков, после нахождения новых областей, в которых прежние воззрения являлись недостаточными (ибо воззрения эти успели развиться, когда эти области были еще совершенно неизвестны), предрассудок мало-по-малу начал исчезать. Обратное, трудно бывает понять большое свободомыслие, обнаруживаемое изредка в начале средних веков сначала лишь поэтами, а потом и учеными.

Просвещение должно было быть тогда делом отдельных, совершенно из ряда вон выходящих, личностей. Убеждения этих людей были связаны лишь с воззрениями народа. Воззрения их скорее были в состоянии разрушить народные представления, чем их видоизменить. Лишь в литературе

XVIII века, по-видимому, просвещение находит для себя широкую почву. Гуманистические, философские, исторические и естественнонаучные знания касаются здесь друг друга и поощряют друг друга к более свободному мышлению. Всякий, хотя бы отчасти переживший это просвещение и освобождение, как они выразились в литературе, будет всю свою жизнь испытывать эгегическое чувство по отношению к XVIII веку.

Старое воззрение, таким образом, является отвергнутым. Лишь по *форме* нынешних принципов механики можно узнать их историю. Форма эта нам всегда будет казаться чуждой, если не будем обращать внимания на ее происхождение. Теологическое воззрение мало-помалу уступало место другому весьма трезвому воззрению; при этой замене было достигнуто значительно большее уразумение и понимание. Вкратце изложим, как это произошло.

Если мы говорим, что свет движется «по пути, требующему наименьшего времени», то благодаря этому способу формулировки можем обозреть многое. Но мы еще не знаем, почему свет предпочитает путь, соответствующий кратчайшему времени. Принимая здесь для объяснения премудрость Творца, мы отказываемся от дальнейшего понимания. Мы знаем теперь, что свет распространяется по всевозможным направлениям, но что лишь по пути, требующему кратчайшего времени, световые волны так усиливаются, что получается заметный результат. Поэтому кажется, что свет движется по кратчайшему (в указанном смысле) пути. После устранения вышеуказанного предсудка найдены были случаи, когда, наряду с мнимой экономией природы, обнаруживается поразительная расточительность ее. Такие случаи, например, доказал Якоби (Jacobi) по отношению к эйлеровскому принципу наименьшего действия. *Многие явления природы лишь потому производят впечатление «экономий», что они становятся заметными, лишь когда происходит накопление эффектов.* Это та же мысль в области неорганической природы, которую Дарвин выразил в области органической природы. Мы себе инстинктивно облегчаем понимание природы, когда переносим на нее знакомые нам представления об «экономии».

Иногда в явлениях природы обнаруживаются отношения максимальной или минимальности по той причине, что в этом случае наибольшего или наименьшего изменения отпадают причины, вызывающие дальнейшее изменение. Цепная линия (кривая, соответствующая форме, принимаемой свободно висящей, совершенно упругой тяжелой нитью) обладает наиболее низко расположенным центром тяжести, потому что только в этом случае дальнейшее падение звеньев цепи становится невозможным. Под влиянием молекулярных сил жидкости представляют минимум поверхности, потому что устойчивое равновесие возможно лишь в том случае, когда молекулярные силы не в состоянии произвести дальнейшего уменьшения жидкой поверхности. Таким образом, мы видим, что *существенное заключается не в максимуме или минимуме*, а в том, что часть работы отпадает, причем, однако, именно это состояние работы определяет данное изменение. Эта мысль звучит не так «возвышенно», но зато она является значительно более справедливой и в то же время значительно более общей. Вместо того, чтобы говорить о

«стремлении» природы к экономии, мы скажем просто: «Происходит всегда лишь столько, сколько может произойти, сообразно данным силам и обстоятельствам» (Это в сущности простая тавтология.).

Теперь же с полным правом можно задаться вопросом: каким образом и почему возможно, что положения механики продолжают оставаться в своих существенных частях справедливыми, тогда как теологическая точка зрения, послужившая для установления этих принципов, оказалась неправильной? На этот вопрос легко ответить. Во-первых, теологическое воззрение доставило нам не содержание принципов; оно лишь придало им свойственную самой теологии окраску, тогда как содержание было и тогда почерпнуто из наблюдения. Подобным же образом влияло бы всякое другое господствующее воззрение, например, меркантильное, которое, как предполагают, и имело влияние на образ мыслей *Стевина* (Stevin) (родился в 1548 г., умер в 1620 г. Исследовал одним из первых свойства наклонной плоскости и др. в своем сочинении *Nuromnemata mathematica Leyden 1605*). Во-вторых, само теологическое воззрение на природу явилось благодаря стремлению создать точку зрения, с помощью которой можно было бы обозревать возможно большее количество явлений; стремление, следовательно, присущее также и естествознанию и очень хорошо согласующееся с целями его. Если даже теологическая натурфилософия и должна быть признана неудачной попыткой, возвратом к более низкой степени культуры, то все-таки из-за этого не следует пренебрегать здоровыми корнями, на которых развилась эта философия, тем более что ее *реальные* основы не отличаются от основ истинного естествознания.

Действительно, естествознание не может ничего достигнуть простым наблюдением частного, если время от времени не обращаться к великому общему. Законы падения тел, установленные Галилеем, принцип живых сил Гюйгенса, принцип виртуальных перемещений, часто называемый принципом виртуальных скоростей, даже само понятие о массе могли быть получены лишь таким образом, что попеременно обращали внимание то на частности, то на общий ход явлений природы. Воспроизводя мысленно явления природы из механических категорий, можно, чтобы составить себе картину данного явления, исходить из свойств отдельных масс (элементарные законы); или же можно также придерживаться при рассмотрении свойств всей системы (законы интегральные). Но так как свойства какой-нибудь массы заключают уже в себе отношения к другим массам, – так, например, в свойствах масс, в скорости и в ускорении содержатся уже отношения ко времени (или даже, говоря вообще, отношения ко всему остальному миру), – то в сущности, как в этом легко убедиться, вовсе не существует *чистых* элементарных законов. Было бы большой непоследовательностью, если бы пожелали поэтому отказаться от необходимого рассмотрения целого, от исследования общих свойств, как от способа менее верного. Нет, мы потребуем только следующего: чем более общим является новый принцип и чем большим значением он обладает, тем более полному испытанию должен он подвергаться в зависимости, главным образом, от возможности различного рода ошибок.

Представление о действии в Мире разума или воли ни в коем случае не было создано исключительно монотеизмом. Оно было хорошо знакомо и язычеству, и фетишизму. Язычество старается найти разум и волю в частностях, тогда как монотеизм предполагает проявление воли и разума в целом. В древности и в Средние века собственно не существовало чистого монотеизма. Еврейский монотеизм содержал веру в демонов, кудесников и ведьм. Христианский средневековый монотеизм еще более богат такими языческими представлениями. Мы уже не будем говорить о том, как церковь и государство старались превзойти друг друга, пытая и сжигая ведьм, причем, однако, это благородное соревнование обуславливалось в большинстве случаев не жадной наживы, а скорее вышеупомянутыми представлениями. В своем сочинении «Первобытная культура» *Тейлор* (Tylor) рассматривает различные формы колдовства, суеверия и веры в чудеса, встречавшиеся у всех народов на различных ступенях цивилизации, и сравнивает их со средневековыми мнениями о колдовстве. Действительно, сходство оказывается поразительным. В Центральной Африке и теперь еще продолжают производить сожжения ведьм, которые так часто совершались в Европе в XV и XVI веках. И теперь еще, показывает Тейлор, можно найти у нас большое количество остатков такого состояния, выражающихся в огромном числе различных обрядов и обычаев, понимание которых для нас теперь уже является недоступным, так как мы успели потерять связь с мировоззрением, под влиянием которого они были выработаны.

Лишь очень медленно освободилось естествознание от подобного рода представлений. В знаменитой книге Порты (Porta) «Естественная магия» (*Magia naturalis*), появившейся в XVI столетии, автор, наряду со многими важными физическими открытиями, описывает также разного рода колдовство и всякую чертовщину, которые немногим уступают чародейским творениям какого-нибудь индийского «врача». Лишь сочинение Гильберта (Gilbert) «О магните» (*Demagnete*) положило этому конец (Извлечение из книги Гильберта было напечатано в «Научн. обзор.» за 1896 год). Если, как утверждалось, Лютеру лично приходилось иметь дело с дьяволом, если Кеплер, тетка которого в качестве ведьмы подверглась сожжению, а мать едва избежала этой участи, говорил, что вообще нельзя отрицать колдовства, и не осмелился даже высказаться совершенно свободно об астрологии, то легко можно себе представить, каков был в ту эпоху образ мыслей людей менее просвещенных.

Современное естествознание также обнаруживает, как справедливо говорит Тейлор, следы фетишизма в своих «силах». Современное образованное общество далеко еще не сумело освободиться от языческих представлений: это можно видеть на примере нелепого и пошлого спиритизма, наполняющего теперь салоны чуть ли не обоих полушарий.

Представления эти, однако, не даром так упорно сохраняются; для этого имеются совершенно достаточные основания. Научному анализу и пониманию являются доступными лишь небольшая часть тех естественных побуждений, которые иногда с демонической силой господствуют над человеком, —

побуждений, пытающих его, поддерживающих его существование и размножение даже помимо участия его сознания и понимания, – побуждений, патологические проявления которых мы находим довольно часто в средние века. Основной чертой всех этих побуждений является чувство сопринадлежности и однородности со всей природой, – чувство, иногда заглушаемое односторонними умственными занятиями; оно не может быть, однако, совершенно заглушено и без сомнения содержит в себе также здоровую сущность, несмотря на то, что оно послужило основанием для чудовищных суеверных представлений.

В конце XVII века мы встречаемся с единственным в истории примером интеллектуального экстаза. Перед нами благородное, возвышающее нас зрелище, увлечения ученых, в радостном восторге преувеличивающих значение добытых физико-механических воззрений. Но все это оказывается простибельным, если вспомнить, как близко себя полагали энциклопедисты достигшими цели, то есть к объяснению всей природы исключительно с помощью физико-механических представлений. Вспомним мирового гения, придуманного несколько позднее Лапласом, – гения, могущего наперед предсказать весь будущий ход Вселенной, если ему только доставить данные обо всех отдельных массах, их начальных скоростях и первоначальных положениях.

Но после того, как прошло целое столетие, и мы стали рассудительнее, нам такое мировоззрение энциклопедистов кажется какой-то механической мифологией в противоположность анимистической мифологии древних религий. В обоих воззрениях содержатся фантастические, даже недостойные преувеличения одностороннего понимания. Но разумное физическое исследование, оставив в стороне подобные представления, обратится к анализу наших ощущений. Мы тогда узнаем, что наше чувство голода не особенно существенно отличается от стремления серной кислоты к цинку и что, в противоположность нашим теперешним воззрениям, наша воля не особенно существенно отличается от давления камня на подставку, мешающую ему упасть. Мы будем себя тогда чувствовать ближе к природе, не имея для этого никакой надобности в каких-нибудь особых представлениях, вроде того, чтобы рассматривать человека как какую-то совершенно для нас непонятную кучу молекул или видеть в природе собрание каких-то чудовищных привидений. Понятно, что теперь можно только предугадывать, в каком направлении произойдет, конечно лишь после долголетних исследований, намеченное выше уяснение. Заранее же предсказывать ожидаемые результаты, или, что еще хуже, пожелать их ввести в теперешние научные исследования, значило бы заниматься не наукой, а новой мифологией.

Естествознание не претендует на то, чтобы быть *готовым* мирозерцанием, но у него есть сознание, что оно работает над выработкой будущего мирозерцания. Высочайшая философия естествоиспытателя именно в том и состоит, *чтобы довольствоваться мирозерцанием, еще не законченным*, и предпочесть его другому мировоззрению, которое кажется законченным, но в то же время является недостаточным. Религиозные воззрения остаются частным делом каждого отдельного лица до тех пор, пока оно не начинает

навязывать их другим и не старается их перенести на предметы, ничего общего с религией не имеющие. Даже сами естествоиспытатели в этом отношении держатся весьма различно, смотря по широте своих взглядов и смотря по тому, насколько они ценят логическую последовательность.

Естествознание вовсе не спрашивает о том, что недоступно точному исследованию или пока еще является недоступным. Если же когда-либо области, теперь недоступные точному исследованию, станут доступными, тогда ни один человек со здоровой организацией, честно мыслящий о себе самом и о других, не постесняется заменить свое даже вполне выработанное мнение о каком-нибудь предмете точным знанием его.

Если в настоящее время мы видим, что общество колеблется, меняет, подобно регистрам органа, свою точку зрения об одном и том же вопросе, в зависимости от настроения и условий жизни отдельных лиц, причем это сопровождается нередко глубокими душевными страданиями, то все это является следствием половинчатости и переходного состояния воззрений общества. Удовлетворяющее нас мирозерцание не может быть получено нами в дар; мы должны его добыть собственными усилиями. Лишь когда разум и опыт будут свободны во всех тех случаях, где только они одни могут явиться судьями, только тогда можно будет надеяться, что мы, ко благу человечества, начнем, хотя медленно и постепенно, но зато верно, приближаться к идеалу целостного мирозерцания; а только оно одно согласуется с экономией здорового духа.

## **MYSTICISM IN THE FIELD OF MECHANICS**

**E. Mach**

*Translated by S. Levinson*

DOI: 10.22363/2224-7580-2023-1-149-156

## О РЕЛЯЦИОНИЗМЕ Г. ЛЕЙБНИЦА

В.Д. Эрекаев\*

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

**Аннотация.** В статье анализируются основы представлений Г. Лейбница о природе пространства.

**Ключевые слова:** Г. Лейбниц, пространство, реляционизм, отношения сосуществования

Реляционные представления о пространстве и времени имеют долгую историю. В развитие этих представлений внесли вклад Платон, Аристотель, Г. Лейбниц, Э. Мах и др. В современной фундаментальной физике тенденция в направлении реляционного понимания природы пространства и времени расширяется. В 80-х годах прошлого века был предложен вариант квантовой теории гравитации, получивший название теории причинных множеств, который опирался на реляционные представления [1–4]. Широко известная петлевая теория квантовой гравитации строилась, исходя из стремления «стартовать с чего-либо, что является чисто квантово-механическим и имеет, вместо пространства, некоторый вид чисто квантовой структуры» [5. С. 249].

В настоящее время группой российских физиков разрабатывается реляционно-статистическая концепция пространства, которая носит масштабный программный характер [6]. Появились реляционные трактовки квантовой механики (К. Ровелли [7], Ю.С. Владимирова [8; 9]). С точки зрения Б. Рассела, в споре (между Лейбницем и Ньютоном, которого представлял Кларк, о реляционной или субстанциональной природе пространства) окончательная победа осталась за Лейбницем [10]. Таким образом, понимание пространства и времени в современной фундаментальной физике тесно связано с реляционной трактовкой, а нередко и базируется на ней. В то же время необходимо дальнейшее концептуальное осмысление реляционизма. На наш взгляд, требуют более глубокого осмысления следующие вопросы:

- 1) природа реляций;
- 2) природа релят;
- 3) связь реляционизма и мгновенного действия на расстоянии.

Для более глубокого обсуждения этих вопросов необходимо, прежде всего, обратиться к истокам. Классическое определение реляционной концепции пространства и времени в Новое время дал Г. Лейбниц. С его точки

---

\* E-mail: erekaev@mail.ru

зрения, пространство – это порядок сосуществования, а время – порядок последовательностей. В письмах С. Кларку он писал: «Я неоднократно подчеркивал, что считаю пространство, так же, как и время, чем-то чисто относительным: пространство – порядком сосуществования, а время порядком последовательностей. Ибо пространство с точки зрения возможности обозначает порядок одновременных вещей, поскольку они существуют совместно, не касаясь их специфического способа бытия. Когда видят несколько вещей вместе, то осознают порядок, в котором вещи находятся по отношению друг к другу» [11. С. 441].

Формулировку Лейбница, в которой он говорил о вещах (телах), восприняли как дискретный реляционизм, который и стал доминирующим. Лейбниц считал, что в реляционизме вполне достаточно говорить о порядке рядоположенности тел и о порядке следования (событий). Отметим, что сам Лейбниц не называл свою концепцию пространства реляционной. Утверждается, что нет необходимости принимать в расчет физическую природу этих отношений и тел, так же как и событий. Предлагается сосредоточить внимание только на отношениях, причем в достаточно абстрактной форме. Тем не менее такой подход в настоящее время дает много важных физических результатов [6].

Представления о рядоположенности, упорядоченности тел в современной физике уже недостаточны. И действительно, существуют ли фотоны упорядоченно в электромагнитном поле? А как в терминах упорядоченности трактовать тот факт из квантовой теории, что в одном состоянии может находиться сколь угодно много бозонов, например фотонов. К тому же чем больше фотонов находится в одном состоянии, тем больше вероятность, что в этом же состоянии окажется еще один фотон? А что в смысле упорядоченности и рядоположенности представляет собой суперпозиция? В стандартной копенгагенской интерпретации квантовой механики нахождение квантовых частиц в пространстве и их движение как пространственное перемещение вообще не рассматривается. Даже их существование до измерения является чисто потенциальным (В. Гейзенберг). А упорядочены ли объекты на планковском масштабе? Что представляет собой упорядоченность в дискретном квантованном пространстве? И, по-видимому, требование упорядоченности противоречит идее холистичности в физике. Тем не менее в современной фундаментальной физике существуют попытки использовать понятия упорядоченности и частичной упорядоченности, например, в теории причинных множеств.

Казалось бы, формулировка Лейбница предельно ясна и отвечает на все вопросы. Однако если присмотреться к ней внимательно, то в ней кроется ряд концептуально важных проблем. Одна из них связана с вопросом о том, что понимать под *порядком существования*? А этот вопрос у Лейбница тесно связан с проблемой *тел*.

Какие тела имеются в виду? В первую очередь это – твердые тела, которые в основном и задают мироздание – для XVII–XVIII веков это было естественно: разобраться бы в непосредственно наблюдаемом телесном мире. Во времена Лейбница также было хорошо известно о существовании твердых,

жидких и газообразных форм вещества. Можно ли жидкие и газообразные формы рассматривать в качестве тел? Это вряд ли возможно в буквальном смысле. Говорить о порядке существования жидкости или газа безотносительно к замыкающему их сосуду, казалось бы, не приходится. В то же время хорошо были известны идеи о том, что жидкости и газы состоят из частиц, что для механистической картины мира было естественно.

Можно предположить, что у Лейбница речь идет о всех телах во Вселенной. Правда, у самого Лейбница основу мироздания составляют не физические атомы, а духовные атомы – монады, что затрудняет естественнонаучный анализ. Он не признавал существование атомов, поскольку материя в ту эпоху нередко субстанциально или атрибутивно отождествлялась с протяженностью, которая бесконечно делима.

Категорически отрицая существование атомов, Лейбниц не мог отрицать существование частиц, корпускул, как составных частей тел, которые в его концепции, как и всё неорганическое, представляли собой «спящие монады». Монады не существуют в пространстве. Поскольку он не признавал существование пустоты, то можно сделать вывод, что лейбницевский физический мир представлял собой «плотную упаковку» «спящих монад», из которых и состоят все тела. В результате можно говорить о физической непрерывности только как о феномене. Но в то время генеральным было представление о том, что любые тела протяженны, а следовательно, делимы до бесконечности.

Лейбниц сформулировал еще один фундаментальный принцип – принцип непрерывности, который утверждает, что изменение, развитие не нуждаются в скачках и всегда осуществляются постепенно, плавно, и который был тесно связан с развитым им дифференциально-интегральным исчислением. Получается, что в реляционизме Лейбница дискретность и непрерывность существуют и дополняют друг друга. Но мир тел дискретен, достаточно было посмотреть вокруг себя. Следовательно, для реализации лейбницевского реляционизма и идеи об отсутствии пустоты недостаточен порядок существования только наблюдаемых тел. Становится необходимостью объектное заполнение того, что есть между наблюдаемыми телами, а также «движение» внутрь самих тел.

В то же время это является серьезным противоречием: непрерывная реальность каждого тела и вся совокупность отдельных дискретных тел, чья упорядоченность формирует реляционное пространство, – идеи плохо совместимые. И действительно, поскольку количество тел (объектов) во Вселенной конечно (согласно современным представлениям, количество атомов в ней порядка  $10^{80}$ , а следовательно, конечно и количество элементарных частиц), то реляционно невозможно получить непрерывное (континуальное) макроскопическое пространство из плотно упакованных «спящих монад», которое было бы нефеноменологическим, неэммерджентным. Кроме того, прежде всего необходимо выяснить, что могут представлять собой границы между плотно упакованными частицами-телами.

Отметим еще несколько концептуально важных моментов. Во-первых, между самими монадами (причем не только спящими, то есть атомами) также

имеются отношения сосуществования в соответствии со сформулированным Лейбницем красивым принципом предустановленной гармонии. Во-вторых, существенно, что Лейбниц написал не о порядке существования монад, например, «спящих монад» как атомов, а о порядке именно тел. То есть существенно, что Лейбниц не свел реляты к чему-то элементарному: ни к духовным единицам бытия, ни к физическим атомам. Под релятами будем понимать элементы, формирующие реляционное пространство: по Лейбницу – это тела. Задача состоит в том, чтобы показать какие именно объекты, какие элементы могут формировать реляционное пространство или же согласиться с тем, что к таким объектам могут относиться объекты любой природы.

Таким образом, согласно Лейбницу пространство задают именно тела, а точнее – порядок их сосуществования. Но что представляет собой этот порядок? Каким образом упорядоченность задает пространство? Если нет пустоты, и тела плотно упакованы друг с другом, то порядок их сосуществования оказывается простейшим и примитивным: тела просто следуют друг за другом. Правда, в трехмерной упорядоченности, их порядок трехмерен. Он и задает представление о пространстве. Это – простейший вариант реляционизма. Он же – самый бедный: существуют только простейшие отношения сосуществования в виде упорядоченности, рядоположенности (или даже касания) тел, и они задают пространство. Однако отношения между телами могут быть гораздо разнообразнее и богаче. Ярким примером являются отношения между людьми в социуме.

Но что значит, что тела следуют друг за другом при истинно дискретном сосуществовании? Как можно задать следование тел, если нет некоторого фона, в котором бы перемещались частицы-переносчики, например, фотоны, чтобы можно было увидеть совокупность тел? Насколько в физическом плане дает ясность в этом вопросе привлечение идеи мгновенного действия на расстоянии?

Возникает закономерный вопрос: почему блестящий логик Лейбниц не дал формулировку реляционного пространства, базируясь на понятии частиц? Он постоянно говорил о телах и вещах. Возможны два варианта ответа. Первый предполагает, что Лейбниц под телами подразумевал также и частицы. Но в таком случае телами должны быть и спящие монады любого масштаба вплоть до микроскопического. Но в ту эпоху это было бы довольно странно: частицы – это то, из чего состоят тела, это – элементы тел.

Второй вариант состоит в том, что Лейбниц хотел подчеркнуть, что не только (а может быть даже и не столько) мельчайшие частицы, но и *все тела во Вселенной реляционно задают пространство*. Это означает, что не только спящие монады- частицы, но и конструкции из них: малые и большие частицы тел, булыжники, планеты, звезды и др. дают вклад в формирование пространства, но уже на уровне больших структур. Другими словами, отношения сосуществования между всеми макроскопическими и мегаскопическими телами как новыми качествами физического бытия также дают свой специфический вклад в реляционную природу пространства. Сильным аргументом в

пользу этой идеи являются его слова из вышеприведенной цитаты: «Когда видят несколько вещей вместе, то осознают порядок, в котором вещи находятся по отношению друг к другу».

Если имеет место только одна форма существования тел во Вселенной – плотная упаковка, то трудноразрешимым становится также вопрос о том, как в этом случае осуществляется движение, поскольку, как бы сказал Демокрит, ни тела, ни атомы не могут перемещаться в отсутствии пустоты. В то же время мы повсюду наблюдаем движущиеся тела.

Отметим, что подобная проблема присутствует и в одном из современных вариантов квантовой теории гравитации – в петлевой квантовой гравитации. В этой вычислительно достаточно успешной теории работают с планковскими объемами – планковскими «ячейками», которые также плотно упакованы и задают квантованное пространство. Однако в этой теории существуют большие трудности с физическими онтологическими интерпретациями, например, как в отношении физического сосуществования планковских ячеек, так и в отношении осуществления движения в такой дискретной планковской структуре пространства.

Правда, при этом «петлевики» делают оговорку, что представлять себе наглядно геометрически (в виде многогранников) эти планковские структуры невозможно. Невозможно, например, визуализировать такую планковскую структуру, как искривленное пространство. Спасают абстракции: эти пространственные конфигурации можно эффективно и достаточно успешно описывать с помощью графов. Но диаграммы Фейнмана тоже хорошо описывают взаимодействия элементарных частиц, однако эти диаграммы – еще не вся физика, нужна физика процессов, требуются внятно сформулированные физические онтологии.

Кроме того, лейбницево определение не работает в принципе: мы не можем установить рядоположенность, если нет непрерывного пространства. Согласно Лейбницу, «когда видят несколько вещей вместе, то осознают порядок, в котором вещи находятся по отношению друг к другу». Что означает «видеть несколько вещей вместе»? Если это возможно, то должен существовать некий фон, некоторая относительно глобальная (более общая) система отсчета, некоторое пространство. Но ничего этого нет. В истинно реляционном пространстве между дискретными релятами нет ничего, в том числе и пространства. Также отметим, что в своей формулировке Лейбниц фактически сформулировал связь пространства, времени и материи: «пространство с точки зрения возможности обозначает порядок одновременных вещей».

В истинно дискретном пространстве нет рядоположенности. В нем нет *наблюдаемого* сосуществования. Есть только автономное существование отдельных тел (релят). Это означает, что наблюдатель, связанный с одним телом (элементом, релятой), может находиться всегда *только* на какой-то одной реляте, не может наблюдать другую реляту и осуществить с ней связь, провзаимодействовать с ней. Это отражает дух монадологии: монады не взаимодействуют друг с другом и не имеют окон, хотя и связаны всеобщей гармонией. Если использовать язык ОТО, то можно сказать, что для такого

наблюдателя другие реляты находятся за его горизонтом событий. Хотя эту формулировку не следует понимать буквально.

При этом будет невозможно видеть (наблюдать) другие реляты. Да и на одной реляте можно «находиться» только феноменологически, поскольку *любая релята – реляционна*. Мы могли бы увидеть упорядоченность совокупности дискретных элементов, если бы сумели посмотреть на них всех сразу «извне». Но последнее невозможно. Этого «извне» нет. Есть только реальность, связанная с каждой отдельной релятой.

Таким образом, по Лейбницу, получается, что установить порядок без пространства невозможно. Следовательно, в определении Лейбница пространство подразумевается. Что это означает? Означает ли это крах реляционизма? По-видимому, нет. Но необходима еще какая-то аргументация.

И тем не менее реляты должны существовать совместно, поскольку, согласно реляционной доктрине, образуют тотальное пространство: пространство в целом реляционно и имеет феноменологическую природу. При этом каждый элемент должен существовать автономно, строго сам по себе? Но тогда актуализируются следующие проблемы:

1) Каким образом из такого дискретного существования возникает наша большая непрерывная Вселенная, состоящая из большого количества дискретных элементов?

2) Как осуществляется самосогласованное сосуществование несвязанных друг с другом релят?

Современные теории квантования пространства на планковском масштабе фактически воспроизводят идею изолированных тел (планковских объемов), и вопрос об их форме сосуществования стоит в этих подходах достаточно остро.

Кроме того, еще А.М. Бутлеров заметил, что если поменять порядок связей между атомами и, как вариант, поменять расположение атомов в пространстве, то можно получить новое агрегатное состояние вещества, новую кристаллическую структуру и даже новое вещество. Его теория помогла объяснить явление изомерии. Следовательно, порядок сосуществования элементов задает *реляционный характер тел*. Этот вопрос относится к отмеченной выше проблеме природы релят и требует отдельного обсуждения.

«Ибо пространство с точки зрения возможности обозначает порядок одновременных вещей, поскольку они существуют совместно, *не касаясь их специфического способа бытия*» (курсив наш. – В.Э.). В этой лейбницеvской формулировке существует два важных момента. Первый состоит в том, что, согласно СТО, одновременность относительна, значит, об одновременных вещах можно говорить только в релятивистском смысле, поэтому сегодня подобная формулировка в буквальном смысле не работает. Следовательно, релятивистская относительность одновременности должна каким-то образом изменить реляционную концепцию. Задача состоит в том, чтобы выяснить, каким именно.

Во-вторых, об отношениях сосуществования тел, независимо от природы этих тел, можно говорить только в том случае, когда эти отношения уже

имеются. То есть когда они сформированы и являются данностью. Они никогда не становятся, они всегда есть. В этом случае, действительно, можно теоретически «играть» только с этими отношениями в чистом виде. Это можно назвать *статическим реляционизмом*.

Однако в реальном физическом мире отношения сосуществования между телами каким-то образом были сформированы. Они возникают и изменяются, вряд ли разумно рассматривать их как какую-то абсолютную неизменную данность. Следовательно, в реляционизме существует важная *проблема генезиса, возникновения, эволюции, смены и уничтожения отношений сосуществования*. Другими словами, в реляционизме должна быть решена диалектическая проблема.

Отметим также следующий любопытный момент: субстанциальное пространство автоматически становится реляционным! И действительно, раз, согласно субстанциальной концепции, пространство реально существует, то реально существует и каждая точка этого пространства. Но если это так, тогда эти точки являются физическими объектами! Но принципиально другой природы. С другой стороны, как и полагается в реляционной концепции пространства, их отношения сосуществования порождают пространство. А следовательно, субстанциальное пространство – реляционно!

Однако здесь имеется принципиально важный нюанс: в субстанциальной концепции физические точки пространства, фактически физические объекты, являются элементами пространства, которое уже есть и поэтому не могут порождать пространство. Тем более что классическое макроскопическое пространство континуально. Допустим вариант, что пространство не состоит из отдельных точек: физическое пространство топологически не замкнуто, а открыто. То есть физическое пространство и состоит из точек, и не состоит. Правда, подобную онтологию еще необходимо осмыслить.

Многое из приведенного анализа реляционного пространства по Лейбницу относится и к реляционной концепции времени, конечно же, с учетом специфики темпоральности.

## Литература

1. *Bombelli L., Lee J., Meyer D., Sorkin R. D.* Space-time as a causal set // *Physical Review Letters*. 1987. 59. P. 521–524.
2. *Sorkin R. D.* Spacetime and causal set // *Relativity and Gravitation: Classical and Quantum. Proceedings of the SILARG VII Conference: Coyoac, Mexico, December, 1990* / ed. by D'Olivo J. C., Nahmad-Achar E., Rosenbaum M., Ryan M., Urrutia L. and Zertuche F. 1991. P. 150–173.
3. *Rideout D. P., Sorkin R. D.* A classical sequential growth dynamics for causal sets // *Physical Review*. 2000. D61. P. 024002-1–024002-16. (e-printarchive: gr-qc/9904062).
4. *Круглый А. Л.* Идеи, лежащие в основании гипотезы причинностного множества в квантовой гравитации // *Метафизика*. 2014. № 2 (12). С. 126–145.
5. *Смолин Л.* Неприятности с физикой: взлет теории струн, упадок науки и что за этим следует. London: Penguin Book, 2007 / пер. Ю.А. Артамонова. С. 249. URL: [http://zhurnal.lib.ru/a/artamonow\\_j\\_a/](http://zhurnal.lib.ru/a/artamonow_j_a/)
6. *Владимиров Ю. С.* Основания физики. М.: Бином, 2008. 455 с.

7. *Rovelli Carlo*. Relational Quantum Mechanics // International Journal of Theoretical Physics. 1996. 35 (8). P. 1637–1678.
8. *Владимиров Ю. С.* Метафизика. М.: Бином, 2002. С. 458–461.
9. *Владимиров Ю. С.* Основания физики. М.: Бином, 2008. С. 383–426.
10. *Владимиров Ю. С.* Природа пространства и времени: антология идей. М.: ЛЕНАНД, 2015. С. 193.
11. *Лейбниц*. Соч.: в 4 т. Т. 1. М., 1982. 636 с.

## ON LEIBNIZ'S RELATIONISM

V.D. Erekaev\*

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

**Abstract.** The article analyzes the basics of G. Leibniz's ideas about the nature of space.

**Keywords:** G. Leibniz, space, relationalism, relations of coexistence

---

\* E-mail: erekaev@mail.ru

## НАШИ АВТОРЫ

**АНТИПЕНКО Леонид Григорьевич** – кандидат философских наук, старший научный сотрудник Института философии РАН.

**БАБЕНКО Инна Анатольевна** – кандидат физико-математических наук, преподаватель Института гравитации и космологии РУДН.

**ВАРЛАМОВ Вадим Валентинович** – доктор физико-математических наук, профессор Сибирского государственного индустриального университета (Новокузнецк).

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

**ДМИТРИЕВ Владислав Георгиевич** – почетный работник науки и техники РФ, писатель, публицист, исследователь научного творчества П.А. Флоренского.

**ЕФРЕМОВ Александр Петрович** – доктор физико-математических наук, профессор Института гравитации и космологии РУДН, академик РАЕН.

**ЖИЛКИН Андрей Георгиевич** – доктор физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института астрономии РАН.

**КРУГЛЫЙ Алексей Львович** – кандидат физико-математических наук, инженер отдела прикладной математики и информатики ФГУ ФНЦ Научно-исследовательского института системных исследований РАН (Москва).

**МАХ Эрнст (1838–1916)** – австрийский (чешский) физик и философ.

**ПАНОВ Вячеслав Федорович** – доктор физико-математических наук, профессор Пермского государственного национального исследовательского университета.

**ПАНЧЕЛЮГА Виктор Анатольевич** – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН (Пушино).

**ПАНЧЕЛЮГА Мария Сергеевна** – научный сотрудник Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН (Пушино).

**ПАРАЕВ Владислав Васильевич** – кандидат геолого-минералогических наук, доцент Института геологии и минералогии имени В.С. Соболева СО РАН (Новосибирск).

**ФРОЛОВ Борис Николаевич** – доктор физико-математических наук, профессор Института физики, технологии и информационных систем Московского педагогического государственного университета (МПГУ).

**ЭРЕКАЕВ Валентин Данилович** – кандидат философских наук, доцент 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» (полуужирный).
- ✓ Разрядка текста, абзацы и переносы, расставленные вручную, не допускаются.
- ✓ Рисунки и схемы допускаются в компьютерном формате.
- ✓ Века даются только римскими цифрами: XX век.
- ✓ Ссылки на литературу даются по факту со сквозной нумерацией (не по алфавиту) и оформляются в тексте арабскими цифрами, взятыми в квадратные скобки, после цифры ставится точка и указывается страница/страницы: [1. С. 5–6].
- ✓ Номер сноски в списке литературы дается арабскими цифрами без скобок.
- ✓ Примечания (если они необходимы) оформляются автоматическими подстрочными сносками со сквозной нумерацией.

### Например:

- На место классовой организации общества приходят «общности на основе объективно существующей опасности» [2. С. 57].
- О России начала XX века Н.А. Бердяев писал, что «постыдно лишь отрицательно определяться волей врага» [3. С. 142].

## Литература

1. Адорно Т.В. Эстетическая теория. М.: Республика, 2001.
2. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну. М.: Прогресс-Традиция, 2000.
3. Бердяев Н.А. Судьба России. Кризис искусства. М.: Канон+, 2004.
4. Савичева Е.М. Ливан и Турция: конструктивный диалог в сложной региональной обстановке // Вестник РУДН. Сер.: Международные отношения. 2008. № 4. С. 52–62.
5. Хабермас Ю. Политические работы. М.: Праксис, 2005.

С увеличением проводимости<sup>1</sup> 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.

<sup>1</sup> 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

