

МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2020, № 3 (37)

Основан в 2011 г.

Выходит 4 раза в год

- **МЕТАФИЗИКА И ОСНОВАНИЯ ФИЗИКИ**
- **ТЕОРЕТИКО-ПОЛЕВАЯ ПАРАДИГМА В ФИЗИКЕ**
- **ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА**
- **ТАБЛИЦА МЕНДЕЛЕЕВА**

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

Индекс журнала в каталоге подписных изданий Агентства «Роспечать» – 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)

Адрес редакционной коллегии:
Российский университет дружбы народов,
ул. Миклухо-Маклая, 6,
Москва, Россия, 117198
Сайт: <http://lib.rudn.ru/35>

Подписано в печать 28.07.2020 г.
Дата выхода в свет 30.09.2020 г.

Формат 70×108/16.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 14,35
Тираж 500 экз. Заказ 634.
Отпечатано
в Издательско-полиграфическом
комплексе РУДН
115419, г. Москва,
ул. Орджоникидзе, д. 3
Цена свободная

METAFIZIKA

SCIENTIFIC JOURNAL

(Metaphysics)

No. 3 (37), 2020

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:

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

P.P. Gaidenko, D.Sc. (Philosophy), Professor at the Institute of Philosophy
of the Russian Academy of Sciences,
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences

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

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.V. Mironov, D.Sc. (Philosophy), Professor at the Department of Philosophy
at Lomonosov Moscow State University,
Corresponding Member 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

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

V.I. Yurtayev, D.Sc. (History), Professor at the Peoples' Friendship University
of Russia (Executive Secretary)

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)

МЕТАФИЗИКА НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2020, № 3 (37)

Учредитель:
Российский университет дружбы народов

Основан в 2011 г.
Выходит 4 раза в год

Главный редактор –

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

Редакционная коллегия:

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

П.П. Гайденко – доктор философских наук,
профессор Института философии РАН, член-корреспондент РАН

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

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.В. Миронов – доктор философских наук, профессор философского
факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, член-корреспондент РАН

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

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

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

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

CONTENTS

EDITORIAL NOTE (<i>Vladimirov Yu.S.</i>)	6
METAPHYSICS AND FOUNDATIONS OF PHYSICS	
<i>Vladimirov Yu.S.</i> Foundations of physical theories and their classification.....	10
<i>Khodunov A.V.</i> From the metaphysics of Euclides – to geometric ideas in physics through the age (Geometric ideas in physics expand the horizons of the knowledge of the world)	26
FIELD THEORETICAL PARADIGM IN PHYSICS	
<i>Vizgin V.I.P.</i> Metaphysical aspects of the standard model of the elementary particles physics and the history of its creation.....	39
<i>Rybakov Yu.P.</i> Statistical origin of quantum description and Mie–Einstein field paradigm.....	57
<i>Fil’chenkov M.L., Laptev Yu.P.</i> Mathematical models in theoretical physics.....	64
GEOMETRIC PARADIGM	
<i>Babenko I.A., Vladimirov Yu.S.</i> Relational look on the principles of the geometric paradigm.....	69
<i>Krechet V.G.</i> On possible geometric and astrophysical effects of nonlinear spinor fields in the Megamir, Macroworld and Microworld.....	82
<i>Frolov B.N.</i> Exact scale invariance in the era of the Big Bang beginning as a problem of fundamental physics.....	94
<i>Bakhtiyarov K.I.</i> The levels of the supergenesis	101
PERIODIC TABLE	
<i>Gryaznov A.Yu.</i> The Periodic system of chemical elements: history and modernity....	111
<i>Balakshin O.B.</i> The beginnings of the self-development of nature and the Periodic system of chemical elements of D.I. Mendeleev.....	131
IN MEMORY OF OUR COLLEAGUES	
<i>Chechin Leonid Mikhaylovitch (1949–2020)</i>	157
OUR AUTHORS	160

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКЦИИ (Владимиров Ю.С.)	6
МЕТАФИЗИКА И ОСНОВАНИЯ ФИЗИКИ	
<i>Владимиров Ю.С.</i> Основания физических теорий и их классификация	10
<i>Ходунов А.В.</i> От метафизики Евклида – к геометрическим идеям в физике сквозь века (Геометрические идеи в физике расширяют горизонты познания мира)	26
ТЕОРЕТИКО-ПОЛЕВАЯ ПАРАДИГМА В ФИЗИКЕ	
<i>Визгин Вл.П.</i> Метафизические аспекты стандартной модели в физике элементарных частиц и история ее создания	39
<i>Рыбаков Ю.П.</i> Природа статистичности квантового описания и полевая парадигма Ми–Эйнштейна	57
<i>Фильченков М.Л., Лаптев Ю.П.</i> Математические модели в теоретической физике	64
ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА	
<i>Бабенко И.А., Владимиров Ю.С.</i> Реляционный взгляд на принципы геометрической парадигмы	69
<i>Кречет В.Г.</i> О возможных геометрических и астрофизических эффектах нелинейных спинорных полей в мега-, макро- и микромире	82
<i>Фролов Б.Н.</i> Точная масштабная инвариантность в эпоху начала Большого взрыва как проблема фундаментальной физики	94
<i>Бахтияров К.И.</i> Уровни супергенезиса	101
ТАБЛИЦА МЕНДЕЛЕЕВА	
<i>Грязнов А.Ю.</i> Таблица химических элементов: история и современность	111
<i>Балакиин О.Б.</i> Начала саморазвития Природы и Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева	131
ПАМЯТИ НАШИХ КОЛЛЕГ	
<i>Чечин Леонид Михайлович (1949–2020)</i>	157
НАШИ АВТОРЫ	160

ОТ РЕДАКЦИИ

DOI: 10.22363/2224-7580-2020-3-6-9

Данный выпуск журнала, как и ряд предыдущих, посвящен обсуждению оснований фундаментальной физики. В последнее время эта проблема приобретает все большую актуальность в связи с тем, что ключевые идеи двух революций в физике – открытия квантовой теории и создания общей теории относительности, определявшие развитие физики в XX веке, за прошедшее столетие практически исчерпаны. Созрели условия для нового существенного пересмотра сложившихся представлений о физической реальности. Это свидетельствует о настоятельной необходимости обстоятельного анализа состояния современных исследований в области фундаментальной теоретической физики и поиска новых перспективных идей.

Отметим, что это явно ощущалось уже в конце 1980-х годов, когда в нашей стране была проведена школа по основаниям физики в 1989 году в Сочи. Затем наступили трудные времена для отечественной науки, тем не менее в 1995 году в Ярославле была проведена Ионовская школа-семинар по основаниям теории пространства-времени, в которой приняли участие многие известные физики. Проблемы оснований физики и геометрии неизменно обсуждались на российских гравитационных конференциях, регулярно проводившихся раз в три года. Однако возобладавший в последние три десятилетия прагматизм существенно ослабил внимание к основаниям фундаментальной физики.

Ситуация меняется, и сейчас в научном сообществе (не только в отечественном, но и в зарубежном) возрастает интерес к анализу оснований сложившихся представлений о физической реальности. В нашей стране начали регулярно проводиться конференции по основаниям фундаментальной физики и математики. За последние три года проведены три такие конференции на базе Российского университета дружбы народов. Материалы этих конференций подробно обсуждались на страницах нашего журнала. В частности, в последних двух номерах нашего журнала публикуются статьи, отражающие содержания сделанных докладов на третьей Российской конференции, состоявшейся в конце ноября 2019 года.

В первом номере журнала за этот год (35) были опубликованы статьи по докладам, сделанным на секции, посвященной обсуждению философских вопросов физики. Это связано с тем, что обсуждение оснований физики неразрывно связано с проблемами теоретической философии, точнее, с метафизикой в ее традиционном понимании.

В номере 2 за 2020 год журнала содержались статьи, в которых обсуждались идеи реляционной парадигмы, которые в XX веке оказались на обочине доминирующих физических парадигм: теоретико-полевой и геометрической. Отметим, что уже сам факт наличия трех дуалистических парадигм в физике отражает метафизический принцип тринитарности. В докладах, сделанных на этой конференции, и в статьях, отражающих их содержание, приводился ряд веских доводов, свидетельствующих о перспективности исследований в рамках реляционной парадигмы, идеи которой были заложены в трудах Г. Лейбница и Э. Маха.

Данный номер журнала посвящен главным образом обсуждению состояния и проблем двух других дуалистических парадигм: теоретико-полевой и геометрической, причем значительное внимание уделено их соотношению с идеями реляционной парадигмы.

Статьи этого номера журнала распределены по четырем разделам. В первом разделе «Метафизика и основания физики» обсуждаются общие вопросы трех парадигм: предлагается классификация теорий этих парадигм, затронуты вопросы истории развития физических теорий.

Второй раздел «Теоретико-полевая парадигма в физике» открывается содержательной статьей Вл.П. Визгина. В ней обсуждается история создания и развития так называемой «стандартной модели» в физике, то есть калибровочного подхода к описанию взаимодействий. На него в свое время возлагались большие надежды. В этом же разделе содержатся статьи Ю.П. Рыбакова и М.Л. Фильченкова, в которых обсуждаются другие направления развития теоретической физики в рамках теоретико-полевой парадигмы.

Третий раздел посвящен обсуждению проблем геометрической парадигмы. Вопросы, затронутые в статьях этого раздела, тесно связаны с проблемами, обсуждавшимися на только что завершившейся 17-й Российской гравитационной конференции, состоявшейся в онлайн-режиме на базе Санкт-Петербургского политехнического университета (29 июня – 3 июля 2020 г.). Следует отметить, что на прошедшей конференции мало внимания уделялось проблемам оснований теории пространства-времени. Основное внимание было сосредоточено на вопросах описания на базе общей теории относительности (и некоторых ее частных обобщений) проблем космологического характера, таких как начальные стадии развития Вселенной после «Большого взрыва», структура Вселенной в целом, процессы в окрестности черных дыр и т. д.

В связи с этим уместно напомнить высказывание академика В.А. Фока: «Прежде всего, неправильно видеть в нем (в решении Фридмана–Лобачевского. – Ю.В.) какую-то “модель мира в целом”, такая точка зрения

представляется неудовлетворительной в философском отношении. Пространство Фридмана–Лобачевского может, самое большее, служить фоном для ограниченного числа галактик подобно тому, как галилеево пространство служит фоном для объектов, подобных Солнечной системе. Сама применимость уравнений Эйнштейна в их классическом виде к таким огромным пространствам не является столь бесспорной, как их применимость в более ограниченных масштабах. Не исключено, что для космических масштабов эти уравнения потребуют изменения или обобщения» [1].

Аналогично мыслил профессор Д.Д. Иваненко, который писал: «Максимально объединенная, естественная картина мира должна дать ответ на эти трудные вопросы (проблемы фундаментальной физики его времени. – Ю.В.), перед которыми беспомощна эйнштейновская гравитодинамика, по-видимому, способная претендовать на описание гравитации и обычной материи в основном в некантовом пределе, притом лишь в масштабах примерно галактики» [2].

Однако эти авторы, стоявшие у оснований Российского гравитационного сообщества, ушли, а после них возобладали взгляды иного рода. В связи с этим в первой статье этого раздела предлагается реляционный взгляд на содержание общей теории относительности и некоторых ее обобщений. В этой статье названы важные недостатки общей теории относительности, главным из которых является отсутствие в ней должного понимания связи электромагнитных и гравитационных взаимодействий, что волновало самих создателей ОТО и ее обобщений: Д. Гильберта, А. Эйнштейна, Г. Вейля и других классиков геометрической парадигмы.

В связи с этим уместно напомнить слова Э. Маха, одного из основателей реляционной парадигмы: «Среди всех процессов наиболее глубоко проникают в природу, по-видимому, процессы электромагнитные, и надо надеяться, что они создадут в будущем основу единой физики» [3. С. 446]. В этой статье показывается, что в рамках реляционной парадигмы иначе выглядит соотношение гравитационного и электромагнитного взаимодействия. Исходным является электромагнитное взаимодействие, что позволяет назвать получающуюся на этой основе теорию «электрогравитацией». В ее рамках объясняются наблюдаемые эффекты общей теории относительности.

Изложенное выше не отвергает значимость общей теории относительности в пределах ее применимости. Для дальнейшего развития физики, в том числе и в рамках реляционной парадигмы, важен ряд полученных в геометрической парадигме результатов, таких как принципы теории систем отношений, обобщения размерности, алгебраическая классификация Петрова и ряд других.

Четвертый раздел включает две статьи, в которых обсуждаются содержание таблицы Менделеева и ряд возникающих проблем, связанных, во-первых, с открытием новых элементов, а, во-вторых, с попытками ее более широкого осмысления.

Завершается данный номер журнала некрологом на безвременно ушедшего из жизни нашего коллеги профессора Леонида Михайловича Чечина из Алма-Аты.

Ю.С. Владимиров

Литература

1. *Фок В.А.* Теория пространства, времени и тяготения. М.: Книжный дом «Либроком»/URSS, 2014.
2. *Иваненко Д.Д.* Возможности единой теории поля // Философские проблемы теории тяготения Эйнштейна и релятивистской космологии: сб. Киев: Наукова думка, 1965. С. 53.
3. *Мах Э.* Познание и заблуждение: очерки по психологии исследования. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. С. 446.

МЕТАФИЗИКА И ОСНОВАНИЯ ФИЗИКИ

DOI: 10.22363/2224-7580-2020-3-10-25

ОСНОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Ю.С. Владимиров

*Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинские горы*

*Институт гравитации и космологии РУДН
Российская Федерация, 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 3*

Аннотация. Выделены ключевые физические категории, используемые в современной физике, показано наличие трех основных парадигм в фундаментальной теоретической физике и на этой основе произведена классификация физических теорий. Продемонстрирована тесная связь оснований фундаментальной физики с принципами метафизики. Изложенное проиллюстрировано 3-мерными рисунками.

Ключевые слова: физические категории, три вида дуалистических парадигм, три пары альтернативных концепций, классификация физических теорий, метафизические принципы.

Введение

В ряде наших публикаций (см., например, [1; 2]) показывается, что современная фундаментальная теоретическая физика тесно смыкается с метафизикой в ее классическом понимании. В настоящее время уже недостаточно признавать метафизику, — созрело время для формирования ключевых метафизических принципов на базе достижений современной физики. В наших работах предложена формулировка ряда таких принципов. Среди них ключевое значение имеет принцип тринитарности. Занимаясь основаниями фундаментальной физики, читая лекции студентам по этой тематике, приходится поражаться многочисленным проявлениям троичности: три пространственных измерения, три вида взаимодействий в микромире (электромагнитное, слабое и сильное), три поколения элементарных частиц в теории электрослабых взаимодействий, три хроматических заряда в теории сильных взаимодействий, три космологические модели Фридмана, три физико-геометрических тензора в монадном методе общей теории относительности и т.д.

Это же относится и к философии, где, как отмечали русские философы Серебряного века [3; 4], имеются три вида философско-религиозных систем. В работах В.В. Миронова [5] отмечается, что ядро теоретической философии определяется тремя составляющими: онтологией, гносеологией и аксиологией. Принцип троичности заложен и в основания ряда религиозных учений. Все это свидетельствует о метафизическом характере принципа тринитарности.

В данной статье на основе принципов тринитарности и дуализма предложен анализ оснований современных физических теорий. Показано, что в настоящее время исследования в фундаментальной теоретической физике ведутся в рамках трех дуалистических парадигм, среди которых особого внимания заслуживает реляционная парадигма, остававшаяся в минувшем веке вне должного внимания.

1. Три категории классической физики

Обратим особое внимание на трехчленный второй закон Ньютона $ma = F$, лежащий в основе классической физики. Этот закон содержит характеристики трех ключевых категорий классической физики: ускорение a соответствует категории пространства-времени (П-В), масса m является характеристикой категории частиц (Ч), помещенных в пространство-время, а сила F в правой части фактически определяется характеристиками третьей категории – полей переносчиков взаимодействий (П). Названные три физические категории в том или ином виде лежат в основаниях всех физических построений.

В учебниках и большинстве книг по физике названные категории в значительной степени имеют самостоятельный характер. Допускается изучение свойств пространства-времени без частиц и полей, можно рассматривать также свободные электромагнитное или гравитационное поля без частиц или свободные частицы (тела) без полей.

Отнесем физические теории такого рода к исследованиям в рамках *триалистической метафизической парадигмы*, подчеркивая тем самым троичный характер оснований данного подхода к реальности.

Проиллюстрируем изложенное материалом рис. 1, на котором единое физическое мироздание изображается в виде куба, построенного на трех осях, соответствующих названным физическим категориям триалистической парадигмы. Одна из вершин куба выбрана в качестве начала координатных осей, олицетворяющих три категории. Вертикальной осью обозначена категория пространства-времени, горизонтальной осью вправо – категория полей переносчиков взаимодействий, а осью, направленной вперед, – категория частиц. Физические теории триалистической парадигмы, можно сказать, описывают мироздание через проекции на три оси-ребра куба.

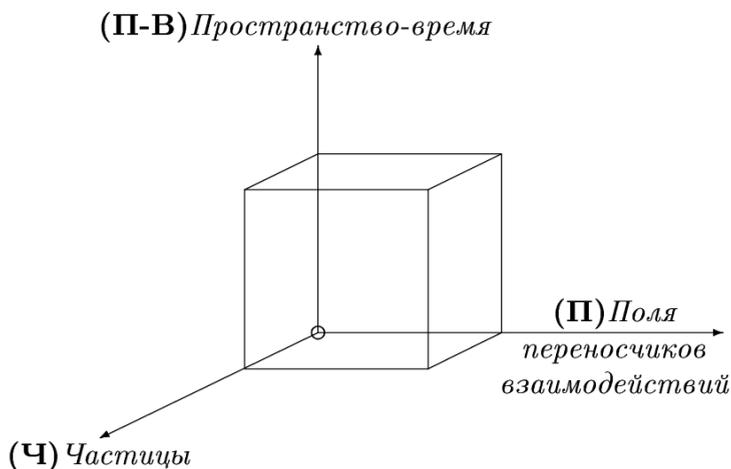


Рис. 1. Куб физического мироздания, построенный на трех метафизических категориях

Велик соблазн полагать, что мы поймем физическое мироздание, если разберемся в сути названных трех категорий. Однако не будем спешить и вспомним пророческие слова Эрнста Маха, сказанные более ста лет тому назад в период перехода от ньютоновой механики к представлениям новой физики (теории относительности и квантовой механике): «Средствам мышления физики, понятиям массы, силы, атома, вся задача которых заключается только в том, чтобы побудить в нашем представлении экономно упорядоченный опыт, большинством естествоиспытателей приписывается реальность, выходящая за пределы мышления. Более того, полагают, что эти силы и массы представляют то настоящее, что подлежит исследованию, и если бы они стали известны, все остальное получилось бы само собою из равновесия и движения этих масс... Мы не должны считать *основами* действительного мира те интеллектуальные вспомогательные средства, которыми мы пользуемся для *постановки* мира на сцене нашего мышления» [6. С. 432].

Это в полной мере относится и к понятиям, соответствующим трем названным физическим категориям. Согласно Маху, используемые ныне как классические, так и обобщенные новые категории являются лишь временными, вспомогательными понятиями, удобными для восприятия мироздания на соответствующем этапе развития физики.

2. Три дуалистические парадигмы фундаментальной физики

О справедливости слов Маха свидетельствует развитие физики в XX веке. Физики-теоретики осознанно (или не очень) пытались опереться не на три, а на меньшее число из названных или обобщенных категорий. Получилось развить и изучить возможности теорий, построенных на основе не трех, а **двух** категорий: обобщенной, объединяющей в себе две категории, и оставшейся (или даже двух обобщенных категорий). Такие теории можно назвать *дуалистическими* (см. [1]). К их числу, в частности, относятся как общая теория относительности, так и квантовая теория.

Имея три варианта объединения двух категорий из трех, получаем **три** типа физических теорий (дуалистических парадигм), или *три миропонимания* одной и той же физической реальности, рассматриваемой под разными углами зрения. На рис. 2 они наглядно представлены стрелками, соответствующими взглядам на куб физического мироздания с трех, взаимно перпендикулярных позиций.

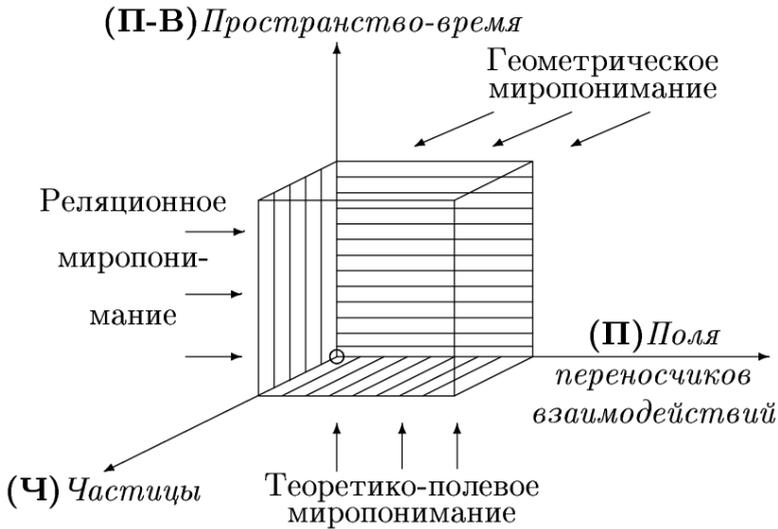


Рис. 2. Куб физического мироздания, воспринимаемый с помощью трех метафизических категорий

Теоретико-полевым миропониманием естественно назвать теорию (метафизическую парадигму), основанную на объединении категорий частиц и полей. В этом подходе вместо двух названных категорий выступает новая **обобщенная категория поля амплитуды вероятности**, описываемая волновыми функциями в классическом пространстве-времени. На рисунке теоретико-полевое миропонимание соответствует взгляду на куб физической реальности снизу. Этот подход определял главное, можно сказать, магистральное направление развития физики в XX веке. К теориям этой парадигмы относятся квантовая механика и квантовая теория поля, в которых симметричным образом рассматриваются (бозонные) поля переносчиков взаимодействий и (фермионные) поля частиц. Апогеем данного подхода явилось открытие во второй половине XX века суперсимметричных преобразований между фермионными и бозонными волновыми функциями. Эта же линия продолжается в исследованиях суперструн и бран.

В теоретико-полевой парадигме категория пространства-времени сохраняет свой прежний характер и по-прежнему представляет собой сцену или арену, на которой определяется обобщенная категория поля амплитуды вероятности.

В двух других дуалистических парадигмах вместо категории классического (плоского) пространства-времени выступают некие новые обобщенные

категории, включающие в себя как само пространство-время, так и одну из двух других исходных категорий.

Геометрическое миропонимание соответствует описанию физической реальности на основе обобщенной категории, включающей в себя прежние категории пространства-времени и полей переносчиков взаимодействий. Таковой является новая **категория искривленного пространства-времени**, деформируемого содержащимися в нем частицами (телами). Этот подход соответствует взгляду на куб физической реальности со стороны его задней грани, характеризуемой ортами категорий пространства-времени и полей переносчиков взаимодействий. Центральное место здесь занимает эйнштейновская общая теория относительности, в которой нет отдельно плоского пространства-времени и отдельно гравитационного поля, а есть обобщенная категория искривленного пространства-времени, куда вложена категория частиц. К этому же классу теорий относятся многомерные геометрические модели физических взаимодействий, называемые ныне теориями Калуцы (или Калуцы – Клейна), где, кроме гравитации, геометризуются и другие виды физических взаимодействий, в первую очередь – электромагнитное.

Два названных дуалистических миропонимания определяли два главных направления развития фундаментальной теоретической физики в XX веке: квантовой теории и общей теории относительности. Однако даже беглого взгляда на рис. 1 достаточно, чтобы обнаружить существование еще одного – третьего, дуалистического миропонимания, соответствующего взгляду на физическую реальность слева, со стороны осей категорий пространства-времени и частиц. Оказывается, это миропонимание также развивалось и даже было доминирующим в середине XIX века, а затем оказалось в тени. Речь идет о теории прямого межчастичного взаимодействия, уже в XX веке развивавшейся в работах А. Фоккера, Р. Фейнмана и других авторов. Она основывается на концепции дальнего действия, альтернативной общепринятой концепции ближнего действия, воплощенной в теории поля.

3. Куб Бронштейна–Зельманова

Изображение физического мироздания в виде куба оказалось весьма полезным для наглядной иллюстрации наличия трех дуалистических парадигм в современной фундаментальной физике. В связи с этим следует упомянуть, что родоначальником классификации разделов физики на основе троичности фактически был М.П. Бронштейн (1906–1938), который в основу классификации положил три фундаментальные константы: скорость света c , гравитационную константу G и постоянную Планка \hbar . Так, в своей статье «К возможной теории мира как целого» (1933 г.) он рисовал карту соотношения имеющихся теорий (см. в [7]). Вскоре эта карта была им усовершенствована и на ней указывалась связь классической механики (без констант), квантовой механики, характеризуемой одной константой \hbar , специальной теории относительности (с одной константой c), релятивистской теории квант (с двумя

константами c и \hbar), общей теории относительности (с двумя константами c и G) и искомой теории, которую он трактовал как «слияние теории квант, теории электромагнитного поля и теории тяготения». Эта $c\hbar G$ -карта Гамова позже была представлена А.Л. Зельмановым (1913–1987) (см. [8]) в виде куба физической реальности, построенного на трех осях, соответствующих трем константам: c , G и \hbar . Назовем его кубом Бронштейна–Зельманова.

Куб Бронштейна–Зельманова в основных своих чертах вполне соответствует кубу физической реальности, изображенному на рис. 2. Это продемонстрировано на рис. 3, где куб Бронштейна–Зельманова помещен внутрь куба рис. 2 так, что одна из его вершин, изображающая классическую физику (без констант), совпадает с центром большего куба. От этой вершины проведены три взаимно перпендикулярные оси, соответствующие трем фундаментальным константам. Вертикальная ось, направленная вниз, соответствует константе \hbar , горизонтальная ось, направленная влево, соответствует константе c , а третья ось назад соответствует константе G . В итоге два набора осей прежнего рисунка и новых осей образуют куб Бронштейна–Зельманова.

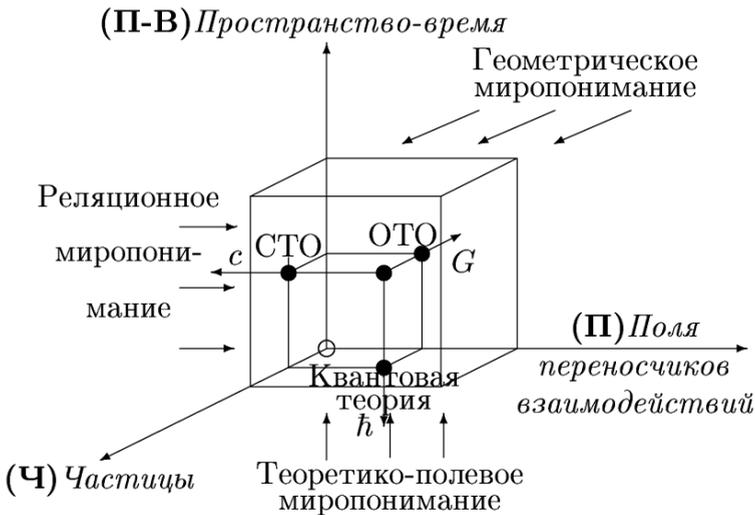


Рис. 3. Соотношение двух кубов физической реальности

Три вершины куба Бронштейна — Зельманова, совпадающие с точками пересечения его осей с серединами трех граней большого куба физической реальности, сопоставляются с тремя видами физических теорий: квантовой теорией (вдоль оси \hbar), общей теорией относительности (вдоль оси G) и специальной теорией относительности (вдоль оси c). Очевидно, что все эти три теории принадлежат именно тем дуалистическим парадигмам, которые указаны на рис. 2.

Более того, константы, соответствующие трем осям куба Зельманова, присущи именно тем осям и парадигмам, которые обозначены на рис. 1. Так, константа G выступает в виде коэффициента пропорциональности между гравитационной и инертной массами в законе всемирного тяготения Ньютона.

Константа c играет ключевую роль в специальной теории относительности, имеющей реляционный характер. Кроме того, она определяет скорость передачи основных силовых воздействий. Константа \hbar лежит в основе квантовой теории (теоретико-полевой парадигмы).

Из названных трех констант строятся три характерные величины, соответствующие трем основным единицам измерения в физике: планковская масса $m_{\text{пл}} \cong 5,5 \cdot 10^{-5}$ г, планковская длина $\ell_{\text{пл}} \cong 1,6 \cdot 10^{-32}$ см и планковский промежуток времени $t_{\text{пл}} \cong 0,5 \cdot 10^{-42}$ с.

Примечателен тот факт, что в классической физике (в рамках триалистической парадигмы), где нет констант, нам приходится своими руками вводить три метрические размерности: для массы, длины и времени, а при формировании трех дуалистических парадигм естественным образом возникают размерные константы, причем разных метрических размерностей. Это можно интерпретировать как тот факт, что каждая из трех дуалистических парадигм введением одной из констант частично компенсирует то, что в классической физике нам приходится делать своими руками (вводить метрические размерности).

Главной целью физиков-теоретиков как во времена Бронштейна, так и по сей день является построение единой теории физических взаимодействий, включающей в себя как квантовую теорию, так и общую теорию относительности. Поскольку три вида взаимодействий (электромагнитное, слабое и сильное) описывались в рамках теоретико-полевого миропонимания, а гравитационное – в рамках геометрического подхода, эти два вида теорий оказались построенными на базе принципиально различных концепций и категорий. Это явилось главной (метафизической) причиной неудач, постигших физиков-теоретиков, пытавшихся построить квантовую теорию гравитации. Решить данную проблему можно лишь на пути создания новой физической картины мира на основе **монистической парадигмы**.

К концу XX века перед физиками остро встал вопрос: от какой из трех дуалистических парадигм оттолкнуться, чтобы сделать следующий шаг – перейти к монистической парадигме? Как уже отмечалось, на протяжении всего XX века предпринимались настойчивые попытки решения проблем фундаментальной физики, в том числе продолжались и безуспешные попытки создания квантовой теории гравитации в рамках теоретико-полевой и геометрической парадигм, тогда как реляционный подход оказался в тени. Все это свидетельствует о назревшей необходимости изучить возможности реляционного подхода и на его базе попытаться продвинуться в решении пока неподдающихся проблем фундаментальной физики.

4. Три философско-религиозных мировоззрения

Обращение к мировым философско-религиозным системам позволяет обнаружить, что в них, как и в физике, в центре внимания также находятся три метафизические начала (категории). Таковыми являются: 1) идеальное

(рациональное) начало, связанное с разумом, 2) материальное начало, бытие, данное в ощущениях, и 3) духовное начало, воля, вера. Признание этих трех начал в философско-религиозной мысли характерно для русских философов Серебряного века: С.Н. Булгакова [4], В.С. Соловьева [3] и др.

Философско-религиозные начала естественно соотнести с тремя физическими категориями: материальное начало – с категорией частиц (тел), идеальное начало – с категорией пространства-времени, а духовное начало – с категорией полей переносчиков взаимодействий. В пользу последнего свидетельствует тот факт, что Ньютон, размышляя о природе передачи воздействий от одного тела к другому, обосновывал это воздействием Бога, называя пространство «чувствилицем Бога». Данное сопоставление позволяет говорить о триалистическом восприятии мира в философско-религиозных учениях и проиллюстрировать это рисунком, аналогичным рис. 3.

Однако имеется ряд достаточно веских оснований продолжить аналогию с ситуацией в современной фундаментальной физике и заявить, что в философско-религиозной сфере уже в течение многих веков также представлены три парадигмы (миропонимания), которые также основаны на выделениях разных пар начал. Их можно проиллюстрировать с помощью материала рис. 4, аналогичного рис. 3.

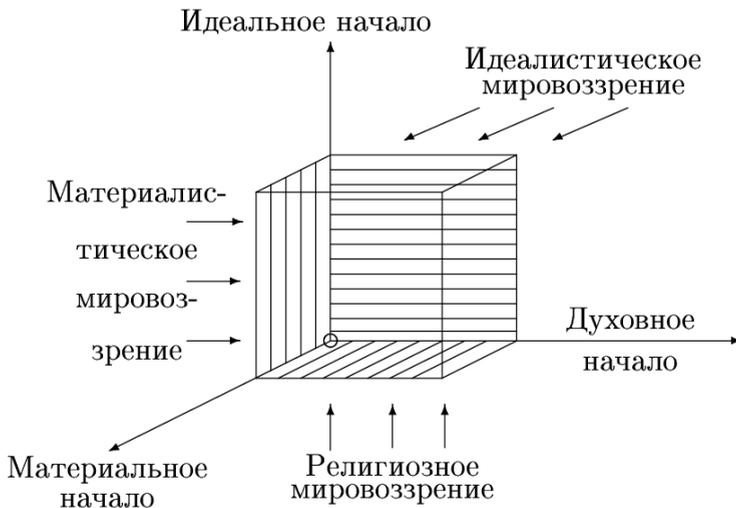


Рис. 4. Философско-религиозные начала и мировоззрения

Мировоззрение, основанное на духовном и материальном началах, названо религиозным потому, что, согласно христианскому учению, человеку даны две книги: Священное Писание (духовное начало) и книга природы (материальное начало). Отношение к третьему началу — идеальному (рациональному) — в религиозном мировоззрении было разным: от решительного отрицания до частичного признания на более поздних стадиях развития.

Идеалистическое мировоззрение основано на своеобразном синтезе рационального (идеального) начала с духовным. Оно сформировалось в процессе противостояния, с одной стороны, философско-религиозных учений античности, ставивших во главу угла рациональное начало, и, с другой стороны, христианства, где доминирующим было духовное начало.

Материалистическое мировоззрение основано на выделении третьей комбинации из двух начал: материального и идеального (рационального). В пользу данной трактовки свидетельствуют следующие факторы. Во-первых, традиционно (во всяком случае в нашей стране) материалистическая философия рассматривалась как наука, то есть как рациональное учение. Во-вторых, в диалектическом материализме, провозглашавшем первичность материи, тем не менее, вводилась еще форма существования материи, которая фактически представляла идеальное начало в этом учении. В-третьих, материалистическое учение было названо диалектическим, что фактически подразумевало две составляющие.

Названные три вида философско-религиозных учений естественно сопоставить с тремя физическими (метафизическими) парадигмами в фундаментальной теоретической физике.

Материалистическую философию следует сопоставить с реляционной парадигмой в физике. Как представляется автору, именно эта парадигма будет играть решающую роль в дальнейшем развитии физики. Парадоксальным было, что в нашей стране, придерживавшейся в большей части XX века материалистической идеологии, отрицали идеи реляционного подхода, в свое время отстаивавшиеся в трудах Э. Маха.

Идеалистическую философию следует сопоставить с геометрической парадигмой, где во главу угла ставится идея первичности пространственно-временного континуума, который самим Эйнштейном воспринимался как разновидность эфира. В этом смысле ряд советских философов были правы, причисляя общую теорию относительности к идеалистическому учению.

Исходя из изложенного, приходится религиозное мировоззрение соотносить с теоретико-полевой парадигмой.

5. Три пары альтернативных концепций

Анализ показал, что теории в рамках каждого из трех миропониманий опираются на три составляющие, каковыми являются: 1) понимание природы пространства-времени (в отдельности или в составе обобщенной категории), 2) концепция описания физических взаимодействий и 3) масштаб явлений, описываемых соответствующими теориями. При этом оказывается, что в каждой из этих составляющих имеется пара альтернатив, что означает, что в физических теориях имеют место три пары альтернативных концепций.

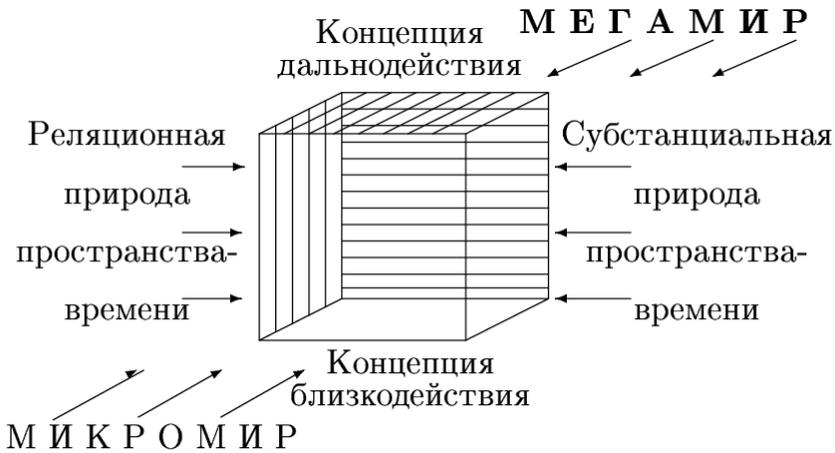


Рис. 5. Три пары альтернативных концепций

I. Имеются два взаимоисключающих понимания природы пространства-времени: реляционное и субстанциальное. Реляционное понимание трактует пространство-время не как самостоятельную сущность (физическую категорию), а как абстракцию от совокупности отношений (расстояний, интервалов) между материальными объектами или событиями с их участием. В субстанциальной трактовке пространство и время понимаются (в отдельности или в единстве) как самостоятельные априорно заданные сущности, независимые от присутствия в них материи.

Реляционное понимание природы пространства-времени соответствует теориям реляционной парадигмы. Его отстаивали Г. Лейбниц, Э. Мах и ряд других мыслителей. Так, Г. Лейбниц в письме к С. Кларку писал: «Я доказал, что пространство представляет собой не что иное, как порядок существования вещей, рассматриваемых в их одновременности» [9]. Пустое пространство он называл «фикцией»: «Она совершенно неразумна и негодна, ибо кроме того, что вне материального универсума нет реального пространства, такое действие было бы бесцельно, оно означало бы деятельное безделье. <...> Это продукты фантазии философов, имеющих несовершенные понятия и превращающих пространство в абсолютную реальность».

Субстанциальное понимание отстаивал И. Ньютон, С. Кларк и ряд других ученых. В настоящее время (разумно или следуя традиции) большинство физиков придерживается именно субстанциальной трактовки природы пространства-времени. На его фоне записываются дифференциальные уравнения, лагранжианы и т.д.

II. Аналогично тому, как в понимании геометрии происходила многовековая дискуссия между сторонниками двух пониманий природы пространства-времени, так и в физике имела место (и продолжается) дискуссия между приверженцами двух концепций описания взаимодействий: ближнего действия и дальнего действия. Концепция ближнего действия согласуется с субстанциальным пониманием природы пространства-времени, то есть с его моделью в виде сосуда, вместиллица всего сущего. С эфиром или без него она отвечает

на вопрос, как акт взаимодействия преодолевает пространственно-временную разнесенность объектов и событий. Концепция же дальнодействия соответствует реляционному пониманию сущности пространства-времени и идет вразрез с доминирующей ныне теоретико-полевой (и геометрической) формулировкой физики.

Дискуссии о выборе одной из двух концепций описания взаимодействий продолжаются на протяжении нескольких столетий. Например, в XX веке О.Д. Хвольсон в своем известном «Курсе физики» посвятил целый раздел критике концепции дальнодействия, где писал: «Современная наука противится мысли о дальнодействии, считает невозможным, чтобы какое-либо тело действовало там, где оно не находится, и заменила дальнодействие близкодействием, при котором всякое действие может быть произведено только в ближайшем соседстве с источником этого действия» [10]. В завершении раздела Хвольсон предупреждает «юных читателей не вдаваться в эту область фантазий» (имеется в виду учение о дальнодействии).

Не менее известный физик-теоретик Я.И. Френкель отстаивал противоположную точку зрения: «Позвольте прежде всего доказать вам, что физическим абсурдом является именно представление о близкодействии, а физической реальностью, физически обоснованным является представление о дальнодействии. Как нам ни трудно представить себе это дальнодействие, да еще запаздывающее, все же нам необходимо сделать соответствующее усилие для того, чтобы освободиться от тех привычек, которые сложились у нас в эпоху, когда наши познания были недостаточны» [11].

III. Третью альтернативу (точнее противоположность) составляет рассмотрение явлений либо большого масштаба – макромира или даже мегамира, либо малых масштабов – в микромире. Разделы физики делятся на два вида. Так, в рамках общей теории относительности обсуждаются явления больших масштабов, тогда как в квантовой теории и физике элементарных частиц изучаются закономерности микромира. Это не вызывает особых проблем.

Однако проблемы возникают при обсуждении вопроса об обусловленности свойств наблюдаемых объектов закономерностями мегамира или свойствами микромира. Здесь противопоставляются две позиции. Одни считают, что важную роль имеет принцип Маха, то есть обусловленность ряда свойств частиц (например, масс) от глобальных свойств всего окружающего мира. Другие полагают, что массы и другие свойства частиц обусловлены локальными свойствами физического вакуума. Например, таким образом пытаются объяснить происхождение масс частиц их взаимодействиями с хиггсовскими бозонами.

Так, отечественный физик-теоретик А.А. Гриб считает, что ключевую роль в современной физике играют свойства вакуума. Он пишет, «что согласно представлениям физиков XX века, основой мира является... вакуум! В самом деле, возбуждениями именно вакуумного состояния являются все

элементарные частицы, из которых, в свою очередь, сложен весь окружающий мир. Поэтому изучение вакуума и его свойств превращается в одну из наиболее фундаментальных задач теоретической физики» [12].

Иную позицию высказывал ряд других физиков. Дж. Уилер во время посещения физического факультета МГУ на стене кафедры теоретической физики написал: «Не может быть теории, объясняющей элементарные частицы, которая имеет дело только с частицами». Как следовало из разговора Дж. Уилера с профессором Д.Д. Иваненко, говоря так, Уилер имел в виду влияние окружающего мира на свойства элементарных частиц, то есть фактически принцип Маха.

6. Классификация физических теорий

Изложенные выше соображения о разделении современных теорий по трем физическим парадигмам и тот факт, что теории опираются на отдельные составляющие трех пар альтернатив, можно объединить и проиллюстрировать опять с помощью куба физической реальности (рис. 6).

На этом рисунке грани куба олицетворяют пары альтернатив так же, как на рис. 5, а выделенные черными метками вершины куба обозначают теории, последовательно соответствующие принципам трех парадигм: теоретико-полевой (справа снизу спереди), геометрической (справа снизу сзади) и реляционной, которой соответствуют две левые верхние вершины. Эта особенность связана с тем, что имеется два вида математических аппаратов, предназначенных для описания реляционного подхода – унарный (на одном множестве элементов), используемый для описания общепринятых геометрий и физики макромира, и бинарный (на двух множествах элементов), предназначенный для описания закономерностей микромира. Важно отметить тот факт, что в отмеченных черными кружками вершинах трёх парадигм сходятся тройки граней, которые определяют основания соответствующих парадигм. Так, в левой верхней (задней) вершине сходятся грани, соответствующие реляционной трактовке природы пространства-времени, концепции дальнего действия и мегамира (принципа Маха), чем и определяется реляционная парадигма. В правой нижней задней вершине сходятся три грани, соответствующие субстанциальной трактовке пространства-времени, концепции ближнего действия и физике макро- и мегамира, что характерно для сущности геометрической парадигмы. Аналогичное можно сказать и про вершину, соответствующую теоретико-полевой парадигме.

Белыми кружками отмечены вершины, соответствующие эклектическим физическим теориям. Так, правой верхней задней вершиной помечена теория прямого межчастичного взаимодействия (ТПМЧВ) Фоккера – Фейнмана [13], сыгравшая важную роль при построении реляционной теории взаимодействий в классической физике. Последовательная реляционная трактовка прямого электромагнитного взаимодействия позволила выявить вторичный характер гравитации и ряд других обстоятельств. Путь от левой верхней

(задней) вершины, с символом УСВО (унарные системы вещественных отношений) к вершине ТПМЧВ, показан горизонтальной стрелкой вправо, а дальнейший путь к ОТО – вертикальной стрелкой вниз (см. [14]).

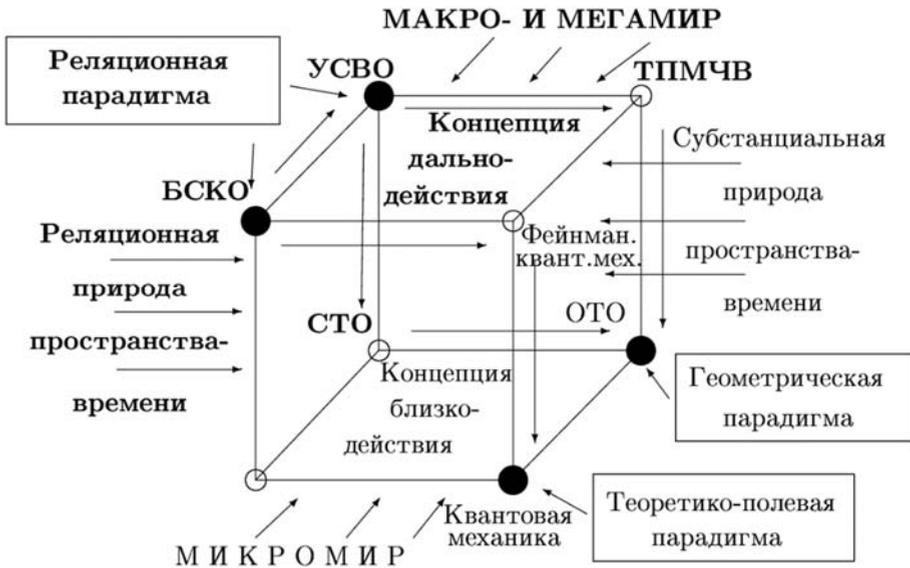


Рис. 6. Графическая иллюстрация соотношения оснований теорий трех парадигм

На задней грани четвертой вершиной (слева снизу) помечена специальная теория относительности (СТО), также основанная на реляционной трактовке пространства-времени, но в рамках которой общепринято описывать макроявления и взаимодействия в рамках концепции близкодействия.

Правая верхняя вершина передней грани куба соответствует фейнмановской формулировке квантовой механики на основе суммирования по историям. Как писал сам Фейнман, эта формулировка возникла из его желания распространить концепцию далекодействия на квантовую механику, однако при этом он использовал готовое пространство-время, то есть субстанциальное понимание его природы.

Оставшаяся левая нижняя вершина передней грани, по мнению автора, соответствует прогам ряда зарубежных авторов построить реляционную теорию с фактическим привлечением концепции близкодействия [15].

В связи с приведенной классификацией физических теорий через вершины куба естественно вспомнить древнюю систему из восьми китайских триграмм («ба гуа»), олицетворяющую китайскую философию даосизм, согласно которой единое порождает двоицу, двоица порождает троицу, которая уже производит все остальное. Триграммы соответствуют троичности, два вида отрезков (сплошной и пунктирный) – двоичности, а их система в целом может быть сопоставлена мировому единству, на которое мы смотрим по-разному. Особое значение придается двоичности «Инь» и «Ян», которые соответствуют отрицательным и положительным сторонам (качествам).

Система триграмм возникла в древней китайской философии даосизма. Достаточно полные сведения о ней датируются временем 2200 лет тому назад, в эпоху «Запад Чжоу». В XII веке эта система триграмм была изображена в восьми вершинах куба [16; 17], причем в порядке, изображенном на рис. 7.

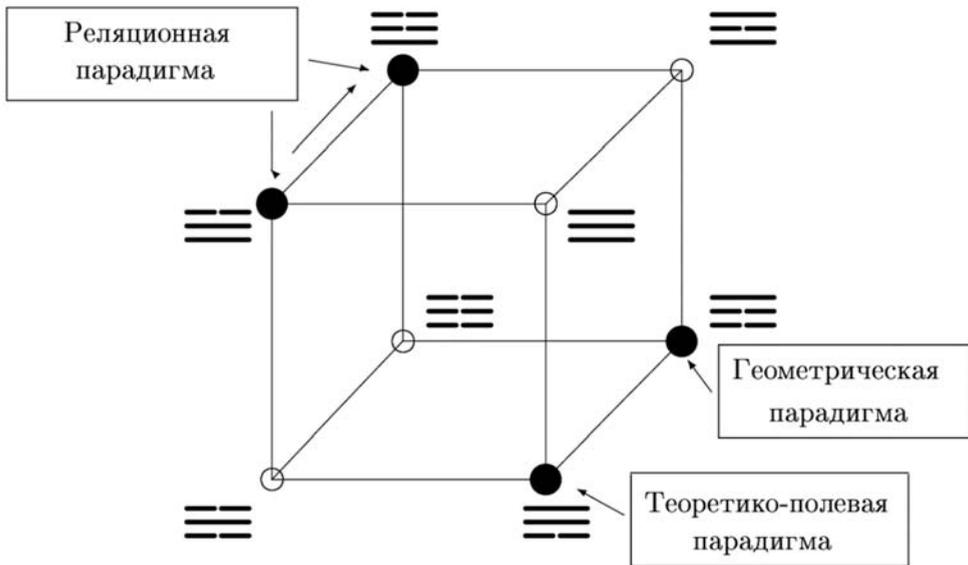


Рис. 7. Графическая иллюстрация соотношения теорий трех метафизических парадигм через китайскую систему триграмм

Два куба, изображенных на рис. 6 и 7, можно совместить, если придать соответствующую интерпретацию трем отрезкам триграмм. Для этого нужно положить, что верхний пунктирный отрезок соответствует реляционному пониманию природы пространства-времени, а сплошной – субстанциальному пониманию.

Средний пунктирный отрезок следует трактовать соответствующим большим масштабам описываемой реальности, а сплошной – малым (микро-) масштабам. Тогда нижний пунктирный отрезок должен быть сопоставлен описанию взаимодействий на основе концепции близкодействия, а сплошной – описанию взаимодействий на основе концепции дальнего действия.

Заключение

Как представляется автору, изложенный в данной статье материал еще раз демонстрирует, что исследования в области фундаментальной теоретической физики в настоящее время тесно сомкнулись с развитием идей, традиционно относимых к сфере метафизики.

Метафизические принципы тринитарности и дуализма (диалектики) позволяют рельефно отобразить сложившееся положение в области фундаментальной теоретической физики, выделить ключевые составляющие физиче-

ских теорий и тем самым наметить пути ее дальнейшего развития. В настоящее время все большим числом исследователей осознается важность использования концепций реляционной парадигмы.

Изложенный материал позволяет вернуться к проблемам философского осмысления характера исследований в физике. Эти проблемы играли важную роль в отечественных дискуссиях XX века, когда горячо обсуждалось, какие исследования соответствуют принципам диалектического материализма, а какие являются «ошибочными», идеалистическими. К настоящему времени созрели условия для более трезвого анализа происходивших дискуссий. Судя по всему, следует признать наибольшую плодотворность именно материалистического взгляда на физическое мироздание, очистив материализм от ряда недостатков марксистско-ленинского диалектического материализма.

Наконец, хотелось бы еще раз подчеркнуть, что не следует столь высокомерно относиться к высказываниям видных мыслителей прошлого, уповая на новые ультрамодные идеи. По сути, в этой области физики мы развиваем идеи и принципы, обсуждавшиеся ими на протяжении многих столетий. Это же относится к троичной классификации составляющих физических теорий, изложенной в данной статье.

Литература

1. *Владимиров Ю.С.* Метафизика. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
2. *Владимиров Ю.С.* От геометрофизики к метафизике: Развитие реляционной, геометрической и теоретико-полевой парадигм в России в конце XX – начале XXI века. Состояние и перспективы. М.: ЛЕНАНД, 2019.
3. *Соловьёв В.С.* Сочинения: в 2 т. Т. 2. М.: Изд-во «Правда», 1989.
4. *Булгаков С.Н.* Сочинения: в 2 т. Т. 1. Трагедия философии. М.: Наука, 1993.
5. *Мионов В.В.* Становление и смысл философии как метафизики // Альманах «Метафизика. Век XXI». 2007. Вып. 2. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. С. 18–40.
6. *Мах Э.* Механика: историко-критический очерк ее развития. Ижевск: Ижевская республиканская типография, 2000.
7. *Горелик Г.Е., Френкель В.Я.* Матвей Петрович Бронштейн. М.: Наука, 1990.
8. *Зельманов А.Л., Агаков В.Г.* Элементы общей теории относительности. М.: Наука, 1989.
9. *Лейбниц Г.В.* Письма к Кларку // Лейбниц. Сочинения: в 4 т. Т. 1. М.: Мысль, 1982. С. 430–528.
10. *Хвольсон О.Д.* Физика и ее значение для человечества. Берлин: Гос. изд-во РСФСР, 1923.
11. Природа электрического тока. (Беседы-диспут в Ленинградском политехническом институте). М. –Л.: Изд-во Всесоюзного электротехнического общества, 1930.
12. *Гриб А.А.* Проблема неинвариантности вакуума в квантовой теории. М.: Атомиздат, 1978.
13. *Уилер Дж.А., Фейнман Р.* (Wheeler J.A., Feynman R.P.) Interaction with absorber as the mechanism of radiation // Rev. Mod. Phys. 1945. Vol. 17. P. 157–181.
14. *Владимиров Ю.С.* Реляционная концепция Лейбница–Маха. М.: ЛЕНАНД, 2017.
15. *Ровелли Карло.* Нереальная реальность. Путешествие по квантовой петле. СПб.: Питер, 2020.

16. *Владимиров Ю.С., Ван Хунбо. Классификация физических теорий и китайские триграммы // Основания фундаментальной физики и математики: тезисы 3-й Российской конференции. М.: РУДН, 2019. С. 230–233.*
17. *Еремеев В.Е. Традиционная наука Китая: краткая история и идеи. М.: Изд-во «Спутник», 2011.*

FOUNDATIONS OF PHYSICAL THEORIES AND THEIR CLASSIFICATION

Yu.S. Vladimirov

*Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University
Leninskie Gory, Moscow 119991, Russian Federation*

*Institute of Gravity and Cosmology, RUDN University
3, Ordzhonikidze St., Moscow, 115419, Russian Federation*

Abstract. The key physical categories used in modern physics are highlighted, the presence of three main paradigms in fundamental theoretical physics is shown, and on this basis the classification of physical theories is made. The close connection between the foundations of fundamental physics and the principles of metaphysics is demonstrated. The foregoing is illustrated with 3-dimensional drawings.

Keywords: physical categories, three types of dualistic paradigms, three pairs of alternative concepts, classification of physical theories, metaphysical principles.

**ОТ МЕТАФИЗИКИ ЕВКЛИДА –
К ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ ИДЕЯМ В ФИЗИКЕ СКВОЗЬ ВЕКА
(ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ИДЕИ В ФИЗИКЕ
РАСШИРЯЮТ ГОРИЗОНТЫ ПОЗНАНИЯ МИРА)**

А.В. Ходунов

*Научно-исследовательский институт системных исследований РАН
Российская Федерация, 117218, Москва, Нахимовский просп., 36, кор. 1*

Аннотация. Статья состоит из двух частей. В первой части проведен исторический анализ с современными комментариями важности глубокого изучения устойчивых и прошедших тысячелетнюю проверку накопленных нашей цивилизацией знаний, опыта и традиций геометрического характера об устройстве мира. Помимо математики в физике традиции геометрических методов исследований идут от Архимеда, через творчество Леонардо да Винчи, Галилео Галилея, Рене Декарта, Исаака Ньютона и других учёных. Сейчас эта тенденция сильна как никогда. Во второй части кратко и тезисно излагается этапность того, как и к чему мы пришли на этом пути.

Ключевые слова: история математики, геометрия Евклида, аксиоматика, проблемы современной физики, алгебраическая геометрия.

Если не знаешь, откуда танцевать –
танцуй от печки.

Русская пословица

Для наших современников, чье мировоззрение формировалось в эпоху бурного научно-технического прогресса, череды научных, технических и технологических революций, глобализации и всеобщей информатизации – «печкой» принято считать начало во времени нашей Вселенной. Как именно это случилось – великая и неразрешимая загадка, но современной наукой точно установлено, что начало у неё было горячее. При этом так называемого Большого Взрыва, по-видимому, не было.

Древние восточные, египетские, античные и христианские традиции трактуют это событие по-разному. Чтобы продвинуться в нашем понимании подлинного устройства мира, взяв из древних легенд, мифов, притч и философских систем рациональное, общее и непротиворечивое, – нужно встать на твёрдый фундамент научного знания. Пути к нему ведут разные, но лидирующими науками в этой области являются физика и математика.

Часть I

Конечно, и математика, и физика начинались не с Античности. Вероятно, они намного древнее. Тем не менее европейская духовная культура и ее неотъемлемая часть – научная традиция – пришли к нам из Древней Греции, прочно закрепившись в нашем сознании и мировоззрении. Это было обусловлено глобальными географическими причинами и обстоятельствами; формированием и развитием языков и наций, национальных территорий, торговых связей и путей, заимствованием в ходе завоеваний ремесленных и военных технологий и другими подобными факторами.

Идеи и понятия этой великой эпохи больших достижений вошли в наш разум и быт. Но, к сожалению, очень опосредованно, без неразрывной передачи эстафеты живого понятийного аппарата и языка. Это заставляет нас с каждым нашим новым научным достижением вновь и вновь обращаться к ним и проецировать свою культуру на ту, эллинскую. Тогда, сопоставляя их и открывая в ней новое, мы становимся мудрее и дальновиднее.

Из неё – эллинской традиции синтетического, натурфилософского мировоззрения – к нам пришло понимание основ разумного и осознанного наблюдения и знания как стартового капитала для наших замыслов, идей и направлений их развития.

В современной системе начального, среднего и высшего образования в области естественных наук также всё начинается с Евклида, с его переосмысленных «Элементов», на русском языке известных как «Начала». Это 13 книг. К ним позже, в переработанном виде, через латинский и арабский периоды развития наук опосредованно добавились ещё две [1].

Реально живший Евклид, возможно сириец по происхождению, стал историческим предтечей того феномена, который сейчас понимают под псевдонимом Н. Бурбаки, – канонического олицетворения достижений целой Александрийской школы математиков и педагогов, работавших при Александрийской библиотеке. Они активно переработали и использовали находки и открытия как предшественников Пифагорейской школы, так и своего современника Архимеда.

Именно не та, что сейчас, последовательность школьного и вузовского изучения математических дисциплин должна заставить нас глубоко задуматься. У Евклида последовательность книг важна. Предваряет книгу I система из пяти аксиом, предъявляющих первичные понятия, требующих особого, отдельного осмысления.

Далее, в книге I дано описание свойств треугольников и параллелограммов, включая теорему Пифагора. (В наши дни, перефразируя известное изречение, «треугольник неисчерпаем как атом, и (его) Вселенная – бесконечна». Про него написаны толстые тома, причём он несёт на себе отпечаток шестой, неявной у Евклида аксиомы; в евклидовых пространствах существуют жёсткие структуры, что наглядно и очевидно даёт возможность применять их для суперпозиций (как наложений) при сравнениях и замещениях.)

Затем в книгах II–IV представлены достижения пифагорейской школы, касающиеся первичных свойств линий, поверхностей, окружностей, кривых и многоугольников, а также пределов при вычислении их свойств.

В книгах V–VIII излагается теория пропорций, применённая к исследованию подобия для правильных 4-, 5-, 6-, 10-угольников, поднимается проблема об измерении круга (окружности).

Из VII–IX книг мы узнаём о пропорциях и прогрессиях в мире чисел, о множестве простых чисел и его бесконечности, о применениях алгоритма Евклида к арифметической теории делимости. (В современной традиции числовые проблемы оказались оторванными от геометрии и изучаются в курсах алгебры, хотя сейчас в её рамках появилось направление «Геометрическая теория чисел», доступное, однако, лишь профессионалам.)

Наиболее сложная книга X даёт нам представление о высших достижениях греческой математики. В ней описаны идеи о несоизмеримости диагонали квадрата с его стороной, найдены другие виды иррациональностей, широко используется метод доказательства «от противного» как логико-геометрический приём.

Книги XI, XII, XIII представляют собой завершение геометрической серии построений, приписываемых собственно периоду творчества Евклида. Сейчас эту дисциплину называют стереометрией: в ней с помощью принципа исчерпания описываются отношения площадей кругов, объёмов кубов, конусов, пирамид и цилиндров, равенство и подобие выпуклых многогранников, измерение объёмов и поверхностей тел. Современник Евклида – Архимед считал высшими достижениями в своей жизни целочисленные отношения площадей поверхностей и объёмов, вписанных в круговой цилиндр конуса, шара и самого цилиндра 1; 2; 3 (избегая при этом точного определения трансцендентного числа π). По преданию, шар, вписанный в куб, высечен на его могиле.

Венчает изложение построение и рассмотрение свойств пяти совершенных Платоновых тел.

Книга XIV написана александрийским математиком Гипсиклом 100 лет спустя, а книга XV – вероятно, Исидором Милетским из Константинополя, почти через 800 лет. Там изложены новые следствия и теоремы из уже заложенного фундамента.

В этом месте пришло время дать более широкие и глубокие комментарии.

Аксиоматический подход Евклида содержит в себе явное физическое и неявное метафизическое знание. Начнём с анализа аксиом Евклидовой геометрии самого Евклида. Он активно использует никак изначально не определяемые, логически ничем не обоснованные, но интуитивно воспринимаемые понятия безграничных и непрерывных, неискривлённого 3-мерного пространства как универсального вместилища всех вещей, 2-мерной плоскости, 1-мерной линии и помещённых в них и/или на них 0-мерных точек.

Приведём явные аксиомы Евклида, а комментарии – в квадратных скобках.

1. Между двумя точками на плоскости проведём отрезок прямой. [направленный, непрерывный, единственный, минимальной длины вектор – очевидным физическим движением].

2. Продолжим его неограниченно тем же способом до получения прямой линии (или полупрямой – луча).

3. Вокруг любой точки на плоскости можно предъявить окружность, [то есть геометрическое место точек, равноотстоящих от данной как непрерывное, замкнутое, единственное семейство геометрических объектов, задаваемых геометрической, достаточно свободной и произвольной в плане выбора эталонного, единичного отрезка мерой, любого непрерывного радиуса].

4. Все прямые углы между любыми двумя пересекающимися (под этими углами) прямыми эквивалентны друг другу. [Они могут быть совмещены до совпадения физическими движениями в плоскости или пространстве, а сделанные из них прямоугольники и прямоугольные параллелепипеды дают жёсткие замощения плоскости и пространства.]

5. В системе трёх произвольных пересекающихся прямых на плоскости, когда сумма двух внутренних односторонних углов у выбранных двух прямых линий с третьей меньше двух прямых углов, эти прямые, продолженные достаточно, пересекутся с той же стороны. [Определение – конструктивно: в нём нет даже понятия единственной параллельной прямой как предельного объекта, но есть метафизика структуры порядка.]

В «Элементах» у Евклида содержится ещё несколько положений, близких современным основаниям математики: из теории множеств, теории отношений и теории структур. Элементам из современных теорий множеств у него отвечают «вещи», то есть первичные и сконструированные из них геометрические объекты и их отношения; самождественности (рефлексивность), эквивалентности двух элементов, если они порознь равны третьему (транзитивность). Неявное понятие класса эквивалентности во всех 5 аксиомах; (симметричность + рефлексивность + транзитивность) и отношение неравенства (асимметричность + транзитивность). Кроме того, в рассуждениях Евклида постоянно присутствует аддитивность по сложению и вычитанию (+ коммутативность и ассоциативность, то есть абелевость) и то, что целое всегда больше части (архимедовость и евклидовость – в современной арифметике).

Из таких отношений в наши дни строятся три основные структуры математики: топологическая, алгебраическая и порядковая. Сейчас они прочно вошли и в язык современной физики, и их необходимо активно использовать в метафизических рассуждениях и теориях.

(Всё это ещё более роднит труды Евклида и труды школы анонимных французских математиков, известных под псевдонимом Н. Бурбаки).

Геометрическая структура устроена сложнее, как мы это сейчас знаем. Для её глубокого понимания и правильного описания нужно привлечь не только все три указанные выше структуры, но, возможно, и новые физические идеи. В своё время философ М.Э. Омеляновский [2–4; 19] предлагал такую

формулу: полноценная теория (физической) реальности = геометрия+физика, причём составные части могут меняться от модели к модели, образуя дополнительное друг к другу диалектическое единство. Свежий пример: AdS/CFT – соответствие в современной фундаментальной физике.

Здесь опять нужно сделать замечание. ВСЕ ПЯТЬ аксиом Евклида словно нарочно выглядят как идеальные заготовки для всех диаграмм Фейнмана [5], которые всегда – 1-мерные множества, представимые как планарные графы с петлями (отвечающими виртуальным процессам в вакууме, для пропагаторов, то есть амплитуд вероятности квантового перехода частицы из одной точки в другую) и без них (свободные от взаимодействий частицы). Такие диаграммы описывают фундаментальные физические процессы в импульсно-энергетическом пространстве или, после преобразования Фурье, в координатном пространстве-времени, в квантовой теории поля (КТП). При этом внутренние линии и петли полагаются всех размеров (см. аксиому 3). По ним нужно проинтегрировать в (полу)бесконечных пределах, и здесь почти всегда возникают расходимости – бесконечности, устраняемые различными методами регуляризации и перенормировки. Они бывают двух сортов.

От малых энергий и импульсов – так называемые инфракрасные (ИК) расходимости. С ними никто не борется, так как по принципу неопределённостей Гейзенберга они отвечают влиянию далекодействующих полей на больших (прицельных) расстояниях. (Наличие структурированной массивной материи при взаимодействиях с такими полями сильно меняет общую картину; нелокальности приобретают «одетый» в случайные взаимодействия характер. Это частые, очень слабые, или редкие, но сильные влияния. Хорошо известен пример кулоновского взаимодействия и рассеяния: для него дифференциальное сечение рассеяния расходится на малых углах, S -матрица – не существует. Однако чисто квантовые эффекты удваивают его по сравнению с классическим рассмотрением на всех углах. Требуется разумное обрезание сечения на асимптотике, и оно – находится. Никто во Вселенной не может избежать фоновых шумов и флуктуаций, делающих расчётные асимптотики на больших расстояниях физически ненаблюдаемыми. Астрономы считают, что до 95% видимой материи во Вселенной – это замагниченная плазма, имеющая разные характерные размеры. Пример сильного воздействия среды – пересоединение магнитных силовых линий в плазме: земной шар и его многослойная магнитосфера успешно избавляются от потока лишних зарядов, идущего от Солнца и космических лучей. Но в космическом чистом вакууме магнитные силовые линии нигде не начинаются и не кончаются (в модели соленоидального поля). Возникает сложная нестационарная хаотическая резонаторная система, в которой мы живём.

Иной характер имеют ультрафиолетовые (УФ) расходимости, отвечающие высоким энергиям и большим передаваемым импульсам. КТП присущ старый дефект классической и квантовой физики – точечность элементарных частиц, без которой в ней нарушается релятивистская инвариантность и ковариантность. Большинство физиков в наше время верит, что при возрастании

энергии на всё меньших расстояниях восстанавливается настоящая, очень высокая, но сильно нарушенная симметрия нашего мира. При этом все поля становятся похожи на безмассовые и (с поправками на их поляризации) – друг на друга. В пределе возникает конформная квантовая теория поля (СФТ). Разумные варианты таких теорий диктуют описание полей в размерностях $d = 11, 12$, в (псевдо)евклидовых пространствах (для их перенормируемости и устранения квантовых аномалий).

Удивительным оказалось, что корреляторы – функции Грина, вплоть до двухпетлевого приближения совпали с аналогичными корреляторами, вычисленными в некоторых вариантах теорий суперструн и М-теорий, в моделях с $d = 10, 11$, типа $AdS_5 \times M$, где $M = S^5, CY_6$, а однородное пространство $AdS_5 = SO(3,2)/SO(4,1)$ – это гиперболическое пространство анти-де Ситтера постоянной отрицательной кривизны. Исходя из Евклидова погружающего пространства $R^6 \rightarrow R^{5,1}$ (поворот Вика) при стереографической проекции из южного полюса 5-мерного однополостного гиперболоида, получается цилиндр с 4-мерным краем, который можно рассматривать как наше плоское пространство-время $R^{3,1}$. Компонент S^5 , – сферическое пространство постоянной положительной кривизны, и CY_6 – многообразия Калаби–Яу, с особыми геометрическими и, возможно, физическими объектами, живущими на них. Дело в том, что в некоторых вариантах таких теорий квантовая гравитация перенормируема! И это может дать ключ к пониманию начала нашей Вселенной. В современной стандартной модели она прошла де Ситтеровскую стадию расширения и теперь находится во Фридмановской стадии. Квантовые вакуумы у де Ситтера и анти-де Ситтера – разные, и наши выдающиеся учёные пытаются понять и согласовать свои модели.

Обе серии теорий – крайне различны и физически, и математически, но главное – в том, что каждая из них может быть (изометрически) погружена и даже вложена в своё, подходящее Евклидово пространство R^n !

Это даёт возможности для детального сопоставления и сравнения вплоть до мелких и глобальных деталей математических свойств и особенностей анализируемых теорий. В итоге мы уже свыше 2300 лет имеем, продвигаем и синтезируем, совершенствуя, универсальный математический инструмент; и микро-, и мезо-, и телескопы для адекватного познания Природы.

В аксиоматическую систему Евклида неотъемлемой частью входит подсистема логического дедуктивного вывода – извлечения следствий в виде предложений, лемм и теорем. Все они различаются как фрагменты результатов абстрактных рассуждений, в порядке нарастания их сложности и важности. Эта часть уже отделена от непосредственной физической реальности. С современной точки зрения, любая логика содержит язык: набор символов и логических операций, синтаксис и семантику, аксиомы и правила вывода. Тут уже область не метафизики, но Метаматематики, где введение новых аксиом расширяет теорию, черпая новое и отвоёвывая себе новые области из ничем не ограниченного Универсума. Это особый открытый мир, уже свободный от

чётких физических ориентиров, с отличиями, подобными отличиям аффинного пространства Леонарда Эйлера от Евклидова: начало отсчёта может быть любым. Приходит на ум метафора: Метаматематика – это ветер, надувающий паруса Метафизики. С ветром шутить опасно, его нужно всегда чувствовать, учитывать и уважать.

И у Давида Гильберта [8], и у Бертрана Рассела [6; 7] в их высказываниях о сущности современной математики, о её основаниях и строгости как точного знания постоянно присутствует мысль о наличии в ней неопределённых объектов – «вещей», требующих всё новых и новых интерпретаций. Символ веры – в том, что правила игры остаются неизменными, лишь время от времени усложняясь и совершенствуясь, но объекты, с которыми ведётся рассмотрение, – становятся абстрактными (у Гильберта, например, это могут быть столы, стулья и пивные кружки вместо точек, прямых и плоскостей).

Математика при этом начинает выглядеть как поле выдумывания новых игр по возможности с чёткими правилами. Так легко докатиться до безумия. Поэтому нужны чёткие ориентиры, рамки, границы и инварианты. Например, правила отбора и критерии; полноты, красоты, симметрии, простоты, наглядности.

Особенно ценной для нашего времени представляется греческая геометрическая наглядная парадигма, основанная на мироощущении и понятии движения. Сейчас опытные наставники в математике и физике рекомендуют представлять себе 4-мерный гиперкуб в виде движения его 3-мерной развёртки типа «крест», состоящей из 8 кубов, чтобы накладываясь, их 2-мерные грани исчезали как граница, отождествляемые, но с противоположными ориентациями.

То же делается для 3-сферы S^3 и проективного вещественного пространства RP^3 , которые нельзя вложить изометрически в евклидово пространство E^3 или в его арифметическую модель R^3 .

По-видимому, у древних греков было всё, чтобы идти дальше по такому пути, но этого не случилось, насколько сейчас известно из дошедших до нас источников.

В настоящей работе будет подчеркнута роль Евклидовых пространств всех размерностей в современной математике и теоретической физике, значение связанных с ними понятий: непрерывных и дискретных симметрий, движений, изометрий, вложений, погружений как фундаментального материала для уже не всех, но очень многих геометрических конструкций, без которых немислимы ни понимание, ни дальнейшие работы в теоретической и математической физике, питающих своими достижениями и идеями и чистую математику. Приведем два весомых мнения по этому поводу.

Наш замечательный физик-теоретик, академик и Нобелевский лауреат Л.Д. Ландау при сдаче ему соискателями на поступление в школу Ландау поочерёдно всех 10 томов Курса теоретической физики всегда неожиданно подвергал их и экзамену по школьной математике, в основном геометрии. Всего

соискателей было более 1100, а сдавших теорминимум – около 110 человек. Безжалостно изгонялись те, кто за три сдачи не смог ответить на все вопросы.

Другой факт: выдающийся математик современности, академик и лауреат многих наград и премий В.И. Арнольд постоянно повторял на заседаниях Московского математического общества: «Без геометрической интерпретации любого математического исследования и проблемы не может быть достигнуто их истинного понимания».

Часть II

1. Дошедшие до наших дней варианты основополагающего труда «Элементы» или называемые по-другому «Начала» Евклида вот уже свыше 2300 лет служат образцом геометрического подхода к описанию идеальных моделей окружающих нас объектов и явлений Природы. Этот энциклопедический итог работы математиков Александрийской школы на многие века определил стиль нашего Европейского мышления и понимания окружающего нас физического мира, ибо по-гречески «физеос» – это Природа.

2. Система знаний у древних греков была натурфилософской, то есть синтетической, вобравшей в себя и философию, и физику, и математику. Поэтому в основу геометрии кроме пяти весьма глубоко продуманных логически аксиом для точек, линий, плоских фигур и объёмных тел были заложены близкие к физическим понятия движения и конгруэнтности (совмещения вплоть до совпадения идеальных геометрических объектов, двигая их в пространстве, плюс, если надо, осуществляя преобразования подобия). Слово *Геометрия* у греков означало *Землемерие* в широком смысле, откуда были введены понятия кривых и поверхностей, объёмных тел, а также их пропорций и числовых мер. Греческая математика развивалась конструктивно и логически, опираясь на зримый опыт, что предопределило её успех как фундамента науки на все времена.

3. В течение многих веков предпринимались попытки превзойти и дополнить это каноническое синтетическое знание, но прогресс шёл медленно и неровно. Воображение не выходило за пределы наглядно осязаемого и наблюдаемого 3-мерного Евклидова пространства, в попытках иметь ясную геометрическую интерпретацию новых идеальных математических объектов.

4. Одним из переломных моментов стало изобретение Рене Декартом прямоугольных декартовых координат (у древних греков существование прямого угла являлось одной из аксиом) и появление аналитической геометрии. Это дало возможность индуктивно алгебраически и арифметически непротиворечивым путём перейти к не имеющим наглядной интерпретации высшим измерениям уже в XVII веке.

5. Затем активно стали использовать понятие ВЕКТОРА, оказавшееся психологически трудным: сейчас различают векторы, закреплённые в точке, векторы, скользящие вдоль линии, свободные векторы, мысленно параллельно переносимые в начало координат, аффинные векторы как пару

точек безотносительно к выбору начала отсчёта. Всё это неявно считалось погружённым или вложенным в Евклидово пространство, допускающее конгруэнции.

6. Уже в XIX веке Оливер Хевисайд завершил создание векторного анализа, придав ему современный вид. Этот век стал временем бурного расцвета геометрии и новых её идей. После открытий Карлом Фридрихом Гауссом, Яношем Бойяи и Николаем Лобачевским сферической, эллиптической и гиперболических неевклидовых геометрий, имеющих положительную и отрицательную постоянную кривизну и допускающих конгруэнтные сравнения, началась новая эра в математике, в том числе время переосмысления и систематизации всех накопленных знаний.

Настал черёд взяться за основу основ – обосновать в рамках математической логики существование и непротиворечивость Евклидовой геометрии, которую можно назвать параболической. Она выглядит как предельный случай пространства нулевой кривизны, по аналогии с коническими сечениями, известными и у Евклида, среди которых парабола – граница между непрерывными множествами эллипсов и гипербол.

Это обоснование было сделано многими математиками; Георгом Кантором (1874), Юлиусом Вильгельмом Ричардом Дедекиндом в 1876–1878 годах, группой сторонников Ренарда Больцано – к началу XX века. Эти сроки – во многом приблизительные, ибо понимание предмета складывается неравномерно, из бесед с коллегами, через подготовку и чтение лекций, при глубоких размышлениях и неожиданных озарениях.

7. Сначала требовалось уточнить и расширить понятия точки и прямой линии как линейно упорядоченного множества точек, в рамках арифметической модели вещественной прямой R . Чтобы её получить, потребовалась теория множеств Бернарда Больцано (1817) и затем три одновременные работы (1872):

1) Георга Кантора (фундаментальные последовательности, замыкания множеств и диагональный принцип),

2) Карла Вейерштрасса (десятичные бесконечные дроби и верные правила их отождествления с точками R , используя теорию пределов Огюстена Коши),

3) Ричарда Дедекинда (теория сечений как новый, оригинальный способ получения из множества рациональных чисел Q его расширения до R).

Во многих теоремах математического анализа, уточняющих и углубляющих известные ещё древним грекам определения иррациональных и трансцендентных чисел, проделана работа, закрывшая дыры в обосновании R .

8. В XX веке были созданы различные логические аксиоматические системы обоснования Евклидовой геометрии Дж. Биркгофом, Давидом Гильбертом (конструктивная логика), Альфредом Тарским (модальная логика); появились новые взгляды и подходы к самой математической логике. Кроме того, в настоящее время идёт работа по поиску новых аксиоматик евклидовых пространств в рамках многочисленных неклассических логик.

8.1. В связи с нуждами практических применений математики к описанию самого широкого круга явлений, процессов и систем не только в естественных, но и в гуманитарных науках, а также в обыденной жизни, стало необходимым задействовать самые глубокие, самые абстрактные и самые передовые её достижения. Это коснулось и отыскания новых способов расширить и пополнить вещественную прямую R .

Для удобства использования теории пределов её дополнили сначала двумя бесконечностями: $+\infty$ и $-\infty$. Затем, в другой модели, следующие из компактифицированной модели комплексных чисел, при стереографической проекции $S^2 \rightarrow C$, выбрали одну ∞ – северный полюс S^2 как предел любой неограниченной последовательности точек в $CU\{\infty\}$.

8.2. Применение математики во всё большем числе областей науки и жизни заставило расширять горизонты действия её понятий и категорий. Центральное место среди свойств действительных чисел R отводится понятиям непрерывности и предела, меры его подмножеств, дифференцируемости и интегрируемости структур над этим упорядоченным полем. Для этого были введены гиперреальные числа, супердействительные числа, сюрреальные числа. Это уже не просто множества, а представители класса, в который R должно входить строго. Опуская историю и подробности первых двух обобщений [8–10], резюмируя, за основу было принято топологическое Тихоновское $T_{3,5}$ пространство X и алгебра $C(X) = \{f: X \rightarrow K\} = K^X$ непрерывных функций на X над полем K , расширяющем R . Используя факторкольцо $A = C(X)/I$, где I – её простые идеалы P (для супердействительных чисел) или максимальный простой идеал M (для гиперреальных), можно получить поля f как поля частных для алгебры $A : F = (A)$.

8.3. Самое простое из них – гиперреальные числа – включает в себя нестандартный анализ, в котором строго реализованы идеи Евдокса и Г. Лейбница о добавлении бесконечных и бесконечно малых чисел, а вместо пределов вводится $st()$ – стандартные части.

8.4. Супердействительные числа включают в себя гиперреальные как более широкий класс. Потребности в них возникли для работы с Банаховыми алгебрами, в которых теперь решаются очень многие задачи современной математической физики. Это прямые и обратные задачи спектральной теории (интегро)дифференциальных операторов, устойчивость динамических систем, в частности задач квантовой механики и (квантовой) теории поля в конденсированных средах, описание диссипативных и нелинейных систем. Кроме того, супердействительные числа используют в теории полей, теории эргодических систем, для лексикографического упорядочения формальных степенных рядов (базисы Грёбнера, в которых решаются сложные алгебраические проблемы).

8.5. Супердействительные числа выступают как подмножества в множествах и подсистемах сюрреальных чисел. Название им придумал Дональд Кнут в 1974 году, хотя их предшественники были известны как формальные ряды Ханса Хана (1907), Π^a -множества Феликса Хаусдорфа, упорядоченное

множество всех ординалов Нормана Аллинга [13], числа Конвея для теории игр [12], асимптотический анализ Мартина Крускала [15–18], ставший новым научным направлением под названием *Асимптотология*. Построение систем сюрреальных чисел производится сложными рекурсивными методами и по индукции [12–14]; пока не вполне удаётся в достаточной степени общности вводить определённые интегралы и справляться с другими проблемами.

8.6. Все вышеназванные расширения \mathbb{R} формально производятся алгоритмизованными способами, и хотя они – непростые, требуют при практической реализации больших ресурсов, но позволяют продвинуться в глубь нового, неизведанного.

9. Ещё в XIX веке появились и другие важнейшие геометрии: проективная, комплексная, затем, в XX веке, симплектическая и кэлерова геометрии, конечная, контактная, лагранжева, фрактальная, финслерова геометрии и т.д.

10. Геометриям отвечают их геометрические структуры: пространства, движения, их инварианты и меры. И то и другое может иметь много разных реализаций, называемых моделями, отличающихся друг от друга, но имеющих то общее, что позволяет им называться одним именем – это изоморфизм структур.

11. Была выявлена важная связь между разными множествами, рассматриваемыми как топологические пространства, и группы, которые могут действовать на них нетривиально, являясь их симметриями. Старт был дан в Эрлагенской программе Феликса Клейна, а такая деятельность продолжается и сейчас.

12. Главное для нас заключается в том, что для надлежащей геометрической интерпретации все подобные конечные и конечномерные математические объекты МОГУТ быть вложены изометрически или погружены в Евклидово пространство достаточно высокой размерности. Там математики, а может быть, со временем и физики смогут детально рассмотреть и изучить буквально все их требуемые свойства.

13. Особо следует сказать о «геометриях» на римановых, псевдоримановых и иных искривлённых (супер)многообразиях и связанных с ними объектах: расслоениях, кобордизмах, гильбертовых, банаховых и других функциональных пространствах почти без симметрий, о многообразиях непрерывных или гладких, конечномерных и бесконечномерных, таких как слоения, на которых действуют бесконечномерные (псевдо)группы гомеоморфизмов или диффеоморфизмов, и другие сложные (псевдо)группы симметрий. В них главной наукой является скорее топология, чем геометрия. Здесь важны группы гомологий, когомологий, гомотопий, кобордизмов. Из них строятся вторичные и более высокого уровня абстрактные структуры, такие как характеристические классы, классифицирующие пространства, группы классов отображений, мотивы, производные категории, в которых есть даже объекты, не содержащие ни одной точки.

14. Одной из главных дисциплин и наиболее важным инструментом в современной математической и теоретической физике стала алгебраическая

геометрия, в которой мало собственно геометрии, но есть синтез достижений всей современной математики.

Литература

1. *Евклид*. Начала. Изд. 4. URSS. 2015. 752 с. ISBN 978-5-9710-1764-6.
2. *Омельяновский М.Э.* Проблема наглядности в физике // Вопросы философии. 1961. № 11.
3. *Омельяновский М.Э.* Диалектика в современной физике. М.: Наука, 1973.
4. *Омельяновский М.Э.* Развитие оснований физики XX века и диалектика. М., 1984.
5. *Фейнман Р.* Теория фундаментальных процессов / пер. с англ., сер. БТФ. Т. 1. М.: Наука, ГРФМЛ, 1978. 200 с.
6. *Russell Bertrand.* Mathematics and the metaphysicians // The world of mathematics / James Roy Newman (ed.) Reprint of Simon and Schuster 1956 ed. Courier Dover Publications, 2000. P. 1577. ISBN 0-486-41151-6.
7. *Russell Bertrand.* Introduction // Russel Bertrand. An essay on the foundations of geometry. Cambridge University Press, 1897. P. 1–5.
8. *Гильберт Д.* Основания геометрии. М.–Л.: ГИТТЛ, 1948.
9. *Tall David.* Looking at graphs through infinitesimal microscopes windows and telescopes // Mathematical Gazette. March 1980. № 64 (427). P. 22–49. DOI: 10.2307/3615886
10. *Dales H. Garth, Woodin W. Hugh.* Super-real fields. Totally Ordered Fields with Additional Structure // London Mathematical Society Monographs. New Series no. 14. Clarendon Press, Oxford University Press, Oxford, NY, 1996. ISBN 978-0-19-853991-9.
11. *Успенский В.А.* Что такое нестандартный анализ? М.: Наука, ГРФМЛ, 1987.
12. *Conway H. John.* On Numbers and Games. (2 ed.). CRC Press, 2000. ISBN 9781568811277; 2001, ISBN 1-56881-127-6.
13. *Alling Norman L.* Foundations of Analysis over Surreal Number Fields. 1987. ISBN 0-444-70226-1.
14. *Dries Van den, Lou, Ehrlich Philip.* Fields of surreal numbers and exponentiation // Fundamenta Mathematicae. Warszawa: Institute of Mathematics of the Polish Academy of Sciences. 2001. 167 (2). P. 173–188. ISSN 0016-2736.
15. *Kruskal M.D.* Asymptotology Archived 2016-03-03 at the Wayback Machine // Proceedings of Conference on Mathematical Models on Physical Sciences. Englewood Cliffs, NJ: Prentice–Hall, 1963. P. 17–48.
16. *Barantsev R.G.* Asymptotic versus classical mathematics // Topics in Math. Analysis. Singapore e.a., 1989. P. 49–64.
17. *Andrianov I.V., Manevitch L.I.* Asymptotology: Ideas, Methods, and Applications. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 2002.
18. *Dewar R.L.* Asymptotology – a cautionary tale // ANZIAM Journal. July 2002. № 44 (01). P. 33–40.
19. *Омельяновский М.Э.* Эйнштейн и философские проблемы физики XX века / Грибанов Д.П., Кузнецов Б.Г., Фок В.А. и др.; под ред. Э.М. Чудинова. М.: Наука, 1979. 566 с.

**FROM THE METAPHYSICS OF EUCLIDES –
TO GEOMETRIC IDEAS IN PHYSICS THROUGH THE AGE
(GEOMETRIC IDEAS IN PHYSICS EXPAND THE HORIZONS
OF THE KNOWLEDGE OF THE WORLD)**

A.V. Khodunov

*Federal Scientific Center Scientific Research Institute for System Research
of the Russian Academy of Sciences
Cor. 1, 36, Nakhimovsky Pr., Moscow, 117218, Russian Federation*

Abstract. This work consists of two parts. In the first part, a historical analysis is made with modern comments on the importance of a deep study of stable knowledge, experience and traditions of a geometric nature about the structure of the world accumulated by our civilization, which have passed thousands of years of testing. In addition to mathematics, in physics, the tradition of geometric research methods comes from Archimedes, through the work of Leonardo da Vinci, Galileo Galilei, René Descartes, Isaac Newton and other scientists. This trend is now stronger than ever. The second part briefly and summarizes the stages of how and what we have come to on this path.

Keywords: history of mathematics, Euclidean geometry, axiomatics, problems of modern physics, algebraic geometry.

ТЕОРЕТИКО-ПОЛЕВАЯ ПАРАДИГМА В ФИЗИКЕ

DOI: 10.22363/2224-7580-2020-3-39-56

МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ В ФИЗИКЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ИСТОРИЯ ЕЕ СОЗДАНИЯ

Вл.П. Визгин

*Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН
Российская Федерация, 103012, Москва, Старопанский проезд, 1/5*

*Памяти Г.А. Соколика,
И.Ю. Кобзарева и Н.Ф. Овчинникова
посвящается эта статья*

Аннотация. В статье исследуются метафизические аспекты стандартной модели (СМ), лежащей в основе современной теории элементарных частиц. Кратко рассматривается история создания СМ от основополагающей работы Ч. Янга и Р. Миллса (1954) до завершения электрослабой теории и квантовой хромодинамики в начале 1970-х годов. Выделены и обсуждаются три блока взаимосвязанных между собой метафизических аспектов СМ: локально-калибровочная структура теории, проблема истины и реальности, а также роль метафизических факторов в разработке теории. Подчеркнут научно-реалистический характер метафизических воззрений творцов СМ. Для изучения способов включения метафизических факторов в процесс формирования СМ предложены три модели: эйнштейновская схема построения теории (с так называемой «дугой Эйнштейна»); трехслойная модель строения и развития теории, в которой определяющую роль играют принципы симметрии (Ю. Вигнер), а также «ошибочностная» концепция развития научного знания С.И. Вавилова.

Ключевые слова: стандартная модель (СМ), метафизические аспекты, локально-калибровочная структура теории, научный реализм, принципы симметрии, эйнштейновская схема построения теории, «ошибочностная» концепция развития научного знания С.И. Вавилова.

...Физика весь XX век была не только лидером естествознания, но и объектом совместных метафизических дебатов о ее фундаментальных принципах – от принципа симметрии до принципа причинности, от соответствия между различными теоретическими построениями до обсуждения возможностей и границ физического знания.

А.П. Огурцов [1. С. 27]

Законы физики, как мы пытаемся их формулировать, имеют фундаментальный характер, который отражает наше понимание реальности на глубочайшем философском уровне.

Р. Миллс [2. Р. 493]

Введение

Стандартная модель (СМ) – это ядро современной теории элементарных частиц, сложившееся к началу–середине 1970-х годов. Прошедшие почти полвека мало что добавили к этому ядру. Все частицы, предсказанные ею, были найдены; никаких экспериментальных свидетельств, противоречащих ей, до сих пор не получено. А Нобелевской премии (только в XXI в.) за создание СМ было удостоено не менее десяти физиков. Именно поэтому СМ называют шедевром теоретической физики, одной из величайших побед человеческой мысли и т.п. Фактически также – это единая квантово-полевая теория трех фундаментальных взаимодействий, господствующих в микромире: электромагнитного, слабого и сильного. Правда, четвертое – гравитационное – взаимодействие ею не охватывается; оно описывается некантовой геометрической теорией, а именно общей теорией относительности (ОТО), устроенной, впрочем, похожим образом. СМ состоит из двух частей, относительно независимых, но связанных между собой: единой теории электромагнитного и слабого взаимодействий (электрослабой теории) и квантовой хромодинамики (КХД), являющейся теорией сильных взаимодействий. Обе части – это неабелевы калибровочные теории, в основе которых лежат соответственно неабелевы (то есть некоммутативные) группы внутренних симметрий $SU(2) \times U(1)$ и $SU(3)$, локализация которых приводит к калибровочным полям, описывающим соответственно электрослабые и сильные взаимодействия.

Основные сведения по истории формирования СМ можно найти в монографии участника событий и замечательного историка современной физики А. Пайса [11], а также в работе автора [5]. Начало этого процесса было положено статьей Ч. Янга и Р. Миллса 1954 г., в которой авторы предложили калибровочную теорию сильного взаимодействия, основанную на локализации

группы изотопических преобразований $SU(2)$ [6]. Но по ряду причин их концепция поначалу была сочтена нереалистической, и большинство теоретиков примкнули к более феноменологической S -матричной программе, связанной с отказом от полевого подхода. Потребовалось без малого два десятилетия напряженных исследований, содержащих как прозрения и прорывы, так и ошибочные ходы, чтобы преодолеть возникшие трудности и, вернувшись к янг-миллсовской концепции, завершить построение СМ.

Изучение оснований СМ и ее истории приводит нас к метафизической проблематике. В этом отношении СМ является достойной преемницей теорий относительности и квантовой механики, создание которых привело к «метафизическим дебатам» вокруг основных принципов и структуры новых теорий (см. первый эпиграф; о нашем понимании метафизики – см. [8]). Ниже мы рассмотрим три блока метафизических аспектов СМ:

1) проблему структуры теории, или «логической структуры калибровочных теорий» (Р. Миллс), которую он же назвал «калибровочной философией»;

2) проблему истины и реальности, то есть в какой степени СМ отображает физическую реальность и является истинной теорией;

3) роль метафизических факторов в процессе формирования основ теории. При этом наш подход будет носить квазиэмпирический характер, то есть мы будем опираться главным образом на взгляды самих физиков, творцов СМ.

1. «Логическая структура калибровочных теорий» и «калибровочная философия»

Ключевой теоретической основой СМ является концепция локальной калибровочной симметрии, позволяющая с единой точки зрения описать электромагнитные, слабые и сильные взаимодействия, а также (с известными оговорками) еще и гравитационные. Эта концепция была разработана в середине 1950-х годов Ч. Янгом и Р. Миллсом, а также Р. Утиямой [6; 7]. Они исходили из того, что теории фундаментальных взаимодействий, так же как и механика, электродинамика, спецрелятивистские теории и ОТО, имеют «нетерову структуру», то есть опираются на теорему Нётер, связывающую воедино симметрии, лежащие в основе теории, динамический закон (формулируемый на языке лагранжианов) и законы сохранения [8]. Переход к калибровочным теориям связан, в первую очередь, с расширением нетеровой структуры за счет локализации глобальных внутренних симметрий, приводящей к введению еще и фундаментальных взаимодействий.

Комментируя это расширение, подчеркнем следующее. Прежде всего, идея локально-симметричной природы фундаментальных взаимодействий («симметрия – ergo динамика») восходит к Эйнштейну и ОТО (локализация спецрелятивистской симметрии порождает гравитацию). Похожим образом, как было показано Г. Вейлем [9; 10], локализация глобальной (абелевой)

калибровочной симметрии (связанной с законом сохранения электрического заряда) приводит к введению электромагнитного поля. Распространение этой идеи на внутренние, изоспиновые или зарядовые, симметрии, открытые при изучении слабых и сильных взаимодействий, позволяет говорить о калибровочном векторном характере этих полей. Метафизика здесь заключается в существовании единой (универсальной) структуры фундаментальных сил, а именно расширенной нетеровой структуры. Полевой, близкодействующий характер взаимодействия не только сохраняется, но даже усиливается.

При этом на калибровочные поля распространяется квантовая теория и такие проблемы КТП, как появляющиеся там расходимости (бесконечности или нули) при вычислении ряда физических величин. В КЭД эта проблема была решена на основе теории перенормировок. Поэтому сразу же после появления калибровочной идеологии в отношении сильных и слабых взаимодействий встал вопрос не только об их квантовании, но и их перенормируемости. Кроме того, калибровочное поле в КЭД и, соответственно, фотоны были безмассовыми. Казалось, что и калибровочные частицы неабелевых полей могут оказаться безмассовыми, что вызывало большие сомнения из-за существования массивных мезонов. Эта проблема, в первую очередь, препятствовала принятию простой и глубокой калибровочной концепции. Обе эти проблемы (перенормируемости и массы калибровочных частиц) привели к почти 15-20-летней задержке в создании СМ на основе калибровочной концепции, развитой в середине 1950-х годов.

Их решение было достигнуто на пути объединения слабого и электромагнитного взаимодействия и введения понятия спонтанного нарушения симметрии и построения квантово-полевой теории кварков и глюонов на основе концепции асимптотической свободы, а также доказательства перенормируемости обеих теорий.

Теперь дадим слово самим физикам, прежде всего Ч. Янгу, Р. Миллсу, а также советским теоретикам Г.А. Соколику и Н.П. Коноплевой, которые уже в середине 1960-х годов высоко оценили калибровочно-полевую концепцию и ее философское значение в плане структурно-теоретической базы для построения единой теории четырех фундаментальных взаимодействий.

Ч. Янг спустя 25 лет писал о том, что калибровочная концепция восходит к Эйнштейну: «Мы можем утверждать, что именно Эйнштейн ввел в обращение принцип: взаимодействия диктуются симметрией... Эйнштейн глубоко осознавал необходимость в геометрической структуре, приводящей к нелинейным уравнениям... Оказалось, что структурой, которую искал Эйнштейн, является калибровочное поле...» [12. С. 169–175].

Соавтор Янга Р. Миллс через 35 лет после публикации их знаменитой статьи 1954 года говорил о философском значении калибровочной концепции и так комментировал свою трехэлементную схему расширенной нетеровой структуры: «Законы физики, как мы пытаемся формулировать, имеют фундаментальный характер, который отражает наше понимание природы реально-

сти на глубочайшем философском уровне... Это ирония судьбы, что в течение последних 30 лет (фактически начиная за год до кончины Эйнштейна) была развита концепция калибровочной инвариантности, которая неожиданно стала обобщением эйнштейновской ОТО и преуспела в описании всех сил природы» [2. Р. 493]. И далее: «Калибровочная философия заключается в локальной симметрии... Идея, лежащая в основе калибровочной теории, это принцип локальной симметрии: Каждая непрерывная симметрия природы является локальной симметрией... Мы теперь покажем, как постулирование локальной симметрии может привести к физической теории и как она может определить характер этой теории. Во всяком случае, можно утверждать, что существует характерная логическая модель, связывающая воедино сохраняющиеся величины, симметрии природы и калибровочные поля» [2. Р. 496].

Г.А. Соколик в своей монографии 1965 года, когда до завершения СМ было еще далеко и большинство теоретиков (особенно в СССР) не принимало калибровочно-полевую концепцию всерьез, считал эту концепцию перспективной и говорил о ее важном структурно-теоретическом и философском значении: «Теория компенсирующих полей (так поначалу именовалась теория калибровочных полей в СССР, поскольку калибровочное поле компенсировало нарушение внутренней симметрии, вызванное ее локализацией. – В.В.) возникла как результат обобщения теоремы Нетер на случай локальных групп Ли, то есть конечно-параметрических групп Ли с параметрами, зависящими от координат пространства-времени. Такая формулировка теоремы Нетер позволяет сопоставить инвариантам группы не только законы сохранения, как в случае нелокализованной группы Ли, но так же и взаимодействия» [13. С. 144]. И дальше: «В теории компенсирующих полей каждое взаимодействие вводится для восстановления инвариантности, нарушенной некоторым локальным принципом относительности. Если исходить из существования фундаментальной группы, то есть из Эрлангенской программы Ф. Клейна, то приходим к иерархии вложенных друг в друга локальных групп и тем самым к иерархии взаимодействий...» [Там же. С. 154]. Об Эрлангенской программе Ф. Клейна и ее значении для теоретической физики – см. [14].

В 1972 году в журнале «Вопросы философии» появилась статья Соколика и его ученицы Н.П. Коноплевой, которая в том же году вместе с В.Н. Поповым выпустила первую отечественную книгу по теории калибровочных полей. В этой статье локализация симметрии рассматривается как усиление принципа близкодействия, позволяющее распространить эйнштейновскую идею о том, что геометрия определяется взаимодействием физических тел, с гравитации на три остальных фундаментальных взаимодействия: «Стремление удалить дальное действие из теории поля с помощью локализации симметрии побудило в свое время Янга и Миллса выдвинуть идею калибровочного поля как взаимодействия, связывающего между собой локальные пространства внутренних симметрий элементарных частиц. По существу, идея локализации внутренних симметрий наряду с пространственно-временными и введение калибровочных полей – это развитие и обобщение идеи Эйнштейна

о том, что геометрия пространства не задается априори, а определяются взаимодействием физических тел. В этом подходе как “внутренние”, так и “внешние” свойства симметрии элементарных частиц удается связать с геометрическими свойствами пространства, обобщающего риманово пространство» [15. С. 125]).

2. Проблема истины и реальности в СМ

Это вообще одна из центральных метафизических проблем физики (научного познания, натурфилософии) со времен Платона. Кстати говоря, в упомянутой выше книге Н.П. Коноплевой и В.Н. Попова «Калибровочные поля» фигурирует образ «платоновой пещеры» как раз в связи с проблемой истины и реальности в калибровочной физике элементарных частиц: «...Исследователь, имеющий дело с современной теорией элементарных частиц, напоминает тех, кто сидит в платоновой пещере спиной к огню и пытается по пляскам теней на стене определить, что происходит с предметами, движущимися у него за спиной и отбрасывающими эти тени. Мы не знаем, что представляет собой “внутренний мир” элементарных частиц, какова природа внутренних симметрий. Тем не менее по отражениям этих внутренних свойств, улавливаемых нашими приборами, макроскопическими и трехмерными, мы пытаемся восстановить происходящее в этом загадочном и недоступном мире... Но если мы не можем “обернуться” и “увидеть сущность”, то можно попробовать понять, как получается “тень” и что такое “огонь”. Видя отображение и зная, как оно получается, мы могли бы “построить сущность”» [15. С. 22].

В физике элементарных частиц (и, соответственно, теории фундаментальных взаимодействий) эта проблема обостряется по трем причинам. Во-первых, мир элементарных частиц, в целом очень зыбкий и эфемерный, «невидим», почти полностью скрыт от непосредственного наблюдения. Он наполнен чрезвычайно короткоживущими частицами, некоторые из них (кварки и глюоны), как выяснилось, не существуют в свободном состоянии. К тому же эти частицы являются квантами физических полей, а вакуумное состояние этих полей, вакуум, не является пустым, а заполнен «виртуальными» частицами, существование которых обусловлено квантово-механическим соотношением неопределенностей.

Во-вторых, область сверхвысоких энергий, превышающих энергию БАКа в сотни и тысячи раз (эта энергия порядка 14 ТэВ, что соответствует расстояниям 10^{-18} м), фактически недоступна для нас. Дальнейшее заметное увеличение энергии ускорителей очень обременительно для человечества, если вообще не находится за пределами его возможностей. Точно так же физики говорят о космологии ранней Вселенной, о временах, абсолютно не достижимых для наблюдения и эксперимента. В результате возникает так называемая проблема «эмпирической невесомости» теории, связанная с отрывом теории от эксперимента [16].

И, в-третьих, современное развитие философии науки в своих радикальных вариантах инструментализма (и антиреализма), в том числе концепции социальной сконструированности научных понятий и объектов, ставит под сомнение уверенность физиков в реальности их теорий и их движения ко все большей истинности этих теорий. Конечно, далеко не все физики склонны к обсуждению таких, метафизических по своему существу, проблем.

Однако среди выдающихся теоретиков, внесших существенный вклад в разработку СМ, такого рода теоретики были и есть. Мы приведем несколько высказываний нобелевских лауреатов (получивших эти премии именно за создание СМ), а именно С. Вайнберга, Ф. Вильчека и Г. т' Хоофта.

Так, С. Вайнберг подчеркивает, что «у каждого физика есть какая-то рабочая философия. Для большинства из нас – это грубый, прямолинейный реализм, то есть убежденность в объективной реальности понятий, используемых в наших теориях. Однако эта убежденность достигается в процессе научных исследований, а не в результате изучения философских трудов» [17. С. 132]. Философия, ставящая под сомнение эту убежденность (а это философия как раз антиреалистического толка), по мнению Вайнберга, оказывается крайне неэффективной, что позволяет ему говорить, особенно учитывая определенную изощренность соответствующих философских построений, о «непостижимой неэффективности философии» в современной физике [Там же. С. 133]. Конечно, позитивизм и конкретно философия Э. Маха сыграли важную роль при создании теории относительности и квантовой механики. Позитивизм также сыграл «ключевую роль в борьбе против квантовой теории поля» в связи с возрождением S-матричного подхода в середине 1950-х – 1960-е годы. Но калибровочные теории к началу 1970-х годов взяли реванш и привели к «самому драматическому отрицанию принципов позитивизма, связанному с развитием современной теории кварков» [Там же. С. 142]. Особенно резко возражал Вайнберг против идеи социальной сконструированности научного знания: «Переход от очевидного наблюдения, что наука является социальным явлением, к выводу, что окончательный продукт науки – наши теории – такие, какие они есть, из-за воздействия общественных или исторических сил, представляется просто логической ошибкой» [Там же. С. 147]. И далее: «Я определенно чувствую, что мы обнаруживаем в физике что-то реальное, нечто, существующее независимо от тех социальных и исторических условий, которые позволили нам это открыть».

Другой нобелевский лауреат Ф. Вильчек при обсуждении проблемы реальности в СМ вводит понятие «реальность-кандидат». Вот как он говорит об этом: «К счастью ...не обязательно вникать в подробности, чтобы понять главный философский смысл (СМ, в данном случае КХД. – В.В.), который заключается в следующем. Чтобы получить локальную симметрию, мы должны ввести глюонные поля. И мы должны обеспечить способы взаимодействия этих глюонных полей с кварками и друг с другом. *Идея* – локальная симметрия – производит конкретный набор уравнений. Другими словами, реализация идеи ведет к реальности-кандидату. Реальность – кандидат,

содержащая цветные глюоны, воплощает в себе идею локальной симметрии. Новые составляющие – цветные глюонные поля – являются частью рецепта для мира-кандидата. Существуют ли они в нашем мире? Как мы уже обсуждали и даже видели на фотографиях, они на самом деле существуют. Реальность-кандидат, родившаяся из идей, – это наша собственная реальность» [18. С. 101–102].

И еще один теоретик, Г. 'т Хоофт, удостоенный Нобелевской премии за доказательство перенормируемости СМ, в своей лекции 1998 г. так описал соотношение СМ и реальности, природы, «настоящего мира»: «Теперь мы обрели настоящую уверенность в том, что понимаем основные силы, действующие в природе. Сочетая электрослабую модель с КХД, мы можем получить точное описание природы, так называемую Стандартную модель. Действительно, до сих пор мы видели в наших моделях лишь упрощенные карикатуры настоящего мира, сейчас мы впервые можем рассматривать полученную комбинацию как *теорию*, уже не только как модель. Стандартная модель верна с очень высокой точностью. Ее следовало бы назвать Стандартной теорией» [19. С. 27].

Эти высказывания говорят о том, что физики-теоретики, работающие в области физики элементарных частиц, в том числе и создатели СМ, – в большинстве своем приверженцы той или иной формы научного реализма. Остановимся вкратце на более утонченной (по сравнению с грубым и прямолинейным реализмом, о котором говорил Вайнберг) форме научного реализма, а именно структурном реализме. Он получил развитие в 1990–2000-е годы как раз в связи с обострением полемики между реализмом и инструментализмом в физике элементарных частиц. Наиболее разработанной представляется конструктивный структурный реализм Т. Цао. В нем структура, модель, теория, скажем КХД, кварк-глюонная модель, первична, ее элементы, то есть кварки и глюоны, возникшие как теоретические конструкции, вторичны. «Конструкция ненаблюдаемых сущностей в рамках структурного знания, – резюмирует Цао одну из своих работ, – хотя и надежна, но подвержена ошибкам и подлежит пересмотру. Таким образом, объективное знание относительно лежащей в его основе онтологии может быть достигнуто только путем исторического переговорного процесса между эмпирическими исследователями, теоретическими резонерами и метафизическими интерпретаторами» [20. С. 156]. При этом эти три группы ученых находятся в тесной взаимосвязи, а роль метафизических интерпретаторов берут на себя, чаще всего, сами теоретики, такие как, скажем, Ч. Янг, М. Гелл-Манн, С. Вайнберг, Ф. Вильчек и др. (О структурном реализме см. также монографии [21; 22]).

Конечно, и в период создания СМ, когда теоретико-полевая концепция, в том числе и в ее локально калибровочном варианте, столкнулась с серьезными трудностями, многие теоретики обратились к старому, доброму позитивизму или феноменологизму. Мы имеем в виду отказ от полевого подхода, особенно в теории сильного взаимодействия, в пользу теории S -матрицы [5]. Тогда даже такой «антиметафизически» настроенный теоретик, как

Л.Д. Ландау, прибежал к метафизическим аргументам. Правда, В. Берестецкий заметил по этому поводу: «Ученики Ландау, звавшие, как высоко он ценит конкретные физические результаты и как мало любит разговоры на общие «обосновательские» темы, были несколько удивлены той относительной сдержанностью, с которой Ландау встретил крупные успехи КЭД в вычислении радиационных поправок. На самом деле Ландау не мог работать вне атмосферы идейной ясности... Он действительно не любил дискуссий на темы об обосновании наук, но лишь тех, основы которых считал для себя ясными... Совершенно иначе он вел себя в отношении тех областей, в которых ясности нет» [23. С. 234–235]. Вот как сам Ландау мотивировал отказ от полевого подхода, ссылаясь по существу на позитивистский по своему духу принцип наблюдаемости: «Операторы пси, содержащие ненаблюдаемую информацию, должны исчезнуть из теории; и поскольку гамильтониан можно построить только из операторов пси, мы с необходимостью приходим к выводу, что гамильтонов метод для сильных взаимодействий изжил себя и должен быть похоронен, конечно, со всеми почестями, которые он заслужил» [24. С. 423].

Некоторые теоретики и математические физики, верящие в реальное существование абстрактных математических структур, склонны к той или иной форме платонизма. Их привела к этому вигнеровская «непостижимая эффективность математики» в физике. Крайней формой такого платонизма является концепция «математической Вселенной» физика М. Тегмарка, согласно которой «наша внешняя физическая реальность является математической структурой» [25. С. 356]. Однако эта экзотическая гипотеза не объясняет, почему именно калибровочная структура и соответствующая ей геометрия расслоенных пространств реализуется в нашей Вселенной, хотя она и объясняет эффективность математики в физике.

3. Роль метафизики в разработке калибровочных теорий и СМ

Для историка науки именно эта функция метафизики представляет особый интерес. И хотя С. Вайнберг говорил о «непостижимой неэффективности философии в физике», мы все-таки, учитывая метафизический опыт квантово-релятивистской революции и используя различные модели научно-познавательного процесса в физике (прежде всего схему с «дугой Эйнштейна», трехслойную схему Вигнера и «ошибочностную концепцию» С.И. Вавилова), попытаемся выявить метафизические факторы в процессе создания калибровочных теорий и СМ.

Начнем с обсуждения вопроса о том, было ли создание СМ научной революцией, сравнимой с квантово-релятивистской революцией первой трети XX века? С одной стороны, это была несомненно масштабная научная революция (см. нашу статью [5]. Например, так считал А.М. Балдин по свидетельству П.С. Исаева [26. С. 257]), потому что была впервые создана единая теория фундаментальных физических взаимодействий (впрочем с некоторыми

оговорками). Это удалось сделать с помощью серии крупных прорывов, связанных с неабелевыми полями Янга–Миллса, открытиями симметрий, лежащих в основе слабых и сильных взаимодействий, введения достаточно «сумасшедших» частиц – кварков и глюонов, а также таких необычных понятий, как «асимптотическая свобода» и «спонтанное нарушение симметрии». Создание СМ справедливо сравнивалось по своему масштабу с максвелловской революцией в электродинамике и созданием ОТО. Вместе с тем СМ – это квантово-релятивистская теория поля, подобная КЭД. Все более радикальные концепции, предлагавшиеся в этот период в качестве альтернативы калибровочно-полевому подходу (нелинейные и нелокальные теории поля, S -матричный и дисперсионный подходы, бутстрап), не выдержали конкуренции с полевой СМ и сошли на нет. Поэтому калибровочная революция до некоторой степени была консервативной (см. статью Е.Л. Фейнберга 1986 г. [27]).

Впрочем, по мнению И.Ю. Кобзарева, создание СМ, несмотря на всю ее значительность, все-таки не дотягивает до полноценной научной революции: «Я считаю... что, несмотря на все успехи КЭД и СМ... ситуация на самом деле такая же, как в эпоху между Максвеллом и появлением частной теории относительности: то есть так же, как тогда считали несомненным существование эфира, так же и сейчас многое из того, что сообщество физиков считает “существующим”, может исчезнуть». И далее, после перечисления ряда проблем и трудностей СМ и космологии: «Все это заставляет меня думать, что следующая революция парадигмы... приведет к устранению из теории многих “реальностей” современной физики. Для этого потребуется какая-то новая математика» [28. С. 201].

В другом месте И.Ю. Кобзарев говорил о том, что при создании СМ произошла не столько смена квантово-релятивистской полевой парадигмы, сколько ее расширение: «Та линия развития, которую я... пытался наметить, часто на многие годы почти исчезала из виду, а на поверхности шумно пробовали разыграть совсем другие сценарии (S -матричные, нелокальные и прочие. – В.В.). Расширение парадигмы на новую область безболезненно никогда не проходит, неизбежно возникают противоречия, кризисы, да и сама парадигма перестраивается и меняется» [3. С. 27].

С.В. Илларионов (вместе с М.Д. Ахундовым) использовали для описания калибровочной революции (они пришли к выводу, что таковая свершилась) методологию исследовательских программ И. Лакатоса. Исследовательскую программу, лежащую в основе СМ, они квалифицировали как существенно новую, «поскольку она возникла в результате нетривиального синтеза “классической” квантовой теории поля с идеями симметрии, локальной калибровочности ряда симметрий, их спонтанного нарушения и подхода к перенормировкам не просто как к прагматическому рецепту, а как к фундаментальному ограничению на возможную математическую структуру теорий (из рецепта “защитного пояса” старой исследовательской программы перенормировка превратилась в принцип “ядра” новой программы)» [29. С. 427].

Трудно согласиться с оценкой стиля СМ и самой СМ как проявления прагматизма и своего рода «прикладнизации» физики (точка зрения Л. Смолина и присоединившейся к нему Е.А. Мамчур): «В современной физике господствует идеология прагматизма и инструментализма. Мы являемся свидетелями процесса, аналогичного... процессу прикладнизации... Этот стиль, говорит Смолин, хорошо работал при создании стандартной модели физики элементарных частиц и начал с 1940-х годов господствовать в физическом познании». В этой «прикладнизации» Мамчур видит реальный кризис не только в физике элементарных частиц, но и в физике и даже научном знании в целом. «Но, думается, – заключает она цитированную статью, – такой кризис – явление временное, он преодолим, его можно “излечить”, сменив инструменталистскую стратегию научного исследования в физике на стратегию периодического погружения в сферы “сверхсущего”, в область метафизики» [30. С. 217–219]. Но в героический период создания СМ одержала верх над позитивистской (инструменталистской) стратегией как раз научно-реалистическая (калибровочно-полевая) исследовательская программа. Об этом мы говорили выше, цитируя С. Вайнберга, Т. Цао, С.В. Илларионова и др.

Рассматривая создание СМ с позиций эйнштейновской схемы построения физической теории (с так называемой «дугой Эйнштейна», символизирующей не-логический (но, по-нашему мнению, все-таки конструктивный путь) от эмпирико-экспериментального слоя и предшествующих теорий к основным аксиомам и принципам новой теории (рис. 1), обратим внимание на факторы метафизического характера, определяющие эту «дугу» (аналогичный подход мы использовали при изучении истории создания теории относительности, прежде всего ОТО – см. нашу статью [31. С. 108–125]).

В обоих случаях действовали близкие по своему смыслу факторы, прежде всего методологические (или метафизические) принципы физики, то есть, по Н.Ф. Овчинникову, принципы теоретизации научного знания. Это, в первую очередь, – принципы симметрии, сохранения, соответствия, простоты, единства научного знания и др. [32]. При этом принцип симметрии расширялся в локально-калибровочном смысле, а также в плане особого рода нарушений симметрии. Конечно, как и при создании квантовых и релятивистских теорий, сохранили свое значение две «непостижимые эффективности» математики и аналитической механики (точнее вариационных принципов). Именно вариационные принципы (лагранжианы!) в сочетании с локально-калибровочными симметриями приводили к представлению о расширенной нетеровой структуре, оказавшейся структурной основой СМ. Что касается влияния собственно философских, или метафизических, концепций, то физики, будучи «философскими оппортунистами» по Эйнштейну, использовали так или иначе разные философские концепции от Платона, Лейбница и Канта (Тегмарк, Вильчек, Соколик, Коноплева и др.) до различных форм феноменализма (позитивизма) и структурного реализма (Гейзенберг, Чу, даже Ландау,

а также Вайнберг, Цао и др.). Хотя, пожалуй, можно согласиться с С. Вайнбергом, что в целом чисто философские концепции при формировании СМ заметной роли не сыграли.

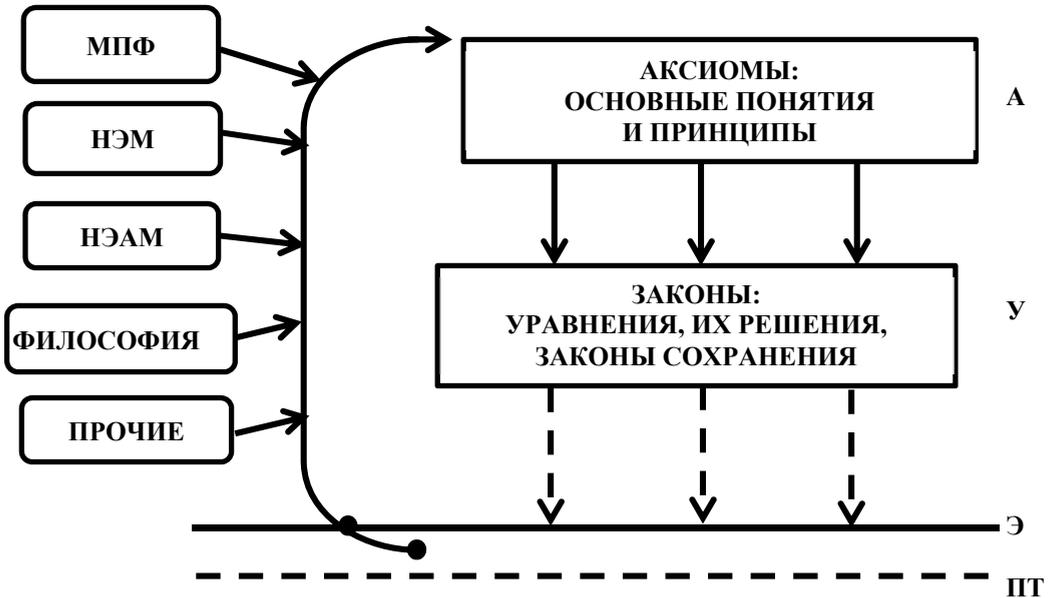


Рис. 1. Дуга Эйнштейна:

МПФ – методологические (метафизические) принципы физики (симметрии, сохранения, соответствия, причинности, наблюдаемости, простоты и др.);
 НЭМ – нестижимая эффективность математики в физике;
 НЭАМ – нестижимая эффективность аналитической механики;
 ПТ – предшествующие теории

Упомянем еще об одной квазиметафизической схеме научного познания в физике, а именно пансимметрической трехслойной схеме классика симметричного подхода Ю. Вигнера [33] (рис. 2). Средний слой в ней – это законы природы, именно они управляют явлениями или событиями, образующими нижний, эмпирический слой. Верхний же слой – это принципы симметрии, определяющие форму и структуру законов природы. С точки зрения вигнеровской схемы форма четырех фундаментальных сил природы и соответствующие уравнения полей Янга–Миллса целиком или почти целиком определяются локально-калибровочными симметриями.



Рис. 2. Схема физического познания по Ю. Вигнеру

История создания СМ от пророческой статьи Янга и Миллса 1954 года до доказательства перенормируемости электрослабой теории и КХД и введения понятий «асимптотической свободы» в начале 1970-х годов становится более понятной в свете «ошибочностной» концепции развития научного знания С.И. Вавилова – К. Поппера, которая схематично изображена на рис. 3. (см. нашу работу в ИИФМ-2016-2018 [34]). В истории создания СМ калибровочно-полевая концепция в течение ряда лет, несмотря на свою красоту, считалась ошибочной. Более правильной и успешной казалась S-матричная феноменологическая (не локально-полевая) программа, которая сама после разрешения ряда главных трудностей калибровочной стратегии была признана если и не ошибочной, то бесперспективной. Правда, некоторые аспекты этой феноменологической программы оказались важными и эвристичными при утверждении калибровочной идеологии (в частности, при обосновании понятия асимптотической свободы в КХД). Об этой, «ошибочностной», по существу, динамике формирования СМ говорится в блистательных «Диалогах физика и математика» И.Ю. Кобзарева и Ю.И. Манина: «История того, как это все (то есть СМ. – В.В.) открылось, больше похожа на комедию ошибок, чем на порядочный индуктивный процесс по Стюарту Миллю (это говорит Математик. – В.В.). Конечно (отвечает Теоретик, то есть Физик. – В.В.), но в основе догадок, приведших к современным теориям, лежит простое заключение по аналогии... В догадках, которые привели к группе цвета и слабой группе, также все время сочетались элементы угаданной истины и ошибочных отождествлений, предубеждений. В конце концов, заблуждения приходили в противоречие с фактами и отпадали, а фрагменты истины сливались в согласованную картину». На последующее замечание Математика, что «дорога от КЭД к теориям полей Янга–Миллса не была такой торной, как у вас получилось», последовало уточняющее согласие Физика-теоретика: «Конечно. Та линия развития, (то есть путь от теории Янга–Миллса к СМ. – В.В.)... часто на многие годы почти исчезала из виду, а на поверхности шумно пробовали разыграть совсем другие сценарии. Расширение парадигмы на новую область безболезненно никогда не проходит и сама парадигма перестраивается и меняется» [3. С. 26–27]. В нашей статье «У истоков СМ» [5] процесс формирования СМ мы пытались представить как последовательность поворотных моментов, некоторые из них были фактически «скрытыми» (таковым был поворотный момент, связанный с концепцией локально-калибровочной природы сильного и слабого взаимодействий). «Скрытость» означала то, что соответствующая концепция по ряду причин поначалу была отвергнута большинством физиков, но спустя некоторое время была возрождена и получила развитие.

В заключение следует сделать несколько замечаний.

Во-первых, мы видим, насколько сложным оказывается вопрос о метафизических (или философских) аспектах современных фундаментальных физических теорий и их формирования. При этом речь идет о физике второй половины XX века, история которой изучена явно недостаточно.

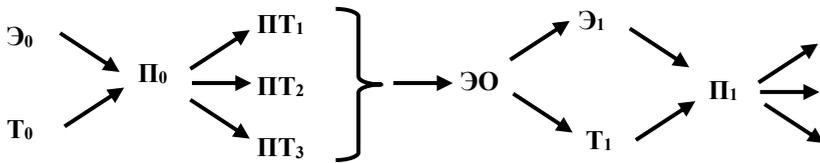


Рис. 3. «Ошибочная» схема развития научного знания

С.И. Вавилова – К. Поппера:

Т – теории; Э – экспериментально-эмпирическая база;

П – проблема (проблемная ситуация); ПТ – пробные теории; ЭО – элиминация ошибок

Во-вторых, при известной разногласии мнений напрашивается выделение трех блоков проблем, которые на самом деле оказываются тесно переплетенными друг с другом. Расширенная нетерова структура калибровочных теорий и вообще вопросы структуры теории связаны, в частности, с проблемой реальности (в плане концепции структурного реализма). Со структурными проблемами, как и с проблемой реальности, связаны во многих отношениях метафизические аспекты формирования СМ.

В-третьих, «метафизический» взгляд на историю создания СМ позволяет глубже осмыслить и саму эту историю и увидеть разнообразие соответствующих позиций физиков и философов. Наконец, мы видим, насколько тесно переплетены между собой физические, метафизические и исторические стороны современной теории элементарных частиц (и, соответственно, теории фундаментальных взаимодействий).

Стоит сказать несколько слов об отечественном вкладе в физику и метафизику СМ. Что касается физики, то об этом – см. нашу работу «У истоков СМ» [5]. В ней говорится о противоречивой роли проблемы нуль-заряда и авторитета Ландау – Померанчука, о работах Фаддеева, Попова, Славнова и др. по квантованию калибровочных полей, а также об отечественном вкладе в концепцию спонтанного нарушения симметрии – Боголюбова, Ландау и Гинзбурга, Ларкина и Вакса и др. Метафизическая часть проблемы глубоко и нетривиально обсуждалась Г.А. Соколиком и Н.П. Коноплевой. Не прошли мимо этой части и наши философы науки, которых мы цитировали, – С.В. Илларионова, М.Д. Ахундова, Е.А. Мамчур и др.

Литература

1. *Огурцов А.П.* Философия науки: двадцатый век. Концепции и проблемы: в 3 ч. Ч. 1. СПб.: Мирь, 2011.
2. *Mills R.* Gauge fields // *Am. J. of Phys.* 1989. № 57 (6). P. 493–507.
3. *Кобзарев И.Ю., Манин Ю.И.* Элементарные частицы. Диалоги физика и математика. М.: ФАЗИС, 1997. VIII+ 208 с.
4. *Вильчек Ф.* Красота физики: Постигая устройство природы. М.: Альпина нон-фикшн, 2016. 604 с.
5. *Визгин В.П.* У истоков стандартной модели (рукопись).
6. *Янг Ч., Миллс Р.* Сохранение изотопического спина и изотопическая калибровочная инвариантность // *Элементарные частицы и компенсирующие поля: сборник статей / под ред. Д.Д. Иваненко.* М.: Мир, 1964. С. 28–38.

7. Утияма Р. Инвариантная теория взаимодействия // Элементарные частицы и компенсирующие поля: сборник статей / под ред. Д.Д. Иваненко. М.: Мир, 1964. С. 250–273.
8. Визгин В.П. Нетерова структура физических теорий: исторические и философско-научные аспекты (К столетию теоремы Нетер о связи принципов симметрии с законами сохранения) // Метафизика. 2018. № 4 (30). С. 81–112.
9. Weyl H. Electron und Gravitation (1929) // H. Weyl. Gesammelte Abhandlungen. Bd. 3. Berlinetc.: Springer, 1968. S. 245–267.
10. Визгин В.П. Единые теории поля в квантово-релятивистской революции. М.: КомКнига, 2006. 312 с.
11. Pais A. Inward bound. Of matter and forces in the physical world. Oxford: Oxford University Press, 1986. XI+666 p.
12. Янг Ч. Эйнштейн и физика второй половины XX века // УФН. 1980. Т. 132. Вып. 9. С. 169-175.
13. Соколик Г.А. Теоретико-групповое введение в физику элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1965.
14. Коноплева Н.П., Соколик Г.А. Симметрия и типы физических теорий // Вопросы философии. 1972. № 1. С. 118–127.
15. Коноплева Н.П., Попов В.Н. Калибровочные поля. М.: Атомиздат, 1980. 239 с.
16. Павленко А.Н. Принцип наблюдаемости, «стадия эмпирической невесомости» и «конструктивный эмпиризм» // Вестник РУДН (Философия). 2011. № 3. С. 8–21.
17. Вайнберг С. Мечты об окончательной теории. М.: УРСС, 2004. 256 с.
18. Вильчек Ф. Тонкая физика. СПб.: Питер, 2018. 336 с.
19. Хоофт Г. 'т. Перенормировка калибровочных теорий // Г. 'т Хоофт. Избранные лекции по математической физике. М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Ин-т компьютерных исследований, 2008. С. 6–31.
20. Цао Т.Ю. Структурный реализм и концептуальные вопросы квантовой хромодинамики // Эпистемология и философия науки. 2008. Т. 17. № 3. С. 143–156.
21. Cao T.Yu. Conceptual development of the 20-th century field theories. Cambridge: CambridgeUniversityPress, 1997. XX+ 433 p.
22. Фурсов А.А. Проблема статуса теоретического знания науки в полемике между реализмом и антиреализмом. М.: Изд. Воробьев А.В., 2013. 240 с.
23. Берестецкий В.Б. Нуль-заряд и асимптотическая свобода (1976) // В.Б. Берестецкий. Проблемы физики элементарных частиц. М.: Наука, 1979. С. 231–259.
24. Ландау Л.Д. О фундаментальных проблемах (1960) // Л.Д. Ландау. Собрание трудов. Т. 2. М.: Наука, 1969. С. 421–424.
25. Тегмарк М. Наша математическая Вселенная. В поисках фундаментальной природы реальности. М.: АСТ; CORPUS, 2017. 592 с.
26. Исаев П.С. Обыкновенные, странные, очарованные, прекрасные...: Об истории развития теоретических идей в физике элементарных частиц. М.: ЛЕНАНД, 2015. 320 с.
27. Фейнберг Е.Л. Как важно иногда быть консервативным // Фейнберг Евгений Львович: Личность сквозь призму памяти / под ред. В.Л. Гинзбурга. М.: Физматлит, 2008. С. 324–338.
28. Кобзарев И.Ю. Присутствуем ли мы при кризисе базисной парадигмы современной теоретической физики? // Философские проблемы физики элементарных частиц (30 лет спустя). М.: ИФРАН, 1994. С. 124–128.
29. Илларионов С.В., Ахундов М.Д. Методология научных революций и развитие физики // С.В. Илларионов. Теория познания и философия науки. М.: РОССПЭН, 2007. С. 415–427.

30. *Мамчур Е.А.* Есть ли основания говорить о кризисе в естественных науках? // Наука и социальная картина мира. К 80-летию академика В.С. Степина / под ред. В.И. Аршинова, И.Т. Касавина. М.: Альфа-М, 2014. С. 205–219.
31. *Визгин В.П.* Метафизические аспекты «дуги Эйнштейна» // Метафизика. 2013. № 1 (7). С. 108–125.
32. *Овчинников Н.Ф.* Принципы теоретизации знания. М.: Агро-принт, 1996. 215 с.
33. *Вигнер Ю.* Явления, законы природы и принципы инвариантности (1964) // Е. Вигнер. Этюды о симметрии. М.: Мир, 1971. С. 47–58.
34. *Визгин В.П.* С.И. Вавилов: «...на ошибках вырастает наука» // Исследования по истории физики и механики. 2016–2018. М.: Янус-К, 2019. С. 287–318.

Годы жизни некоторых главных действующих лиц

Берестецкий В.Б. (1913–1977)	Окунь Л.Б. (1929–2015)
Боголюбов Н.Н. (1909–1992)	Пайс А. (1918–2000)
Вавилов С.И. (1891–1950)	Паули В. (1900–1960)
Вайнберг С. (р. 1933)	Померанчук И.Я. (1913–1966)
Вейль Г. (1885–1955)	Сакураи Дж. (1933–1982)
Вигнер Ю. (1902–1995)	Салам А. (1926–1996)
Вильчек Ф. (р. 1951)	Соколик Г.А. (1929–1982)
Гейзенберг В. (1901–1976)	Тамм И.Е. (1895–1971)
Гелл-Манн М. (1929–2019)	Утияма Р. (1916–1990)
Глэшоу Ш. (р. 1932)	Фаддеев Л.Д. (1934–2017)
Гросс Д. (р. 1941)	Фейнберг Е.Л. (1912–2005)
Иваненко Д.Д. (1904–1994)	Фейнман Р. (1918–1988)
Илларионов С.В. (1938–2000)	Фрадкин Е.С. (1924–1999)
Иоффе Б.Л. (р. 1926)	Халатников И.М. (р. 1919)
Киржниц Д.А. (1912–1998)	Хоофт Г. 'т (р. 1946)
Кобзарев И.Ю. (1932–1991)	Цао Т.Ю. (р. 1941)
Коноплева Н.П. (р. 1941)	Хриплович И.Б. (р. 1937)
Ландау Л.Д. (1908–1968)	Хиггс Р. (р. 1925)
Миллс Р. (р. 1927)	Ширков Д.В. (1928–2016)
Овчинников Н.Ф. (1915–2010)	Янг Ч. (р. 1922)
Огурцов А.П. (1936–2014)	

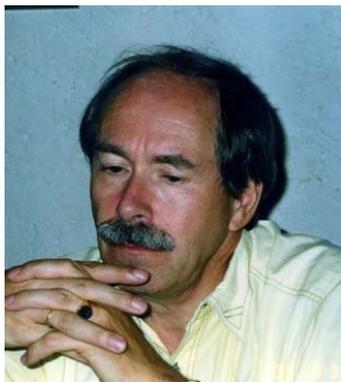
Портреты некоторых «действующих лиц»



Ч. Янг (р. 1922) и Р. Миллс (р. 1927)



Ф. Вильчек (р. 1951)



Г.'т Хоофт (р. 1946)



С.В. Илларионов (1938–2000)



Н.Ф. Овчинников (1915–2010)



Ю. Вигнер (1902–1995)



С. Вайнберг (р. 1933)



И.Ю. Кобзарев (1932–1991)



Г.А. Соколик (1929–1982)

METAPHYSICAL ASPECTS OF THE STANDARD MODEL OF THE ELEMENTARY PARTICLES PHYSICS AND THE HISTORY OF ITS CREATION

VI. P. Vizgin

*Vavilov's Institute for the History of Science and Technology of the RAS
1/5, Staropanslij Per., Moscow, 103012, Russian Federation*

Abstract. Metaphysical aspects of the standard model (SM) of the modern elementary particles theory are considered. This article briefly views a history of the formation of the SM (from fundamental paper of C. Yang and R. Mills (1954) to the completion of electroweak theory and quantum chromodynamics in the early 1970s). Three groups of the interrelated metaphysical aspects are discussed: local gauge symmetry's structure of the theory, problem of the truth and reality and the role of the metaphysical factors in the construction of the theory. Scientific-realistic nature of the SM creator's metaphysical views are emphasized. A. Einstein's model of the theory's construction (with "Einstein's arc"), E. Wigner's three layer scheme of the structure and the development of the scientific knowledge (with the symmetry principles as a main layer) and S.I. Vavilov's "mistakability" conception of the scientific knowledge development are proposed for the study of the metaphysical factors and their role in the formation of the SM.

Keywords: Standard model (SM), metaphysical aspects, local gauge symmetry's structure of the theory, scientific realism, principles of the symmetry, Einstein's model of the theory's construction, S.I. Vavilov's "mistakability" conception of the scientific knowledge development.

ПРИРОДА СТАТИСТИЧНОСТИ КВАНТОВОГО ОПИСАНИЯ И ПОЛЕВАЯ ПАРАДИГМА МИ–ЭЙНШТЕЙНА

Ю.П. Рыбаков

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

Аннотация. Обсуждается природа статистического описания в квантовой теории и показывается, что в рамках полевого подхода Ми–Эйнштейна, в котором частицы рассматриваются как сгустки некоторого материального поля, подчиняющегося нелинейным уравнениям, такое описание является естественным и необходимым, так как невозможно задать начальные условия для протяженной частицы-солитона. Кроме того, показывается, что на основе солитонов возможно построение специального стохастического представления квантовой механики, эквивалентного теории нелокальных скрытых переменных.

Ключевые слова: статистическое описание, солитонные конфигурации, скрытые параметры, стохастическое представление волновой функции.

Начиная с первых работ де Бройля [1], Гейзенберга [2] и Шрёдингера [3] по созданию математического аппарата квантовой механики, возникла проблема его осмысления и интерпретации, вызванная абстрактностью и непривычностью этого аппарата с точки зрения классической физики. В первую очередь, это было связано с многочисленными парадоксальными результатами, к которым приводили попытки построения теории измерений на основе статистической интерпретации волновой функции [4–6].

Если следовать логике развития классической статистической физики, то можно назвать две основные причины, по которым возникала необходимость прибегать к услугам теории вероятности и тем самым отказываться от привычного динамического описания. Первую из этих причин указали ещё Ланжевэн [7] и Смолуховский [8], которые подчеркивали неотвратимость *случайных воздействий на изучаемые объекты со стороны внешней среды*. Обычно такие случайные силы называют *силами Ланжевэна*.

Вторую причину указал Гиббс [9], создатель классической статистической механики, который считал необходимым использовать вероятностное описание из-за *сложности изучаемых систем и неопределенности начальных условий*, хотя и опирался при этом на строгие уравнения динамики Ньютона. Активно пользовался методами Гиббса и основоположник квантовой теории излучения черного тела Планк [10].

Эйнштейн и де Бройль в своем научном творчестве следовали программе, основные идеи которой были сформулированы Густавом Ми [11]. Согласно

программе Эйнштейна, микрочастицы рассматриваются как *сгустки* (*bunched fields, lumps*) некоторого неизвестного материального поля, подчиняющегося нелинейным уравнениям. Впоследствии такие конфигурации нелинейного поля, получившие название *солитонов*, стали предметом пристального интереса как со стороны математиков, так и физиков, поскольку свойства солитонов во многом напоминали свойства микрочастиц.

Поскольку солитоны выступают в рамках программы Эйнштейна как *образы протяженных частиц*, необходимость применять для описания их эволюции статистический аппарат может быть обоснована в равной мере как с точки зрения подхода Гиббса, так и Ланжевена. Впервые такая идея была высказана в работе Я.П. Терлецкого [12]. При этом основная трудность состояла в обосновании правила Борна об интерпретации волновой функции как амплитуды вероятности. Различные подходы к решению этой трудной задачи, позволяющие по-новому взглянуть на природу квантовых закономерностей, предлагались в работах как самого де Бройля [13–14], так и его учеников [15]. История этого вопроса и некоторые итоговые результаты указанных исследований отражены в работах [16–19].

Особенно примечательна, с точки зрения восприятия ключевых положений программы Ми–Эйнштейна, известная дискуссия Бора и Эйнштейна о полноте квантово-механического описания [5], инициированная появлением известной статьи Эйнштейна, Подольского и Розена [20], в которой был сформулирован так называемый *парадокс ЭПР*. Чтобы обозначить позиции сторон, напомним, что речь идет о различной интерпретации ключевого понятия квантовой теории – волновой функции. Известны две физически различные интерпретации, которые обычно связывают с именами Эйнштейна и Бора:

- *статистическая интерпретация* (Эйнштейн) принимает, что волновая функция дает вероятностное описание ансамбля тождественных микросистем, так называемого квантового статистического ансамбля.
- *копенгагенская интерпретация* (Бор) принимает, что волновая функция дает вероятностное описание индивидуальной микросистемы.

Если первая точка зрения подчеркивает, что выводы квантовой механики нельзя относить к индивидуальной микросистеме (отдельному электрону или фотону), поскольку они носят статистический характер, то вторая точка зрения предполагает, что волновая функция дает максимально полное описание индивидуального микропроцесса и такое описание не может быть детерминированным. Следует подчеркнуть, что *на опыте обе указанные позиции неразличимы*, так как вероятностные предсказания могут быть проверены только в результате статистической обработки серии наблюдений.

Проиллюстрируем различие этих точек зрения на примере известного опыта по дифракции электронов, который выполнили в 1949 году Л. Биберман, Н. Сушкин и В. Фабрикант [21]. Они использовали чрезвычайно слабый ток, *пропуская электроны через кристаллический образец по одному и регистрируя их попадание на экран в отдельные точки*. Выяснилось, что с течением времени, по мере накопления электронов, на экране

вырисовывалась типичная дифракционная картина. Результаты этих опытов подтверждают гипотезу де Бройля о том, что некоторое волновое поле сопровождает каждый отдельный электрон (или фотон), однако оно обнаруживается лишь статистически. Тем самым выявляется *статистическая природа корпускулярно-волнового дуализма*: волна, сопровождающая частицу, проявляется только в серии испытаний, а не в отдельном наблюдении. Таким образом, электрон, как и любая другая микрочастица, не может считаться ни обычной классической частицей, ни волной, – это нечто третье. Его нельзя считать классической частицей, так как при прохождении через образец он особым, резонансным образом взаимодействует сразу со многими сотнями атомов – в противном случае в серии испытаний не могла бы формироваться дифракционная картина. Его нельзя считать и волной, так как на экране он попадает в какое-то определенное место, локализуется. Все сказанное подтверждает *представление об электроны как солитоне*.

Таким образом, все предсказания квантовой механики относятся к предстоящим измерениям, к будущему, – и в этом согласны между собой сторонники обеих интерпретаций, признавая, что эти предсказания носят только вероятностный характер. Различие в позициях обнаруживается, если поставить вопрос иначе, а именно: если каждый отдельный электрон попадает на экране в какое-то определенное место, то возможно ли другое описание микроявлений, отличающееся от квантовой механики и использующее совсем другие переменные, которые позволят получить дополнительную информацию об индивидуальных микропроцессах?

Сторонники копенгагенской интерпретации отвечают на этот вопрос отрицательно, считая, что квантовая механика дает максимально полное описание микромира. Если же следовать статистической интерпретации, то построение таких более широких теорий возможно, и в их рамках можно будет получить более детальное описание индивидуальных микроявлений, использующее новые переменные, которые получили название *скрытых параметров* (СП). Совершенно ясно, что новая теория должна быть похожа на статистическую механику, и после усреднения по скрытым параметрам должны восстанавливаться все результаты квантовой теории.

Какие же доказательства неполноты квантовой теории предъявили авторы статьи [20]? В этой работе был сформулирован так называемый «парадокс ЭПР». Поскольку предполагается, что все обсуждаемые теоретические построения имеют отношение к действительности, сначала принимаются два определения, касающиеся понятий *полноты физической теории и элемента физической реальности*:

Определение 1. Для того чтобы некоторая теория была полной, необходимо и достаточно, чтобы каждый элемент физической реальности (из области применимости теории) имел соответствие в теории.

Определение 2. Достаточным условием для отождествления некоторого элемента физической реальности является следующее: «Если, никак не возмущая систему, можно с определенностью, то есть с вероятностью,

равной единице, предсказать значение некоторой физической величины, то существует элемент физической реальности, отвечающий этой физической величине».

После этого предлагается некоторый мысленный эксперимент, который для упрощения мы дадим в трактовке Д. Боба. В данном случае рассматривается система двух частиц со спином $\frac{1}{2}$, находящихся в метастабильном состоянии со спином ноль. Соответствующая спиновая волновая функция может быть представлена в виде линейной комбинации одночастичных спиновых функций:

$$\psi_{12} = \frac{1}{\sqrt{2}} [\psi_{1\uparrow} \otimes \psi_{2\downarrow} - \psi_{1\downarrow} \otimes \psi_{2\uparrow}]. \quad (1)$$

Как известно, с помощью (1) можно вычислить так называемый спиновый коррелятор, то есть среднее вида

$$\langle (\sigma_1 \mathbf{a}) (\sigma_2 \mathbf{b}) \rangle = -(\mathbf{ab}), \quad (2)$$

где единичные векторы \mathbf{a} и \mathbf{b} определяют направления проектирования спинов соответственно первой и второй частиц. Состояния типа (1) получили название *запутанных состояний* (entangled states).

В результате распада системы ее составные частицы разлетаются в разные стороны, и первая частица пропускается через установку Штерна–Герлаха с магнитным полем вдоль оси Z . Поэтому в результате наблюдения получается информация о знаке проекции спина на ось Z , то есть о собственном значении оператора σ_{1z} . Однако полный спин системы равен нулю, и поэтому $\sigma_{2z} = -\sigma_{1z}$ в соответствии с (1). Таким образом, никак не влияя на вторую частицу, которая к моменту наблюдения улетела достаточно далеко, мы получаем информацию о проекции ее спина на ось Z . Поэтому существует элемент физической реальности, задаваемый оператором σ_{2z} .

Однако с таким же успехом мы могли бы выбрать установку Штерна – Герлаха с магнитным полем вдоль оси X и получить информацию о проекции спина $\sigma_{2x} = -\sigma_{1x}$, никак не влияя на вторую частицу. Следовательно, существует элемент физической реальности, задаваемый оператором σ_{2x} . Таким образом, существует и элемент физической реальности, отвечающий паре $\{\sigma_{2z}, \sigma_{2x}\}$. Однако квантовая механика запрещает существование общих векторов состояния у двух некоммутирующих операторов, в данном случае у σ_{2z} и σ_{2x} . Отсюда и делается вывод о неполноте квантовой механики.

Вскоре, однако, выяснилось, что в представленном доказательстве имелся изъян, на который сразу же указали Бор [5] и Мандельштам [22], ознакомившись с вышедшей статьей [20]. В самом деле, из того факта, что в отдельности существуют элементы физической реальности A и B , совсем не следует, что должна существовать пара элементов физической реальности $\{A, B\}$, поскольку они могут исключать друг друга, то есть быть несовместимыми. Именно это и имеет место в разобранным примере, так как измерения

проекций спина на оси Z и X требуют разных установок Штерна–Герлаха с ортогональными ориентациями магнитных полей: в правой части соотношения (2) стоит ноль. Поэтому соответствующие векторы состояний несовместны, что и подчеркивается *принципом дополнительности Бора* (контекстуальность), то есть в квантовой механике можно говорить о состоянии только при наличии соответствующей экспериментальной установки.

Однако, несмотря на ошибочность представленного доказательства неполноты квантовой механики, в статье ЭПР была поднята очень важная проблема, касающаяся возможности обобщения квантовой механики и построения альтернативного описания микромира в рамках теорий со скрытыми параметрами. В дальнейшем, в работах [16–19; 23] было построено *стохастическое представление квантовой механики*, в котором волновая функция записывалась в виде суперпозиции солитонных конфигураций, соответствующих протяженным частицам. Таким образом, подтверждалась выполнимость принципа соответствия *нелинейных полевых моделей* с квантовой механикой при условии, что точность измерения координаты центра частицы-солитона намного меньше собственного размера солитона. Фактически это условие соответствует предположению о точечности частиц. Кроме того, оказывается, что известная квантово-механическая *связь спина со статистикой является следствием протяженности частиц*.

В заключение сделаем несколько замечаний об известных теоремах фон Неймана [4] и Белла [24; 25], касающихся теорий со скрытыми параметрами. Исторически фон Нейман был первым, обратившим внимание на проблему скрытых параметров. Он показал, что *в рамках линейных теорий СП невозможны*. Наконец, Белл построил пример *нелинейной модели СП*, правда, для двухмерного гильбертова пространства и вывел *неравенства Белла*, которые справедливы для *локальных СП*, то есть для точечных частиц. Однако опыт показывает [26], что *неравенства Белла нарушаются*, то есть микрочастицы нельзя считать точечными. Все сказанное еще раз убеждает в разумности полевого подхода Ми–Эйнштейна, который совместим с критерием Белла.

Литература

1. Broglie L. de Recherches sur la Théorie des Quanta. Paris: Fondation Louis de Broglie, 1992.
2. Гейзенберг В. Физические принципы квантовой теории. Л. – М.: ГТТИ, 1932.
3. Шредингер Е. Четыре лекции по волновой механике. Харьков – Киев: ОНТИ, Гос. науч.-техн. изд-во Украины, 1936.
4. Нейман И. фон. Математические основы квантовой механики. М.: Наука, 1964.
5. Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М.: ИЛ, 1961.
6. Piron C. Foundations of Quantum Physics. London: W.A. Benjamin, Inc., 1976.
7. Ланжевен П. Физика прерывности // П. Ланжевен. Избранные произведения. М.: ИЛ, 1949. С. 255–298.

8. Смолуховский М. К кинетической теории брауновского молекулярного движения и суспензий // Брауновское движение: А. Эйнштейн, М. Смолуховский. Л.: ОНТИ, 1934. С. 133–165.
9. Гиббс Дж.В. Основные принципы статистической механики. М.- Л.: ОГИЗ, Гостехиздат, 1946.
10. Планк М. Теория теплового излучения. Л.- М.: ОНТИ, 1935.
11. Mie G. Grundlagen einer Theorie der Materie // Ann. d. Physik. 1912. В. 39. Heft 1. S. 1–40.
12. Терлецкий Я.П. К статистической теории нелинейного поля // ДАН СССР. 1960. Т. 133. № 3. С. 568–571.
13. Broglie L. de Étude critique des bases de l'interprétation actuelle de la Mécanique ondulatoire. Paris: Gauthier-Villars, 1963.
14. Broglie L. de La Thérodynamique de la particule isolée. Paris: Gauthier-Villars, 1971.
15. Destouches J.-L. La Quantification en Théorie Fonctionnelle. Paris: Gauthier-Villars, 1958.
16. Rybakov Yu.P. Topological Solitons in the Skyrme – Faddeev Spinor Model and Quantum Mechanics // Gravitation and Cosmology. 2016. Vol. 22. No. 2. P. 179–186.
17. Рыбаков Ю.П. Солитоны и квантовая механика // Динамика сложных систем. 2009. № 4. Т. 3. С. 3–15.
18. Rybakov Yu.P. On the Causal Interpretation of Quantum Mechanics // Found. Phys. 1974. Vol. 4. No. 2. P. 149–161.
19. Rybakov Yu.P. La Théorie Statistique des Champs et la Mécanique Quantique // Ann. Fond. L. de Broglie. 1977. Т. 2. № 3. P. 181–203.
20. Einstein A., Podolsky B., and Rosen N. Can Quantum – Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete? // Phys. Rev. 1935. Vol. 47. P. 777–780.
21. Биберман Л., Сушкин Н., Фабрикант В. Дифракция поочередно летящих электронов // ДАН СССР. 1949. Т. 66. № 2. С. 185–186.
22. Мандельштам Л. И. Лекции по оптике, теории относительности квантовой механике. М.: Наука, 1972.
23. Rybakov Yu.P., Kamalov T.F. Bell's theorem and entangled solitons // Intern. J. Theor. Physics. 2016. Vol. 55. No 9. P. 4075–4080.
24. Bell J.S. Speakable and Unspeakeable in Quantum Mechanics. New York, Melbourne: Cambridge University Press, 1996.
25. Bell J.S. On Einstein – Podolsky – Rosen Paradox // Physics. 1964. Vol. No. 3. P. 195–199.
26. Aspect A., Grangier Ph., Roger G. Experimental Realization of Einstein Podolsky – Rosen – Bohm Gedankenexperiment: A New Violation of Bell's Inequalities // Phys. Rev. Lett. 1982. Vol. 49. No. 2. P. 9–94.

STATISTICAL ORIGIN OF QUANTUM DESCRIPTION AND MIE–EINSTEIN FIELD PARADIGME

Yu.P. Rybakov

RUDN University

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

Abstract. We discuss the statistical origin of quantum theoretical description and show that within the scope of the Mie–Einstein field approach, with particles being considered as lumps of some material field satisfying nonlinear equations, such a description appears to be natural and inevitable since it is impossible to specify initial conditions for the extended particle-soliton. Beside this, it is shown that on solitons' basis, the special stochastic representation of quantum mechanics can be constructed, the latter one being equivalent to the theory of nonlocal hidden variables.

Keywords: statistical description, soliton configurations, hidden parameters, stochastic representation of the wave function.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ

М.Л. Фильченков, Ю.П. Лаптев

*Институт гравитации и космологии РУДН
Российская Федерация, 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 3*

Аннотация. Проанализированы квантовая теория и теория относительности, а также их возможные согласования, с точки зрения используемых в них математических моделей, экспериментального подтверждения, интерпретаций и отнесения их к дуалистическим парадигмам.

Ключевые слова: математические модели, дуалистические парадигмы, теория относительности, квантовая теория, квантование гравитации.

Введение

Для описания физических объектов и явлений теоретическая физика использует математические модели. Физические объекты и явления относятся к материальному миру Аристотеля, в то время как используемый для их описания математический аппарат относится к идеальному миру Платона. Соотношение между этими мирами является основным вопросом философии о том, что первично материя или сознание.

Описание одних и тех же физических объектов и явлений, вообще говоря, возможно в рамках различных физических теорий. Кроме того, одни и те же физические теории допускают различные интерпретации. Существует несколько классификаций физических теорий в зависимости от степени их экспериментального подтверждения и используемых дуалистических парадигм, объединяющих категории пространства-времени, частиц и полей. Математические модели в теоретической физике используют формализм, относящийся к различным разделам математики, например, описывающим количество (теория чисел), структуру (алгебра), пространство (геометрия), изменение (математический анализ) и т. д. Дуалистические парадигмы: геометрическая (пространство-время и поля), теоретико-полевая (поля и частицы) и реляционная (пространство-время и частицы).

Ниже проанализированы квантовая теория и теория относительности, а также их возможные согласования, с точки зрения используемых в них математических моделей, экспериментального подтверждения, интерпретаций и отнесения их к дуалистическим парадигмам.

Речь пойдёт о попытках согласования теории гравитации с квантовой теорией. Гравитация будет рассматриваться в рамках ОТО и ньютоновской

теории, а квантовая теория на уровне квантовой механики и квантовой теории поля. Квантование будет проводиться по теории возмущений с введением гравитонов для слабых гравитационных полей, а также непertурбативными методами для геометрии в целом и пространства-времени [1–6].

Квантовая теория

Квантовая теория, которая делится на квантовую механику (КМ) и квантовую теорию поля (КТП), полностью подтверждена экспериментально, имеет несколько интерпретаций, особенно на уровне КМ (копенгагенская, статистическая и многомировая интерпретации) и относится к теоретико-полевой парадигме. В КМ наблюдаемые значения физических величин являются собственными значениями операторов, которым они сопоставляются. В классической механике собственные значения операторов соответствуют интегралам движения (энергии, импульса и углового момента), а именно:

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = E\psi, \quad (1)$$

где $E = \text{inv.}$ – собственное значение оператора энергии, аналогично для импульса:

$$\frac{\hbar}{i} \frac{\partial \psi}{\partial q} = p\psi. \quad (2)$$

Для момента импульса $q = \varphi, p = p_\varphi$. Вид квантовых дифференциальных операторов связан с симметриями пространства и времени. В КМ имеет место корпускулярно-волновой дуализм, который означает, что уравнения для частиц эквивалентны уравнениям для волн при замене указанных выше физических величин на операторы. Последние действуют на волновую функцию, удовлетворяющую уравнению Шрёдингера. Оно следует из (1) после замены физических величин в тождестве $E = H(q, p)$ на операторы.

В КТП существует дуализм частица – поле. Свободные частицы являются квантами полей материи с полуцелым спином и полей переносчиков взаимодействий (между частицами материи) с целым спином, то есть калибровочных полей – абелевых для электромагнитного взаимодействия, соответствующих группе $U(1)$, а также неабелевых для слабых взаимодействий, соответствующих группе $SU(2)$, и сильных – группе $SU(3)$.

Теория относительности

Теория относительности делится на специальную и общую. Специальная теория относительности (СТО) полностью подтверждена экспериментально, имеет одну интерпретацию, объединяющую пространство и время в пространстве Минковского с интервалом:

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2, \quad (3)$$

и относится к реляционной парадигме, если рассматривается только кинематика свободных частиц, функция Лагранжа для которых запишется как

$$L = -mc^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \quad (4)$$

где m – масса, а v – скорость частицы. Общая теория относительности (ОТО) частично подтверждена экспериментально, обобщает специальную, учитывая тяготение путём замены плоского пространства Минковского на искривлённое риманово пространство с интервалом

$$ds^2 = g_{ik} (x^i) dx_i^2 dx_k^2, \quad (5)$$

где g_{ik} – метрика риманова пространства, которая находится из тензорных уравнений Эйнштейна – Гильберта:

$$R_{ik} - \frac{1}{2} R g_{ik} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ik}, \quad (6)$$

где $R = g^{ik} R_{ik}$ – скалярная кривизна, $R_{ik} (\Gamma_{kl}^i)$ – тензор Риччи, Γ_{kl}^i – символ Кристоффеля, играющий в ОТО роль напряжённости гравитационного поля. ОТО, сформулированная в рамках геометрической парадигмы, в случаях высокой симметрии допускает и теоретико-полевую интерпретацию в пространстве Минковского. Это касается гравитационных волн, космологии и движения тел в центрально-симметричном гравитационном поле, для которого в этом случае лагранжиан запишется в виде

$$L = -mc^2 \sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \left(1 + \frac{2\varphi_g}{c^2}\right)}, \quad (7)$$

где φ_g – потенциал гравитационного поля.

Согласование квантовой теории с теорией относительности

Что касается СТО, то она полностью согласуется как с КМ на уровне релятивистской квантовой механики бесспиновых частиц (уравнение Клейна – Гордона – Фока) и частиц со спином $s = \frac{1}{2}$ (уравнение Дирака), так и на уровне КТП при введении операторов рождения и уничтожения частиц, которые являются квантами соответствующих полей.

Более сложной является проблема согласования квантовой теории с ОТО, связанная с проблемой квантования гравитации. Гравитация рассматривается в рамках ОТО и ньютоновской теории, а квантовая теория на уровне квантовой механики и квантовой теории поля. Квантование проводится по теории возмущений с введением гравитонов для слабых гравитационных полей, а также непertурбативными методами для геометрии в целом и пространства-времени. Возможны различные уровни квантования в теории гравитации:

- квантовая механика в гравитационном поле;
- квантовая теория поля в искривлённом пространстве-времени;
- квантование гравитационного поля и искривлённого пространства-времени.

Рассматривается КМ в заданном слабом гравитационном поле с учётом релятивистских поправок (приближение Паули), рождение частиц и поляризация вакуума вблизи горизонтов центрально-симметричных метрик Рейсснера–Нордстрёма и Коттлера, а также рождение частиц во фридмановской Вселенной.

Температура частиц, рождённых в эффекте Хокинга:

$$kT_H = \frac{\hbar c^3}{8\pi GM}, \quad (8)$$

где M – масса чёрной дыры.

В ранней Вселенной частицы рождаются в результате разрыва виртуальной пары на масштабе их комптоновской длины волны. Число рождённых частиц в начале радиационно-доминантной фазы:

$$N = 10^{-3} \left(\frac{m}{\hbar}\right)^2 a_0^3, \quad (9)$$

где m – масса частиц, a_0 – коэффициент в зависимости масштабного фактора от времени $a(t) = a_0\sqrt{t}$.

Квантование слабого гравитационного поля проводится в пространстве Минковского, квантами которого являются гравитоны – безмассовые частицы со спином $s = 2$. Однако при энергиях, стремящихся к планковской, теория возмущений становится неприменимой, поэтому используются непертурбативные методы:

1) квантовая геометродинамика, представляющая собой квантование геометрии в целом, когда волновая функция рассматривается в пространстве 3-геометрий и удовлетворяет уравнению, аналогичному стационарному уравнению Шрёдингера – уравнению Уилера-ДеВитта

$$l_{pl}^4 G_{ijkl} \frac{\delta^2 \psi}{\delta \gamma_{ij} \delta \gamma_{kl}} + R^{(3)} \psi = 0, \quad (10)$$

где l_{pl} – планковская длина, G_{ijkl} – суперметрика, γ_{ik} – пространственная метрика, $R^{(3)}$ – 3-кривизна;

2) петлевая квантовая гравитация, которая обобщает квантовую геометродинамику на масштабах, сравнимых с l_{pl} и представляет собой квантование пространства-времени, в котором геометрические величины являются операторами.

Существующие подходы к квантованию в теории гравитации не подтверждены экспериментально и относятся в основном к теоретико-полевой парадигме, хотя при квантовании искривлённого пространства времени используется также и геометрическая парадигма.

Заключение

Одни и те же физические явления могут быть описаны с помощью физических теорий, допускающих интерпретации в рамках различных дуалистических парадигм. Примером могут служить различные интерпретации ОТО

в рамках геометрической и теоретико-полевой парадигм. Подходы, претендующие на согласование этих теорий, сталкиваются с концептуальными трудностями, связанными с несовместимостью дуалистических парадигм, к которым они относятся, хотя некоторые успешно используются в областях их применимости.

Литература

1. Пенроуз Р. Путь к реальности, или Законы, управляющие Вселенной. М.: Регулярная и хаотическая динамика, 2007. 912 с.
2. Пенроуз Р. Новый ум короля. М.: Едиториал УРСС, 2003. 384 с.
3. Владимиров Ю.С. Метафизика и фундаментальная физика. Кн. 2: Три дуалистические парадигмы XX века. М.: Ленанд, 2017. 248 с.
4. Фильченков М.Л., Лантев Ю.П. Многогранность квантовой теории // Метафизика. 2015. № 2 (16). С. 91–98.
5. Фильченков М.Л., Лантев Ю.П. Об интерпретациях общей теории относительности // Метафизика. 2017. № 4 (26). С. 126–130.
6. Фильченков М.Л., Лантев Ю.П. О проблеме квантования в теории гравитации // Метафизика. 2019. № 2 (32). С. 108–112.

MATHEMATICAL MODELS IN THEORETICAL PHYSICS

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

*Institute of Gravity and Cosmology, RUDN University
3, Ordzhonikidze St., Moscow, 115419, Russian Federation*

Abstract. Quantum theory and relativity theory as well as possible reconciliation have been analyzed from the viewpoint of mathematical models being used in them, experimental affirmation, interpretations and their association with dualistic paradigms.

Keywords: mathematical models, dualistic paradigms, relativity theory, quantum theory, gravity quantization.

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ПАРАДИГМА

DOI: 10.22363/2224-7580-2020-3-69-81

РЕЛЯЦИОННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРИНЦИПЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ

И.А. Бабенко¹, Ю.С. Владимиров^{1,2}

¹ *Институт гравитации и космологии РУДН
Российская Федерация, 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 3*

² *Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинские горы*

Аннотация. В статье производится сопоставление описаний гравитационного и электромагнитного взаимодействий в двух физико-теоретических парадигмах: геометрической и реляционной. Сопоставляются, с одной стороны, общая теория относительности и 5-мерная геометрическая теория Калуцы и, с другой стороны, реляционная теория электрогравитации. При сравнении описываются параллельные проявления всех «четырёх чудес» Салама в двух физико-теоретических подходах. Исходя из реляционных представлений, показывается, что три вида рассматриваемых взаимодействий – электромагнитное, скалярное и гравитационное – в теории электрогравитации имеют производный характер от электромагнетизма. Высказывается мысль, что в XX веке физика могла развиваться, главным образом, в рамках реляционной парадигмы.

Ключевые слова: общая теория относительности, электрогравитация, 5-мерная теория Калуцы, прямое межчастичное взаимодействие, электромагнитное, скалярное и гравитационное взаимодействия, принцип Маха.

Введение

К настоящему времени накопилось достаточно оснований утверждать, что за прошедшие более века со времени создания общей теории относительности (ОТО) принципы, заложенные в ее основания, практически исчерпаны. Настало время уделить особое внимание анализу сложившихся представлений о классическом пространстве-времени и физической реальности. Прове-

денный анализ показывает, что современные исследования в области фундаментальной теоретической физики параллельно осуществляются в рамках трех парадигм [1]: 1) теоретико-полевой (ныне доминирующей), 2) геометрической, основанной на принципах общей теории относительности и ее обобщений, и 3) реляционной, основанной на идеях Г. Лейбница, Э. Маха [2] и других мыслителей прошлого. Последняя из них оказалась в XX веке на обочине магистральных исследований в рамках первых двух парадигм. Тем не менее в минувшем веке идеи реляционной парадигмы трижды сыграли важную роль в развитии физики: во-первых, при создании специальной теории относительности, во-вторых, при формировании А. Эйнштейном общей теории относительности и, в-третьих, при создании Р. Фейнманом своеобразной формулировки квантовой механики.

В данной статье предлагается с современных позиций взглянуть на роль реляционных идей при создании общей теории относительности и на принципы сложившейся в дальнейшем геометрической парадигмы.

Напомним высказывания самого Эйнштейна из его статьи «Эрнст Мах»: «Что касается меня лично, то я должен сказать, что мне прямо или косвенно помогли работы Юма и Маха» [3]. Далее он предлагал обратиться к книге Маха «Механика. Историко-критический очерк ее развития» и подчеркивал важность содержащихся там мыслей, «которые до сих пор еще не стали общим достоянием физиков». Напомним, что именно Эйнштейн возвел часть реляционных взглядов Маха в ранг принципа Маха.

Известно также, что вскоре после создания общей теории относительности Эйнштейн осознал, что созданная им теория не соответствует реляционным идеям Маха и он отрекся от его идей, что обосновал следующим образом: «По мнению Маха, в действительно рациональной теории инертность, подобно другим ньютоновским силам, происходит от взаимодействия масс. Это мнение я в принципе считал правильным. Оно неявным образом предполагает, однако, что теория, на которой все основано, должна принадлежать тому же общему типу, как и ньютонова механика, основными понятиями в ней должны служить массы и взаимодействия между ними. Между тем не трудно видеть, что такая попытка не вяжется с духом теории поля» [4].

Действительно, реляционные взгляды Маха не вязались с духом как теории поля, так и общей теории относительности. В их основания, как и ньютоновой механики, закладывалось наличие пространственно-временного континуума, тогда как, согласно идеям Маха, не существует такой самостоятельной сущности (физической категории). Как писал сам Эйнштейн: «Мах в девятнадцатом столетии был единственным, кто серьезно думал об исключении понятия пространства, которое он стремился заменить представлением о всей сумме расстояний между всеми материальными точками» [3]. Именно в этом сказалось самое существенное принципиальное различие идей реляционной и геометрической парадигм.

1. Сопоставление принципов реляционной парадигмы и общей теории относительности

В настоящее время можно утверждать, что исследования в рамках реляционной парадигмы опираются на три блока идей (концепций или принципов): 1) на реляционное понимание природы пространства-времени, альтернативное принятому в общей теории относительности субстанциальному пониманию пространства-времени, 2) на описание физических взаимодействий в рамках концепции дальнего действия, также альтернативной ныне общепринятому описанию взаимодействий в рамках концепции ближнего действия, и 3) на принцип Маха, понимаемый как обусловленность ряда локальных свойств систем глобальными свойствами окружающего мира (Вселенной). Сопоставим более подробно основания реляционной парадигмы и общей теории относительности.

Понимание природы пространства-времени. Согласно идеям Э. Маха и Г. Лейбница, Пространство (и время) не представляют самостоятельной сущности (физической категории), а являются абстракцией от совокупности отношений (расстояний и промежутков времени) между материальными объектами и событиями с их участием, тогда как в общей теории относительности пространство-время имеет самостоятельный, субстанциальный характер.

Напомним, что еще Лейбниц [5] задавал вопрос Кларку, стороннику взглядов Ньютона об абсолютном пространстве, останется ли пространство, если из него убрать тела? По мнению Ньютона и его сторонников, останется, тогда как Лейбниц (и Мах) считали, что нет, оно потеряет смысл. А в работах самого Эйнштейна и его последователей преследовалась цель вывести сами частицы и тела из свойств пространства-времени. Так, Дж. Уилер писал: «Пространство-время не есть *арена* для физики, это *вся классическая физика*» [7]. Эйнштейн в ряде своих работ трактовал искривленное пространство как своеобразный эфир. Например, он писал: «Эфир общей теории относительности есть среда, сама по себе лишенная всех механических и кинематических свойств, но в то же время определяющая механические (и электромагнитные) процессы» [8. С. 685].

Описание физических взаимодействий. Другое существенное различие ОТО от идей реляционного подхода состоит в том, что в ОТО (как и во всей геометрической парадигме) физические взаимодействия описываются в рамках концепции ближнего действия, тогда как в реляционной парадигме используется концепция дальнего действия. Именно в духе концепции ближнего действия в ОТО стремятся описывать природу и распространение гравитационных волн. Это породило множество работ по поиску критериев гравитационных волн и определению псевдотензора энергии-импульса гравитации. Эти многочисленные попытки так и не привели к успеху.

В реляционной парадигме отказ от пространственно-временного фона означает отказ от категории полей переносчиков взаимодействий, поскольку нет фона, на котором можно определить понятие поля. Это означает, что в

реляционной парадигме для описания физических взаимодействий следует использовать концепцию дальнего действия, альтернативную концепции ближнего действия, используемой как в геометрической, так и в теоретико-полевой парадигме.

Принцип Маха. В рамках общей теории относительности не выполняется принцип Маха, сыгравший важную роль при ее создании Эйнштейном. Это легко продемонстрировать на примере наиболее важного сферически-симметричного решения Шварцшильда. Очевидно, что в метрике Шварцшильда на бесконечности ничего нет, – на больших расстояниях пространство-время плоское. В этом случае отпадает возможность говорить о принципе Маха как источнике происхождения массы центрального объекта.

Можно полагать, что, стремясь сохранить принцип Маха, Эйнштейн построил статическую замкнутую космологическую модель и некоторое время противился признанию космологических решений Фридмана, особенно открытых моделей.

2. Главные недостатки общей теории относительности

В настоящее время можно сформулировать ряд недостатков общей теории относительности (и всей геометрической парадигмы). Принципиально важными являются следующие три:

1) доминирующий характер в ОТО именно гравитационного взаимодействия без должного раскрытия его связи с электромагнитным взаимодействием;

2) недостаточная роль в варианте Эйнштейна понятий системы отсчета – одного из ключевых факторов в реляционной парадигме;

3) отсутствие связи с принципами квантовой теории, точнее, с принципами теоретико-полевой парадигмы.

1. Проблема связи гравитации и электромагнетизма. В общей теории относительности и во всей геометрической парадигме за основу взяты гравитационные взаимодействия. Однако создатели геометрической парадигмы с самого начала осознавали неразрывное единство гравитации и электромагнетизма. Не случайно Д. Гильберт, записавший уравнение Эйнштейна даже раньше самого Эйнштейна, строил именно совместную теорию гравитации и электромагнетизма.

Совмещению этих двух видов взаимодействий Эйнштейн посвятил всю оставшуюся жизнь после создания ОТО. В 1930 году он писал: «Неясным остался еще формальный смысл электромагнитного поля, которое не могло быть объяснено одной только метрической структурой пространства. Однако со времени создания общей теории относительности нельзя уже серьезно сомневаться в том, что гравитационное и электромагнитное поля должны объединяться некой единой структурой (четырёхмерного) пространства» [8].

Не случайно также, что сразу же после создания ОТО было предложено два варианта решения данной проблемы: первый – Г. Вейлем на основе

4-мерного обобщения римановой геометрии [9] и второй – Т. Калуцей на основе 5-мерного обобщения римановой геометрии [10]. В течение нескольких десятилетий эти два варианта имели конкурирующий характер. Сам Эйнштейн отдавал предпочтение то одному из них, то другому. Сторонниками геометрического подхода признавалось лишь единство гравитации и электромагнетизма, но при этом во главу угла ставилась гравитация.

Следует напомнить, что в общей теории относительности электромагнитное поле вводится волевым приемом – введением тензора энергии-импульса гравитационного поля в правую часть уравнений Эйнштейна. Это Г. Вейль называл «приклеиванием электромагнетизма к гравитации».

2. Проблема соотношения координатных систем и систем отсчета.

Долгое время существенным дефектом ОТО было отсутствие критерия наблюдаемости величин, описываемых тензорными компонентами. Например, это касалось определения плотности энергии исходя из тензора энергии-импульса. Как известно, в теории относительности компоненты тензорных величин зависят от выбора координатной системы, а таковых бесконечно много. На этот дефект обратил внимание академик А.А. Логунов, предлагая взамен ОТО свою релятивистскую теорию гравитации. Так, на 5-й Всесоюзной гравитационной конференции в Москве, обращаясь к Е.М. Лифшицу по поводу их с Л.Д. Ландау определения псевдотензора энергии-импульса гравитационного поля, он заявил: «Ваше определение энергии – это находка для министерства финансов, – выбором координатной системы вы можете получить какую угодно энергию».

Выходом из этой трудности явилось дополнение ОТО методом задания систем отсчета [11]. Он основан на необходимости исходить из наличия конгруэнции времениподобных мировых линий наблюдателя, что означало задание вектора его 4-скорости, касательного к его мировой линии. Только относительно наблюдателя можно ставить вопрос об определении экспериментально наблюдаемых величин.

В связи с этим отметим, что в реляционной парадигме (в унарной и бинарной геометрофизике) ключевую роль в задании отношений играют свойства базиса (базисных элементов). Аналогом методики описания свойств базиса в реляционной теории явился монадный метод задания систем отсчета в ОТО. Наблюдатель выполняет роль эталонных элементов (базиса) в теориях систем отношений.

Особо следует подчеркнуть тот факт, что элементы монадного метода были заложены в работе А. Эйнштейна и П. Бергмана (1938 г.) [12] в связи с развитием 5-мерной теории гравитации и электромагнетизма Т. Калуцы. Тогда в 5-мерной теории встала проблема разделения 5-мерных тензорных понятий на те, что описываются в рамках уже созданной ОТО, и на дополнительные выражения, связанные с пятой координатой, описывающей электромагнетизм.

Однако ни в работе Калуцы, ни в упомянутой работе Эйнштейна и Бергмана не был содержательно развит монадный метод. Это было сделано

в 1940–1960-х годах в рамках 4-мерия, и только затем уже монадный метод был обратно применен для корректной формулировки 5-мерной теории Калуцы [11].

3. Проблема совмещения принципов ОТО и квантовой теории.

Следующим дополнением общей теории относительности должно стать совмещение ее принципов с принципами квантовой теории, а в более общем плане – совмещение принципов геометрической и теоретико-полевой парадигм. В XX веке на решение этой проблемы были затрачены большие усилия, однако за прошедшее столетие эту проблему так и не удалось решить в рамках доминировавших теоретико-полевой и геометрической парадигм. Это чрезвычайно важный вопрос, однако обсуждение этой проблемы выходит за пределы данной статьи.

Эти и ряд других недостатков общей теории относительности заставляют более серьезно относиться к высказываниям Д.Д. Иваненко, В.А. Фока и других известных физиков об ограниченной применимости принципов общей теории относительности. Так, В.А. Фок писал: «Вообще любая физическая теория – пусть это будет даже теория тяготения Эйнштейна – имеет предел применимости, и неограниченно экстраполировать ее нельзя. Рано или поздно становится необходимым введение существенно новых физических понятий, сообразных свойствам изучаемых объектов и применяемым средствам их познания, а тогда выявляются и пределы применимости теории, при этом возникают новые гносеологические вопросы» [13].

3. Реляционная теория электрогравитации

В связи с сопоставлением описания электромагнитных взаимодействий в реляционной и геометрической парадигмах напомним высказывание Д. Ван Даницга, сделанное в середине XX века: «С давних пор считается, что понятия и теоремы геометрии являются предпосылками для использования в математических моделях физики. Причины преобладания такого отношения кажутся скорее порождением истории и традиций, чем логики. Это остается верным для евклидовой и римановой геометрии, предложенной Эйнштейном в качестве модели гравитации, так же как и пятимерности и проективного обобщения, и более свежих общих линейных связностей, использовавшихся Эйнштейном и Шредингером. Недостаточно ясно, какие логические или эпистемологические преимущества у интерпретации части геометрического объекта, как, скажем, электромагнитного поля, а не наоборот» [14].

В рамках реляционного подхода как раз и используется противоположный принятому в геометрической парадигме ход мысли: предлагается вывести теорию гравитации, а вместе с тем и геометрию из электромагнитных взаимодействий.

Первые шаги в этом направлении можно усмотреть в работах А. Фоккера [15], а затем Р. Фейнмана и Дж. Уилера [16] и других авторов, где было показано, что трудности с отсутствием понятия поля удается преодолеть в рамках

теории прямого межчастичного электромагнитного взаимодействия. В этой теории вместо векторных потенциалов электромагнитного поля выступали характеристики (точки и положения) самих взаимодействующих заряженных частиц.

Затем принципы этой теории Я.И. Грановским и А.А. Пантюшиным были перенесены на случай прямого межчастичного гравитационного взаимодействия [17]. Кроме того, в работах Ф. Хойла и Дж. Нарликара [18] с целью обоснования значений масс, а точнее, слагаемых «свободного» действия, была построена теория прямого межчастичного скалярного взаимодействия. Это уже были существенные шаги, опровергающие мнение Эйнштейна о необходимости отказа от идей Маха. Оказалось, что имеется альтернативный, реляционный вариант построения теории гравитации (и не только), согласующийся с идеями Маха.

Теорию прямого межчастичного взаимодействия типа Фоккера–Фейнмана возможно интерпретировать в рамках последовательного реляционного подхода. Построенная на этой основе теория электрогравитации позволяет объединить гравитационное, электромагнитное и скалярное взаимодействия [19]. В этой теории действие Фоккера–Фейнмана интерпретируется в терминах унарных систем вещественных отношений (УСВО) на множестве взаимодействующих частиц. Для этого выделяются два класса таких отношений: ток-токовое парное отношение (между токовыми характеристиками) и пространственно-временное парное отношение. В последовательной реляционной теории, основанной на УСВО, каждый тип парных отношений характеризуется так называемым законом – функцией, обращающейся в нуль при произвольных выборках из r элементов внутри данного множества, где r – ранг УСВО. Данная функция в простейших случаях сводится к формам объема некоторых n -мерных симплексов в абстрактных (псевдо) евклидовых пространствах (они задаются детерминантами Кэли–Менгера или Грама).

В теории электрогравитации используется закон ток-токовых отношений (скалярное произведение двух 4-мерных векторов) в виде равенства нулю определителя Грама для пяти произвольных идеализированных микрочастиц с одинаковыми по модулю электрическими частицами. Это есть закон ранга (5), найденный в группе Кулакова. Он соответствует 3-мерной геометрии Лобачевского, которая и описывает пространство скоростей в физике.

В рамках реляционного подхода [19] к геометрии пространства-времени можно построить все общепринятые геометрические понятия из миноров в законе соответствующей УСВО. В теории электрогравитации данная закономерность распространяется и на случай закона ток-токовых отношений. Показано, что диагональный минор второго порядка из определителя Грама соответствует подинтегральному выражению для прямого межчастичного гравитационного взаимодействия, ранее полученному в работах Грановского и Пантюшина. Таким образом закладываются основы теории электрогравитации, где гравитационные взаимодействия фактически оказываются производными от электромагнитных взаимодействий.

Из теории электрогравитации вытекает ряд следствий. Прежде всего, следует отметить, что диагональный минор второго порядка соответствует линеаризованной теории гравитации, а диагональные миноры третьего и четвертого порядков обеспечивают появление нелинейных гравитационных взаимодействий. Так, в работах С.В. Болохова и А.Н. Кленецкого [20] показано, что эффект смещения перигелия Меркурия описывается минором третьего порядка.

Принципиально важными оказались следствия, соответствующие принципу Маха. Так, было показано, что массы эффективных заряженных частиц оказываются пропорциональными квадрату электрического заряда, а в качестве коэффициента пропорциональности могут выступать характеристики всей Вселенной. Это соответствует ряду интуитивно высказанных идей А. Эддингтона [21], Г. Вейля, Г.В. Рязанова и других авторов.

Другим важным следствием теории электрогравитации является обоснование свободных слагаемых в действии, которые оказываются завуалированными взаимодействиями частиц со всеми объектами окружающей Вселенной, что также соответствует проявлению принципа Маха.

4. Сопоставление электрогравитации с 5-мерной теорией гравитации и электромагнетизма Калуцы

Однако вернемся к достижениям геометрической парадигмы, конструктивное начало которой было заложено созданием общей теории относительности. Наиболее важные результаты по объединению гравитации и электромагнетизма были получены в рамках многомерных геометрических моделей типа теории Т. Калуцы [10]. В них посредством увеличения размерности римановой геометрии на единицу удалось геометризовать также в электромагнитные взаимодействия, а на основе дальнейшего увеличения размерности до восьми – геометризовать электрослабые и сильные взаимодействия [22].

Удивляют результаты, полученные в рамках 5-мерной теории Калуцы, которые А. Салам назвал «чудесами теории Калуцы» [23]. Им были названы четыре главных «чуда», которые можно воспринять как свидетельства в пользу геометрической парадигмы. Однако оказалось, что все четыре чуда осуществляются и в рамках электрогравитации.

Первое «чудо теории Калуцы» состоит в том, что пятнадцать 5-мерных уравнений Эйнштейна распадаются на десять 4-мерных уравнений Эйнштейна, на четыре 4-мерных уравнения второй пары Максвелла для электромагнетизма и одно дополнительное скалярное поле геометрического происхождения. Аналогичное «чудо» имеет место и в электрогравитации: минорами из закона ток-токовых отношений описываются слагаемые в действии фоккеровского вида, обусловленные электромагнитным, гравитационным и скалярным взаимодействиями. Из них получаются тождества,

соответствующие уравнениям полей в геометрической и теоретико-полевой парадигмах.

Второе «чудо Калуцы» состоит в том, что в правой части десяти 4-мерных уравнений Эйнштейна автоматически возникает тензор энергии-импульса электромагнитного поля, который в стандартной общей теории относительности вводится волевым образом. Салам называл лишь электромагнитный вклад, однако к этому следует добавить возникновение еще тензора энергии-импульса скалярного поля.

В реляционном подходе это «чудо» также описывается минором второго порядка, однако не диагонального, а соседнего с ним, но содержащего диагональное слагаемое. В итоге получается трехчастичное слагаемое в фоккеровском действии, описывающее электромагнитное взаимодействие двух заряженных частиц в гравитационном поле третьей частицы.

Третьим «чудом» теории Калуцы было названо то, что четыре из пяти 5-мерных уравнений геодезической составляющей совпадают с общепринятыми уравнениями движения частиц в присутствии электромагнитного и гравитационного полей, а пятое (скалярное) уравнение определяет постоянство отношения электрического заряда частиц к их массе (при использовании условий цилиндричности метрики по 5-й координате).

В теории электрогравитации из действия фоккеровского типа посредством вариационного метода осуществляется переход к уравнениям движения заряженной частицы, которое можно трактовать как уравнение геодезической линии в линеаризованной общей теории относительности в присутствии электромагнитного поля.

Из действия фоккеровского типа для системы скалярно взаимодействующих частиц также вариационным методом можно получить уравнение движения частицы. Данное уравнение показывает, что скалярное взаимодействие приводит к появлению обобщенной массы или обобщенного импульса частицы, зависящего от эффективного скалярного потенциала.

Четвертое, названное Саламом «чудо теории Калуцы», состоит в том, что в этой теории дается обоснование общепринятых калибровочных электромагнитных преобразований, которые в 5-мерии автоматически возникают из допустимых в теории преобразований пятой координаты.

В теории электрогравитации также показывается, что эффективный векторный потенциал автоматически удовлетворяет условию калибровки Лоренца. При этом следует отметить, что в теории прямого электромагнитного взаимодействия типа Фоккера потенциалы электромагнитного взаимодействия, по сути, являются вторичными понятиями и имеют смысл лишь в местах расположения заряженных частиц. Таким образом, в электрогравитации «первоструктурой» для формирования рассмотренных физических взаимодействий является заряд.

При сопоставлении теорий двух парадигм вскрывается ряд важных, но далеко не очевидных обстоятельств.

Во-первых, в рамках обеих парадигм имеет место стремление к построению объединенной теории гравитации и электромагнетизма.

Во-вторых, следует иметь в виду описание не двух видов взаимодействий, а трех – наряду с векторным электромагнитным и тензорным гравитационным взаимодействиями необходимо также учитывать скалярное взаимодействие. В геометрической парадигме оно обычно исключается волевым образом, а в реляционной парадигме показывается его важная роль.

В-третьих, при сопоставлении двух парадигм в них вскрывается параллельное проявление всех «четырёх чудес», о которых писал Салам, имея в виду лишь 5-мерную теорию Калуцы.

В-четвертых, в двух парадигмах доминирующую роль играют разные виды взаимодействий. В геометрической парадигме исходят из гравитационного взаимодействия, а электромагнетизм фактически возникает как своеобразное обобщение гравитации в виде дополнительных координат 5-мерного метрического тензора, тогда как в реляционной парадигме исходным является электромагнитное взаимодействие, а гравитация возникает как своеобразное следствие электромагнетизма.

Таким образом, оказывается, что указанные чудеса геометрического подхода вполне соответствуют выводам реляционного подхода. Более того, в геометрическом подходе для многих является существенной проблема физического обоснования дополнительных размерностей, которая решается в рамках реляционного подхода.

Заключение

Развитие последовательного реляционного подхода дает веские основания высказать сожаление о том, что А. Эйнштейн, следуя реляционным идеям Э. Маха при создании общей теории относительности, после ее формирования отрекся от его идей и от введенного им же самим принципа Маха. Последовательный реляционный подход как к геометрии, так и описанию физических взаимодействий, показывает, что фундаментальная физика в XX веке могла бы успешно развиваться в рамках реляционных идей, фактически заложенных в специальную теорию относительности. Для этого уже тогда фактически сложились основные предпосылки. В самом начале века на реляционных началах была построена специальная теория относительности, а в 1920-х годах А.Д. Фоккером уже была предложена теория прямого межчастичного электромагнитного взаимодействия. В диспутах в Ленинградском политехническом институте живо обсуждалась концепция дальнего действия. Представляется, что ничто не мешало начать строить теорию прямого межчастичного гравитационного взаимодействия не со второй половины XX века, а значительно раньше.

Но этого не произошло вследствие предпосылок исторического характера. Свойства пространства и времени издавна волновали человечество. На протяжении многих веков обсуждалась геометрия Евклида. Лучшие

умы человечества приветствовали сначала открытие первой неевклидовой геометрии в начале XIX века, а затем и римановой геометрии в его середине. Сразу же был поставлен вопрос о возможности проявлений этих геометрий в реальном мире. (Известно, что К. Гаусс и Н.И. Лобачевский предпринимали попытки обнаружения неевклидовости геометрии окружающего мира.) Об этом размышлял В. Клиффорд и строил догадки, какими физическими факторами могло быть обусловлено отклонение геометрии от евклидовой, каким мог бы быть мир, если бы он описывался сферической геометрией Римана.

И вот, в начале XX века в работах А. Эйнштейна вдруг было предложено решение этой многовековой проблемы – на базе строгого математического аппарата было показано, что отличие свойств реального пространства-времени – его искривленность – обусловлено гравитационными взаимодействиями. Это действительно было долгожданным, можно сказать, эпохальным открытием. Более того, теория Эйнштейна экспериментально подтверждалась в рамках Солнечной системы.

Так были заложены основы новой геометрической парадигмы, существенно отличавшейся от триалистической парадигмы ньютоновой классической физики, определявшей развитие физики на протяжении трех столетий, что также явилось триумфальным следствием создания общей теории относительности.

Но с открытием Эйнштейна было связано еще и осознание учеными того, что теперь наука, точнее физика, способна заменить философско-религиозные воззрения на мир прошлых веков. Физиков воодушевляла мысль, что теперь из решений уравнений Эйнштейна мы можем получать знания о глобальном устройстве Вселенной!

Разве могли со всем этим сравниться частные гипотетические результаты Фоккера или робкие критические замечания относительно теории Эйнштейна отдельных авторов? Осознавшие свою значимость физики устремились дальше развивать принципы общей теории относительности. Рядом авторов были предприняты более или менее успешные попытки еще более обобщить принципы общей теории относительности, тем самым была сформирована геометрическая парадигма. Этот процесс продолжался, то оживляясь, то затихая на протяжении всего XX века. Можно сказать, что он продолжается по настоящее время. Исходя из этого, легко понять проблематичность иных точек зрения.

Однако сейчас перед современной наукой стоит проблемы вывода современных представлений о классическом пространстве-времени. На наш взгляд, подобную проблему возможно решить лишь в рамках реляционного понимания природы пространства-времени, так как геометрический и теоретико-полевые подходы строятся на базе уже априорно заданного пространства-времени. В реляционном подходе нет такого барьера, поэтому он позволяет непосредственно приступить к решению проблемы вывода

классического пространства-времени из системы более элементарных понятий и закономерностей физики микромира и тем самым дать теоретическое обоснование его известных свойств, в частности таких, как его 4-мерность и сигнатура.

Кроме того, в рамках теории электрогравитации открывается более естественный путь обоснования магнитных полей астрофизических объектов [24].

Литература

1. *Владимиров Ю.С.* Метафизика. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
2. *Владимиров Ю.С.* Реляционная концепция Лейбница–Маха. М.: ЛЕНАНД, 2017.
3. *Эйнштейн А.* Эрнст Мах // Собрание научных трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967. С. 27–32.
4. *Эйнштейн А.* Автобиографические заметки // Собрание научных трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967. С. 268.
5. *Лейбниц Г.* Письма к Кларку // Лейбниц. Сочинения: в 4 т. Т. 1. М.: Мысль, 1982. С. 430–528.
6. *Уилер Дж.А.* Гравитация, нейтрино и Вселенная. М.: Издат. иностр. лит-ры, 1962. С. 333–334.
7. *Эйнштейн А.* Эфир и теория относительности // Собрание научных трудов. Т. 1. М.: Наука, 1965. С. 682–689. URL: <http://www.veinik.ru/science/fizmat/article/581.html>
8. *Эйнштейн А.* Автобиографические заметки // Собрание научных трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967. С. 286.
9. *Вейль Г.* Гравитация и электричество // Альберт Эйнштейн и теория гравитации: сб. М.: Мир, 1979. С. 513–528.
10. *Калуца Т.* К проблеме единства физики // Альберт Эйнштейн и теория гравитации: сб. М.: Мир, 1979. С. 529–534.
11. *Владимиров Ю.С.* Системы отсчета в теории гравитации. Изд. 2-е. М.: ЛЕНАНД, 2019.
12. *Эйнштейн А., Бергман П.* Обобщение теории электричества Калуцы // Собрание научных трудов. Т. 2. М.: Наука, 1966. С. 492–513.
13. *Фок В.А.* Квантовая физика и современные проблемы // Ленин и современное естествознание: сб. М.: Мысль, 1969. С. 200.
14. *Van Dantzig D.* On the relation between geometry and physics and the concept of space-time // *Funfzig Jahre. Relativitätstheorie. Konferenz Bern, Basel.* 1955. Bd. 1. S. 569.
15. *Fokker A.D.* Ein invarianter Variationssatz für die Bewegung mehrerer elektrischer Massenteilchen // *Z. Phys.* 1929. Bd. 58. S. 386–393.
16. *Wheeler J.A., Feynman R.P.* Interaction with the absorber as the mechanism of radiation // *Rev. Mod. Phys.* 1945. Vol. 17. P. 157–181.
17. *Грановский Я.И., Пантюшин А.А.* К релятивистской теории тяготения // Изв. АН Каз. ССР, сер. физ.-мат. 1965. № 2. С. 65–69.
18. *Hoyle F., Narlikar J.V.* Action at a distance in physics and cosmology. San Francisco: W.N. Freeman and Comp., 1974.
19. *Владимиров Ю.С.* Реляционная картина мира. Книга 1: Реляционная концепция геометрии и классической физики. М.: ЛЕНАНД, 2020.
20. *Bolokhov S.V., Klenitsky A.N.* On the construction of effective metrics in a relational model of space-time // *Gravitation and Cosmology.* 2013. Vol. 19. No 1. P. 35–41.
21. *Эддингтон А. (Eddington A.S.)* Fundamental theory. N.Y.: Cambridge Press, 1946.
22. *Владимиров Ю.С.* Геометрофизика. 2-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.

23. *Salam A., Strathdee J. On Kaluza-Klein theory // Ann. of phys. 1982. Vol. 141. P. 316–352.*
24. *Бабенко И.А. Магнитные поля астрофизических объектов в трех физических парадигмах // Метафизика. 2019. № 1 (31). С. 127–141.*

RELATIONAL LOOK ON THE PRINCIPLES OF THE GEOMETRIC PARADIGM

I.A. Babenko, Yu.S. Vladimirov

*Institute of Gravity and Cosmology, RUDN University
3, Ordzhonikidze St., Moscow, 115419, Russian Federation*

*Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University
Leninskie Gory, Moscow 119991, Russian Federation*

Abstract. The article compares the descriptions of gravitational and electromagnetic interactions in two physical and theoretical paradigms: geometric and relational. On the one hand, the general theory of relativity and the 5-dimensional geometric theory of Kaluza and, on the other hand, the relational theory of electro-gravity are compared. The comparison describes the parallel manifestations of all the “four miracles” of Salam in two physical and theoretical approaches. Based on the relational concepts, it is shown that three types of the considered interactions – electromagnetic, scalar and gravitational – in the theory of electrogravity have a derivative character from electromagnetism. The idea is expressed that in the twentieth century, physics could develop mainly within the framework of the relational paradigm.

Keywords: general theory of relativity, electrogravity, 5-dimensional Kaluza theory, direct interparticle interaction, electromagnetic, scalar and gravitational interactions, Mach principle.

О ВОЗМОЖНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ЭФФЕКТАХ НЕЛИНЕЙНЫХ СПИНОРНЫХ ПОЛЕЙ В МЕГА-, МАКРО- И МИКРОМИРЕ

В.Г. Кречет

*Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»
Российская Федерация, 127055, Москва, Вадковский переулок, 3А*

Аннотация. В данной статье в рамках ОТО рассматривается возможное воздействие гравитационного взаимодействия дираковских нелинейных спинорных полей на эволюцию Вселенной, формирование астрофизических объектов и формирование геометрии локального пространства-времени элементарных частиц со спином $\hbar/2$.

Ключевые слова: общая теория относительности, нелинейные спинорные поля, эволюция Вселенной, астрофизические объекты.

Как известно, весь материальный Мир в силу метафизических закономерностей разделяется на три масштабных уровня, качественно отличных друг от друга. Первый – это микромир, мир объектов малых масштабов, то есть элементарных частиц, атомов и молекул. Второй – мир больших масштабов (макромир), мир планет, звёзд и многих других астрофизических объектов. И третий – мегамир, то есть вся Вселенная с галактиками, квазарами, скоплениями галактик и другими космологическими объектами.

На всех этих трёх масштабных уровнях мы рассматриваем возможное влияние гравитационного взаимодействия дираковских спинорных полей на эволюцию Вселенной, формирование астрофизических объектов и свойства локального пространства-времени элементарных частиц.

Начнём с рассмотрения возможной роли самогравитирующего нелинейного спинорного поля в эволюции Вселенной.

Во введении к этой теме необходимо сначала очень кратко представить современные представления о происхождении и эволюции Вселенной.

В настоящее время в космологической науке в проблеме о происхождении и эволюции Вселенной утвердилась так называемая теория «Большого Взрыва» – о взрывном возникновении Вселенной около 14 миллиардов лет тому назад из сингулярности (или же иногда уточняют – из пространственно-временной пены, представляющей собой квантовые флуктуации геометрии пространства-времени), за невообразимо короткое время около 10^{-43} с, сразу в состоянии непрерывного расширения [1].

Это был период рождения классического пространства-времени. В это время температура T и плотность вещества ρ достигли планковских значений

($T_{p1} \sim 10^{32}$ К, $\rho_{p1} \sim 10^{93}$ г/см³), которые в процессе расширения Вселенной непрерывно уменьшались.

Через 10^{-42} с, после рождения классического пространства-времени, Вселенная, в соответствии с теорией Большого Взрыва, вступила в стадию инфляции, происходившую в период времени 10^{-42} – 10^{-36} с от Начала, в конце которой образовалась горячая плазма, состоящая из элементарных частиц с температурой около 10^{29} К, то есть образовалась обычная материя.

Здесь следует добавить, что за время инфляции объём Вселенной увеличивается на много порядков (в некоторых космологических моделях, например, в 10^{103} раз). Из-за действия сил отталкивания Вселенная «разгоняется» и приобретает большую кинетическую энергию, которая в дальнейшем наблюдается в виде расширения по инерции.

Родившееся в конце стадии инфляции вещество затем прошло фазу избытка материи над антиматерией к моменту времени 10^{-35} с от Начала и затем фазу электрослабого перехода, и к моменту времени $\sim 10^{-10}$ с разделились слабое и электромагнитное взаимодействия. В результате вещество перешло в состояние кварк-глюонной плазмы и находилось в этом состоянии в течение 10^{-35} – 10^{-4} с с понижением температуры от 10^{16} К до 10^{12} К.

В этот период кварки и глюоны находились в свободном состоянии, а при дальнейшем понижении температуры при расширении до 10^{11} К кварки при посредстве глюонных полей начинают соединяться, образуя протоны и нейтроны.

После эпохи образования протонов и нейтронов при дальнейшем понижении температуры наступает замечательная эпоха нуклеосинтеза. Она происходила в интервале времени от 1 до 200 с и в интервале температур 10^{10} – 10^9 К. В этот период синтезируются лёгкие ядра с атомным весом $A < 5$, то есть ядра водорода, его изотопов – дейтерия и трития и ядра гелия.

Вселенная в ту эпоху представляла собой огромный ядерный реактор с выделением фантастических количеств ядерной энергии.

Подобные процессы через миллионы лет возобновились в образовавшихся молодых звёздах и продолжают в новых звёздах второго или третьего поколений и в современную эпоху.

Затем примерно через несколько сотен лет при температуре от 4500 до 3000 К наступает эпоха рекомбинации, когда электроны объединяются с ядрами водорода (протонами) и образуется водород, а затем и с ядрами гелия и образуется гелий.

В конце этой эпохи, которая длилась несколько сотен тысяч лет, вещество становится прозрачным для фотонов, и электромагнитное излучение высвобождается из вещества со своим темпом остывания и уменьшения плотности энергии. В современную эпоху это свободное электромагнитное излучение наблюдается в виде так называемого реликтового излучения с температурой около 3 К. В конце этой же эпохи вещество молодой Вселенной состояло на 75% из водорода и около 24,9% из гелия с небольшими примесями дейтерия и других лёгких элементов, что совпадает с составом вещества молодых звёзд.

Далее при продолжающемся расширении Вселенной начались процессы образования звёзд, галактик, скоплений галактик и формирования крупномасштабной структуры Вселенной, которая существует в настоящее время.

В конце 1998 года в астрономии было сделано новое открытие – обнаружено ускоренное расширение Вселенной, то есть расстояния $r(t)$ между космологическими объектами увеличиваются с положительным ускорением, и поэтому вторая производная от $r(t)$ больше нуля ($d^2r/dt^2 > 0$). Различают два типа инфляции – экспоненциальную и степенную.

При экспоненциальной инфляции расстояние $r(t)$ между космологическими объектами экспоненциально растёт $r(t) \sim e^{Ht}$, где H – постоянная Хаббла, а при степенной инфляции $r(t) \sim t^n$, где $n > 0$,

Для описания процесса эволюции Вселенной удобно ввести безразмерную функцию времени $a(t)$, характеризующую изменение расстояния между космологическими объектами – галактиками, квазарами, и др., называемую масштабным фактором. Эта функция связана с расстоянием $r(t)$ между космологическими объектами соотношением

$$r(t) = r_0 a(t), \quad (1)$$

где r_0 – расстояние в некоторый фиксированный момент времени, принимаемый за эталон.

Таким образом, выше мы в очень сжатом виде представили процессы рождения и этапы развития Вселенной в соответствии с установившейся концепцией об этом в современной космологической науке, с целью обсуждения этой концепции, ссылаясь и обращаясь на вышепредставленную картину и обращаясь конкретно к некоторым её частям.

Сразу скажем, что вышеописанная картина развития Вселенной и сама теория Большого Взрыва вызывает некоторые вопросы к ней и ставит проблемы.

Во-первых, возникает вопрос о времени Большого Взрыва, который якобы произошёл около 14 миллиардов лет тому назад, – кто же установил и указал этот момент рождения Вселенной.

На эту проблему впервые указал Спиноза, когда ставил вопрос о часах, по которым Бог выбрал момент времени сотворения Мира.

Ещё вопрос в теории Большого взрыва вызывает сама концепция рождения Вселенной из Ничего. Именно это утверждал один из создателей теории «Большого Взрыва» Алан Гус, когда писал о том, что Вселенная при своём рождении совершила туннельный переход из Ничего во Время.

Здесь естественно возникает Вопрос: «А что Было, когда Ничего не было?» В этом вопросе и вскрывается то противоречие, которое содержится в концепции рождения Вселенной из Ничего.

Как видно, современная теория происхождения и эволюции Вселенной – теория Большого Взрыва – имеет свои трудности и ставит новые проблемы.

Некоторые современные виднейшие российские физики-теоретики, например, акад. В.Л. Гинзбург и проф. Ю.С. Владимиров, видя указанные

выше проблемы в современной теории Большого Взрыва, полагают, что Вселенная существовала всегда и не было никакого Начала.

Все указанные выше вопросы, проблемы и соображения побуждают к разработке новых космологических моделей и теорий, свободных от противоречий и не противоречащих наблюдаемым астрономическим данным.

Мы здесь как раз и предлагаем космологическую модель вечной Вселенной, бесконечной во времени как в прошлом, так и в будущем.

В качестве основной компоненты материи в выбранной космологической модели является нелинейное спинорное поле, определяемое лагранжианом

$$L(\psi) = \frac{\hbar c}{2} \left[\nabla_k \bar{\psi} \gamma^k \psi - \bar{\psi} \gamma^k \nabla_k \psi - 2\mu \bar{\psi} \psi + \lambda (\bar{\psi} \psi)^n \right]. \quad (2)$$

Здесь ψ – 4-компонентная спинорная функция, $\bar{\psi}$ – дираковский сопряжённый спинор, γ^k – матрицы Дирака риманова пространства-времени, $\nabla_k \psi$ – ковариантная производная спинорной функции, $\lambda (\bar{\psi} \psi)^n$ – нелинейный член самодействия спинорного поля, λ – константа взаимодействия, n – рациональное число ($n > 0$), $\mu = \frac{mc}{\hbar} = \frac{1}{\lambda_C}$, λ_C – комптоновская длина волны частицы.

На классическом уровне спинорное поле может описывать сплошную среду с внутренними степенями свободы. Так например нами показано [2], что при $n \geq 1$ спинорное поле описывает идеальную жидкость с уравнением состояния $p = w\varepsilon$ ($w = \text{const}$), где p – давление, ε – плотность энергии, $w = n - 1$.

Астрономические наблюдения показывают, что в современную эпоху больших масштабах Вселенная однородная, и по мере приближения к Началу отклонения от однородности быстро уменьшаются. Поэтому строятся в основном однородные космологические модели.

Кроме того, те же астрономические данные свидетельствуют о том, что 3-мерное пространство Вселенной плоское, то есть евклидово. Поэтому метрика пространства-времени рассматриваемой космологической модели будет иметь вид

$$dS^2 = a^2(t)(dx^2 + dy^2 + dz^2) - dt^2. \quad (3)$$

Здесь $a(t)$ – масштабный фактор, определяемый с помощью (1), является метрическим коэффициентом и определяется из решения совместной системы уравнений гравитационного и спинорного полей в пространстве-времени с метрикой (3):

$$\begin{cases} R_{ik} - \frac{1}{2} R g_{ik} = \varkappa T_{ik}(\psi) \\ \gamma^k \nabla_k \psi + \mu \psi - \frac{\lambda}{2} n (\bar{\psi} \psi)^{n-1} \psi = 0 \end{cases}, \quad \varkappa = \frac{8\pi G}{c^4}. \quad (4)$$

Здесь $T_{ik}(\Psi)$ – тензор энергии-импульса спинорного поля (2).

Опуская промежуточные выкладки, в итоге систему уравнений (4) сведём к двум уравнениям для метрического коэффициента (масштабного фактора) $a(t)$:

$$\begin{cases} \frac{2\ddot{a}}{a} + \frac{\dot{a}^2}{a^2} = \frac{\varkappa\hbar c\lambda(1-n)}{2a^{3n}} \\ \frac{\dot{a}^2}{a^2} = \frac{\varkappa\hbar c}{6} \left[\frac{\lambda}{a^{3n}} - \frac{2\mu^4}{a^3} \right], \end{cases} \quad (5)$$

то есть $\frac{\dot{a}}{a} = \pm \sqrt{\frac{\varkappa\hbar c}{6} \left[\frac{\lambda}{a^{3n}} - \frac{2\mu^4}{a^3} \right]}$.

Из второго же уравнения системы следует, что константа взаимодействия λ должна быть больше нуля ($\lambda > 0$), а также, что

$$a^{3(1-n)} \geq \frac{2\mu^4}{\lambda}. \quad (6)$$

Кроме того, из системы (5) следует, что при ($1 > n > 0$) вторая производная от $a(t)$ везде положительная, в точке, то есть в момент времени, где $a^{3(1-n)} = \frac{2\mu^4}{\lambda}$, находится минимум функции $a(t)$. Легко сделать сдвигом вдоль оси времени, чтобы это было в момент времени $t=0$.

В результате при ($1 > n > 0$), даже не решая систему уравнений, мы нашли характер поведения масштабного фактора $a(t)$ как функцию от времени в бесконечном интервале ($-\infty < t < +\infty$), который от бесконечно больших значений в бесконечно далёком прошлом (при $t \rightarrow -\infty$), уменьшаясь с течением времени, достигает минимума в момент времени $t = 0$ и при $t > 0$ снова начинает неограниченно возрастать при $t \rightarrow +\infty$, так что кривая изменения масштабного фактора симметрична относительно точки $t = 0$, причём в точке ми-

нимума $a(t) = \left(\frac{2\mu^4}{\lambda} \right)^{\frac{1}{3(1-n)}}$ и не обращается в нуль.

Таким образом при показателе степени нелинейности спинорного поля, лежащем в интервале ($0 < n < 1$), имеем свободную от сингулярности космологическую модель Вечной Вселенной, которая эволюционирует из бесконечного прошлого от бесконечно больших размеров, сжимаясь, проходит через регулярный минимум при $t = 0$ и снова расширяется при положительном ускорении. Причём этот минимум размера Вселенной при соответствующем подсчёте параметров μ и λ может быть в любой фазе Горячей Вселенной от состояния кварк-глюонной горячей плазмы до фазы нуклеосинтеза с образованием реликтового излучения.

Ниже мы приводим несколько примеров решения системы уравнений (6) для масштабного фактора $a(t)$ для разных значений показателя степени n в интервале ($0 < n < 1$).

$$1) n = \frac{1}{2}; a(t) = \left(\frac{2\mu^4}{\lambda} + \frac{3\hbar c \lambda t^2}{16} \right)^{\frac{2}{3}}, (-\infty < t < \infty). \quad (7)$$

Здесь $a(t) \rightarrow \infty$ при $t \rightarrow \pm\infty$, $a(t) \sim t^{4/3}$, значит, здесь существует стадия степенной инфляции, так как $4/3 > 1$.

$$2) n = \frac{3}{4}; \left(\lambda a(t)^{3/4} + 4\mu^4 \right)^2 \left(\lambda a(t)^{3/4} - 2\mu^4 \right) = \frac{27}{16} \lambda^4 \hbar c t^2, (-\infty < t < \infty). \quad (8)$$

Здесь $a(t) \sim t^{8/9}$ при $t \rightarrow \pm\infty$.

А если $n = \frac{1}{3}$, то $a(t) \sim t^2$ при $t \rightarrow \pm\infty$.

Таким образом, мы показали, что если основной материальной компонентой Вселенной является материя, описываемая нелинейным спинорным полем со степенной нелинейностью по инварианту $(\bar{\psi}\psi)^n$, то Вселенная существовала всегда, сжимаясь из бесконечного прошлого времени, достигая минимального конечного размера к моменту нулевого космологического момента времени и вновь расширяясь, что и наблюдается в современную эпоху.

Выше мы рассмотрели возможную роль нелинейного спинорного поля в мегамире, то есть на самом верхнем масштабном уровне физического Мира.

Теперь перейдём к следующему масштабному уровню более меньших масштабов, – макромиру, к которому, в частности, относятся астрофизические объекты, – звёзды, пульсары, чёрные дыры, ядра галактик.

На свойства астрофизических объектов может также влиять нелинейное спинорное поле, описываемое таким же лагранжианом (2), при отрицательном значении константы взаимодействия ($\lambda < 0$) и при квадратичной степени нелинейности $(\bar{\psi}\psi)^2$. Так что лагранжиан нелинейного спинорного поля в этом случае будет иметь вид

$$L(\psi) = \frac{\hbar c}{2} \left[\nabla_k \bar{\psi} \gamma^k \psi - \bar{\psi} \gamma^k \nabla_k \psi - 2\mu \bar{\psi} \psi - \beta (\bar{\psi} \psi)^2 \right], \beta = \text{const}, \mu = \frac{mc}{\hbar}. \quad (9)$$

Здесь константа $\beta = -\lambda$ ($\beta > 0$) – переобозначенная константа взаимодействия.

При таком лагранжиане уравнение спинорного поля будет иметь вид

$$\gamma^k \nabla_k \psi + \mu \psi + \beta (\bar{\psi} \psi) \cdot \psi = 0, \mu = \frac{mc}{\hbar}. \quad (10)$$

Это один из вариантов нелинейного спинорного уравнения с кубической нелинейностью Иваненко–Гейзенберга, положенного в своё время Гейзенбергом в основу своей нелинейной спинорной теории материи [3].

Если сравнить два последних слагаемых в уравнении (10), – ($\mu \psi$ и $\beta (\bar{\psi} \psi) \cdot \psi$), то видно, что множитель $\beta (\bar{\psi} \psi)$ играет эквивалентную роль с массовым множителем μ при спинорной функции ψ , то есть может

рассматриваться как некая эффективная масса спинорных частиц, но достаточно малая ввиду малости величины константы взаимодействия β .

Такая малая масса может соответствовать массе нейтрино, и тогда нейтрино можно описывать нелинейным уравнением (10), но без массового слагаемого $\mu\psi$. В результате нейтрино можно описывать уравнением

$$\gamma^k \nabla_k \psi + \beta(\bar{\psi}\psi) \cdot \psi = 0. \quad (11)$$

А нелинейность может играть роль эффективной массы. Это уравнение можно применить, например, для исследования последствий взрыва сверхновых звёзд.

Известно, что 95% энергии излучения при взрыве сверхновых звёзд приходится на нейтрино. Кроме того, большую часть времени (около двух недель) сверхновая светится в стационарном режиме.

Поэтому если в идеализированном случае сверхновую считать сферически симметричной и взрыв будет сферически симметричным, то результирующее гравитационное поле и соответствующее пространство-время можно описывать стационарной сферически симметричной метрикой

$$dS^2 = e^\lambda dr^2 + e^\mu (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2) - e^\nu dt^2. \quad (12)$$

Здесь метрические коэффициенты e^λ , e^μ , e^ν зависят только от радиальной координаты $r = x^1$, а поток нейтрино будет радиально направленным и описывается вектором $\bar{\psi}\gamma_1\psi$, где γ_1 – матрица Дирака риманова пространства, описываемого метрикой (12).

В пространстве-времени (12) решаем совместную систему уравнений Эйнштейна и нелинейного спинорного поля (10)

$$\begin{cases} R_{ik} - \frac{1}{2} Rg_{ik} = \kappa T_{ik}(\psi) \\ \gamma^k \nabla_k \psi + \beta(\bar{\psi}\psi) \cdot \psi = 0 \end{cases}. \quad (13)$$

Здесь спинорная функция также зависит от радиальной координаты r : $\psi = \psi(r)$. Эти уравнения будем решать в координатах кривизны: $e^\mu = r^2$.

В итоге, пропуская промежуточные выкладки, систему уравнений (13) приведём к виду

$$\begin{aligned} e^{-\lambda} \left[\frac{1}{r^2} + \frac{\nu'}{r} \right] &= \frac{1}{r^2} - \frac{a^2 e^{-\nu}}{r^4} \\ e^{-\lambda} \left[\frac{1}{r^2} - \frac{\lambda'}{r} \right] &= \frac{1}{r^2} + \frac{a^2 e^{-\nu}}{r^4}. \end{aligned} \quad (14)$$

Здесь константа $a = \frac{\kappa \hbar c \beta}{2\lambda_C^2}$, где λ_C – комптоновская длина волны нейтрино.

Решение этой системы уравнений следующее:

$$e^\nu = 1; e^{-\lambda} = 1 - \frac{a^2}{r^2}. \quad (15)$$

Поскольку метрический коэффициент не может быть отрицательным, то, чтобы не изменилась сигнатура метрики, должно быть $r^2 - a^2 \geq 0$. Тогда введём новую радиальную координату $r^2 - a^2 = x^2$, и в результате метрика пространства-времени после вспышки сверхновой получается следующего вида:

$$dS^2 = dx^2 + (x^2 + a^2)(d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2) - dt^2, \quad (-\infty < x < +\infty). \quad (16)$$

А это есть метрика пространства-времени «кротовой норы», причём асимптотически плоской.

Таким образом, возможно, при большой массе сверхновой (больше четырёх солнечных масс) после неё может образоваться не чёрная дыра, как считается, а «кротовая нора». Кроме того, можно предположить, с учётом сказанного выше, что в центре нашей Галактики также находится не чёрная дыра в $4 \cdot 10^6$ масс Солнца, как считается установленным, а «кротовая нора».

Может быть, и в центрах других галактик находятся «кротовые норы», а не чёрные дыры.

Далее опустимся на следующий масштабный уровень, уровень микромира – мира элементарных частиц, и рассмотрим структуру локального пространства-времени элементарных частиц, обладающих спином (собственным моментом импульса), причём стабильных (кроме фотонов) и существующих в свободном состоянии. Из таковых остаются только фермионы со спином $\hbar/2$: электроны, протоны, нейтроны, нейтрино, описываемые спинорным уравнением Дирака или его нелинейными обобщениями, например типа (10).

Указанные частицы со спином $\hbar/2$ мы на уровне релятивистской классической физики в рамках ОТО рассматриваем не как точечные, а как протяжённые объекты с масштабом их комптоновской длины волны $\lambda_C = \frac{\hbar}{mc}$ и объёмом $V \sim \lambda_C^3$, и исследуем в этом малом объёме структуру локального пространства-времени фермионов с учётом их собственного гравитационного поля.

Возможность локального рассмотрения гравитационного поля материального объекта и его локального пространства-времени обусловлена особенностями гравитационного взаимодействия дираковского спинорного поля, которое в основном проявляется локально в том месте, где находится спинорная частица, о чём речь будет идти ниже.

Как мы показали ранее [2], лагранжиан самогравитирующего спинорного поля разлагается на кинетическую часть и лагранжиан взаимодействия спинорного и гравитационного полей:

$$L(\psi) = \frac{\hbar c}{2} \left[\partial_i \bar{\psi} \gamma^i \psi - \bar{\psi} \gamma^i \partial_i \psi - 2\mu \bar{\psi} \psi + \omega^i (\bar{\psi} \gamma_i \gamma_5 \psi) \right]. \quad (17)$$

Здесь ω^i представляет собой угловую скорость вращения поля тетрад $e^i_{(a)}(x^k)$ и является кинематической характеристикой вихревого гравитационного поля, являющегося вихревой составляющей полного гравитационного поля.

Математически аксиальный 4-вектор ω^i представляет собой 4-мерный ротор касательного тетрадного поля:

$$\omega^i = \frac{1}{2} \varepsilon^{iklm} e_{k(a)} e_{l;m}^{(a)}. \quad (18)$$

Вектор ω^i определяет плотность потока момента импульса $s^i(g)$ вихревого гравитационного поля:

$$s^i(g) = \frac{\omega^i}{\alpha}. \quad (19)$$

А вектор $\frac{\hbar c}{2} \bar{\psi} \gamma_i \gamma_5 \psi$ определяет плотность потока момента импульса (спина) $s^i(\psi)$ спинорного поля

$$s^i(\psi) = \frac{\hbar c}{2} \bar{\psi} \gamma^i \gamma_5 \psi. \quad (20)$$

Так что лагранжиан спинорного поля можно представить в виде

$$L(\psi) = \frac{\hbar c}{2} \left[\partial_i \bar{\psi} \gamma^i \psi - \bar{\psi} \gamma^i \partial_i \psi \right] + \alpha s^i(g) s_i(\psi). \quad (21)$$

То есть мы имеем спин-спиновое взаимодействие спинорного и гравитационного полей с константой взаимодействия α , причём это взаимодействие является контактным, локальным, без всякого дальнего действия.

При варьировании полного лагранжиана системы гравитационного и спинорного полей $L(\psi, g) = -\frac{R}{2\alpha} + L(\psi)$ по ω^i , выделив предварительно из скаляра кривизны R вихревую часть [4], находим связь между ω^i и $s^i(\psi)$:

$$\omega^i = \frac{\alpha \hbar c}{4} \bar{\psi} \gamma^i \gamma_5 \psi, \quad s^i(g) = \frac{1}{2} s^i(\psi). \quad (22)$$

Из формул (22) следует, что вращение происходит лишь в тех точках, где существует момент импульса спинорного поля, то есть во всех точках объёма, занятого спинорной частицей, то есть фермионом, и только в них и получается, что эта частица на самом деле вращается вокруг оси направления спина, как показывает формула (22).

Поскольку, как мы показали, гравитационное взаимодействие спинорного дираковского поля является в основном локальным, то есть в объёме, занятом фермионом, решаем совместную систему уравнений гравитационного и спинорного полей с учётом их спин-спинового взаимодействия:

$$\begin{cases} R_{ik} - \frac{1}{2} R g_{ik} = \kappa T_{ik}(\psi) \\ \gamma^k \nabla_k \psi + \mu \psi = 0 \\ \omega^i = \frac{\kappa \hbar c}{4} \bar{\psi} \gamma^i \gamma_5 \psi \end{cases} . \quad (23)$$

Мы находим структуру пространства-времени в этом объёме, то есть свойства локального пространства-времени фермионов.

Считаем, что локальное пространство-время фермиона – стационарное цилиндрически симметричное пространство-время с осью симметрии, направленной вдоль вектора спина, и совместимое с существованием в нём вихревого гравитационного поля.

Такое стационарное пространство-время может определяться метрикой

$$dS^2 = A dx^2 + B d\varphi^2 + C dz^2 + 2E dt d\varphi - D dt^2, \quad 0 \leq \varphi \leq 2\pi. \quad (24)$$

Здесь все метрические коэффициенты A, B, C, D, E есть функции радиальной координаты x , а ось OZ является осью симметрии.

Определяем по метрическим коэффициентам A, B, C, D, E компоненты тетрадного репера $e^i_{(a)}$, у которого времениподобный вектор $e^i_{(4)}$ устанавливаем в виде $e^i_{(4)} = (0, 0, 0, 1/\sqrt{D})$, вычисляем угловую скорость вращения фермиона по формуле (18):

$$\omega^i = \delta^i_3 \frac{E'D - D'E}{2D\sqrt{AC(BD + E^2)}}. \quad (25)$$

Видно, что действительно вектор угловой скорости ω^i направлен вдоль оси OZ , то есть вдоль вектора спина фермиона, сам он вращается вокруг этой оси с угловой скоростью $\omega = \sqrt{\omega^k \omega_k} = \frac{E'D - D'E}{2D\sqrt{A\Delta}}$.

Для более ясного физического представления задачи произведём (3+1)-разбиение метрики (24) с помощью монадного формализма [4], а в качестве монады возьмём вектор $e^i_{(4)}$ тетрады.

В результате метрика пространственного сечения будет иметь вид

$$dl^2 = A dx^2 + R d\varphi^2 + C dz^2, \quad (26)$$

где угловой метрический коэффициент $R = \frac{BD + E^2}{D}$, а метрика пространства-времени в (3+1)-представлении будет записана в виде

$$ds^2 = A dx^2 + R d\varphi^2 + C dz^2 - D dt^2. \quad (27)$$

Так что локальное пространство-время вращающегося фермиона определяется четырьмя коэффициентами A, R, C, D .

В результате решения системы уравнений (23) метрика локального пространства-времени фермиона представляется в виде

$$dS^2 = dx^2 + \frac{k^2}{\omega_0^2} \operatorname{ch}^2 \omega_0 x \cdot d\varphi^2 + dz^2 - dt^2, \quad k = \text{const}, \quad -\infty < x < +\infty. \quad (28)$$

Угловая скорость вращения везде одинакова ($\omega = \omega_0$), то есть фермион вращается как твёрдое тело.

Метрика (28) есть метрика пространства-времени «кротовой норы», так как угловой метрический коэффициент везде больше нуля и стремится к бесконечности при $x \rightarrow +\infty$, и $x \rightarrow -\infty$, то есть имеются две пространственные бесконечности на концах интервала ($-\infty < x < +\infty$), то есть на обоих концах получившейся «кротовой норы». Кроме того, метрические коэффициенты ($g_{xx} = 1, g_{zz} = 1, g_{tt} = 1$), такие же как и во внешнем пространстве, пространстве наблюдателя, то есть фермион будет наблюдаемым с обоих концов своей «кротовой норы», а сам спин с каждого из концов будет представляться в противоположной ориентации по отношению друг к другу, следовательно, противоположных знаков: $+\hbar/2$ и $-\hbar/2$.

Поэтому возможен эффект, что если оба конца «кротовой норы», созданной электроном, лежат вблизи наблюдателя, то этот электрон может наблюдаться как два электрона с противоположными спинами.

Таким образом показана интересная и примечательная роль классических дираковских полей, которую они могут играть в физике мегамира (в космологии), макромира (в астрофизике) и микромира (в физике элементарных частиц – формировании геометрии их локального пространства-времени), причём в мегамире нелинейное спинорное поле может формировать существование Вечной Вселенной в прошлом и будущем временах, а в астрофизике индуцировать образование «кротовых нор».

Литература

1. Сажин М.В. Современная космология. М.: изд. УРСС, 2002.
2. Кречет В.Г. Топологические и физические эффекты вращения и спина в теории гравитации // Изв. вузов. Физика. 2007. Т. 50. № 10. С. 57–60.
3. Гейзенберг В. Введение в единую теорию элементарных частиц. М.: Мир, 1968.
4. Владимиров Ю.С. Системы отсчёта в теории гравитации. М.: Энергоиздат, 1982.

**ON POSSIBLE GEOMETRIC AND ASTROPHYSICAL EFFECTS
OF NONLINEAR SPINOR FIELDS
IN THE MEGAMIR, MACROWORLD AND MICROWORLD**

V.G. Krechet

*Moscow State University of Technology "Stankin"
3A, Vadkovkiy Per., Moscow, 127055, Russian Federation*

Abstract. In this article, within the framework of general relativity, the possible effect of the gravitational interaction of Dirac nonlinear spinor fields on the evolution of the Universe, on the formation of astrophysical objects and on the formation of the geometry of the local space-time of elementary particles with spin $\hbar / 2$ is considered.

Keywords: general theory of relativity, nonlinear spinor fields, evolution of the Universe, astrophysical objects.

ТОЧНАЯ МАСШТАБНАЯ ИНВАРИАНТНОСТЬ В ЭПОХУ НАЧАЛА БОЛЬШОГО ВЗРЫВА КАК ПРОБЛЕМА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

Б.Н. Фролов

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

Аннотация. На основе идей Е. Харрисона и Я.Б. Зельдовича сформулирована гипотеза о точной масштабной симметрии Вселенной в эпоху начала Большого взрыва и причине Большого взрыва как спонтанного нарушения точной масштабной инвариантности. Утверждается, что указанная концепция о точной масштабной симметрии представляет собой вызов современным представлениям фундаментальной физики в математическом, физическом, космологическом, квантово-механическом и метафизическом аспектах. Анализируется каждый из указанных аспектов.

Ключевые слова: масштабная симметрия, Большой взрыв, космология, фундаментальная физика, метафизика.

В работах автора [1; 2] была сформулирована гипотеза о том, что Большой взрыв явился следствием спонтанного нарушения масштабной симметрии в той реальности, которая имела место в момент Большого взрыва (так как понятие «ранее», по-видимому, неприменимо к моменту начала физического времени).

Основанием для формулировки данной гипотезы является предложенная Е. Харрисоном и Я.Б. Зельдовичем [3; 4] идея о масштабной инвариантности ранней Вселенной для расчета начальной части спектра первичных флуктуаций плотности материи (плато Харрисона–Зельдовича, рис. 1).

Предположение Е. Харрисона и Я.Б. Зельдовича было частично подтверждено наблюдениями WAMP температурной неоднородности реликтового излучения (рис. 2).

Также гипотеза Харрисона–Зельдовича подтверждается последними данными лаборатории PLANK, согласно которым измеренный спектральный индекс скалярных возмущений равен $n_s = 0,9663 \pm 0,0041$, в то время как для спектра Харрисона–Зельдовича этот параметр в точности равен единице: $n_s = 1$. Это говорит о том, что реальный спектр возмущений почти совпадает со спектром Харрисона–Зельдовича.

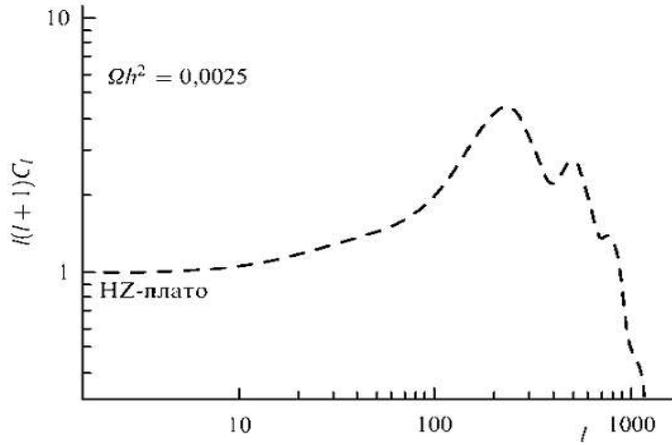


Рис. 1. Теоретический спектр анизотропии реликтового излучения в соответствии с предсказанием стандартной модели [5].
Виден выход на плато Харрисона–Зельдовича

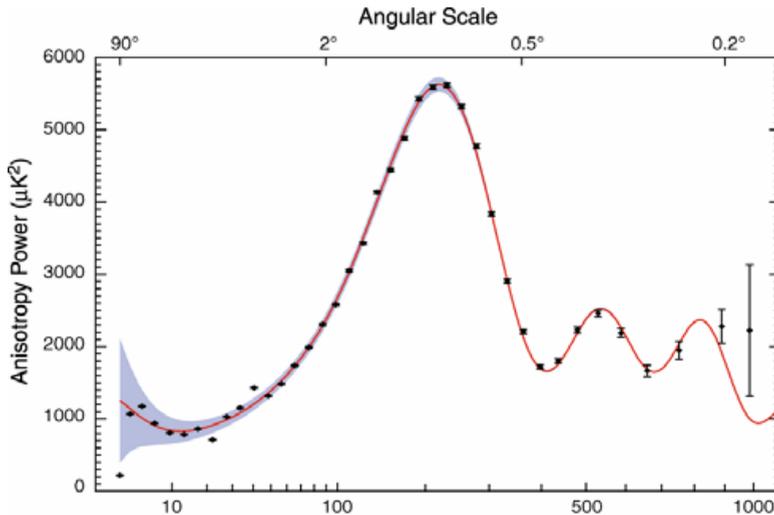


Рис. 2. Спектр анизотропии реликтового излучения по данным WAMP.
Виден выход на плато Харрисона–Зельдовича со стороны малых l :
сплошная линия соответствует теоретической модели, точки – наблюдательные данные

На основании изложенного можно высказать предположение, что эволюция Вселенной после Большого взрыва (в период инфляции и несколько позднее) происходила в пространстве со слабо нарушенной масштабной инвариантностью, которая затем, по мере рождения элементарных частиц с ненулевой массой покоя, оказалась сильно нарушенной.

Концепция о точной масштабной симметрии в эпоху начала Большого взрыва представляет собой вызов современным представлениям фундаментальной физики в математическом, физическом, космологическом, квантово-механическом и метафизическом аспектах.

Математический аспект проблемы связан с тем, что, согласно гипотезе автора, Большой взрыв произошел в результате спонтанного топологического перехода от нехаусдорфова топологического пространства (в котором отсутствует понятие расстояния и поэтому имеет место точная масштабная инвариантность) к пространству, в котором справедлива аксиома отделимости Хаусдорфа и поэтому имеет математический смысл понятие расстояния.

Аксиома отделимости Хаусдорфа означает следующее:

Можно выбрать такие окрестности двух различных точек топологического пространства, что их пересечение будет пустым множеством.

Очевидно, что если расстояния существуют, то данная аксиома выполняется. И наоборот, в нехаусдорфовых топологических пространствах нельзя ввести понятия расстояния. *Все точки такого пространства оказываются одинаково близкими друг другу.*

Как указывалось в [1; 2], в нехаусдорфовых пространствах, ввиду отсутствия расстояний, активность может проявляться не в виде пространственно-временной причинности, а только в виде математических и логических смысловых взаимосвязей.

Поэтому необходимо развивать математический аппарат нехаусдорфовых пространств в применении к фундаментальной физике в плане описания динамики в этих пространствах на языке операций абстрактной математики в ситуации, в которой пространство-время не является многообразием в физическом смысле.

Следует отметить, что идея о связи физических законов с первичной математической активностью разрабатывалась ранее. Укажем на работы Ю.С. Владимирова по *бинарной предгеометрии* [7], на идею В.В. Кассандрова об *алгебродинамике* [8], а также на опубликованную недавно монографию А.П. Ефремова, подводящую итоги его прежних исследований, в которой указано на *возникновение квантово-механического уравнения Шредингера из первоначальных математических закономерностей* [9].

Физический аспект проблемы заключается в том, что фундаментальной группой инвариантности пространства-времени в эпоху инфляции является не группа Пуанкаре, а группа Пуанкаре–Вейля, в которой преобразования группы Пуанкаре дополнены преобразованиями подгруппы Вейля – растяжениями и сжатиями (дилатациями) пространства-времени.

На этом пути была развита калибровочная теория группы Пуанкаре–Вейля [10–12]. В данной теории показано, что в этом случае в пространстве-времени индуцируется геометрическая структура пространства Картана–Вейля с кривизной и кручением, а также неметричностью вейлевского типа. Также было показано, что в этом случае возникает необходимость введения (в качестве дополнения к метрическому тензору) скалярного поля (поля Вейля–Дирака), градиент от которого определяет вейлевскую неметричность и которое совпадает по своим свойствам со скалярным полем, введенным Дираком [13].

Соответственно, динамика здесь представляет собой совместную динамику метрического поля и скалярного поля Вейля–Дирака в пространстве Картана–Вейля. Построенную таким образом теорию гравитации уместно назвать калибровочной теорией гравитации Пуанкаре–Вейля.

Высказана гипотеза [14], что *скалярное поле Вейля–Дирака на космологических масштабах совместно с космологической постоянной играет роль темной энергии, а на галактических масштабах в скоплениях галактик и локальных явлениях внутри галактик играет роль темной материи.*

В данной теории в пространстве-времени Картана–Вейля со скалярным полем Вейля–Дирака найдено сферически-симметричное решение [15; 16], на основании которого предложено возможное объяснение одной из обнаруженных аномалий движения тел в Солнечной системе, а именно пролетной аномалии (см. [17]).

Также найдено аксиально-симметричное решение [18], на основе которого получено возможное объяснение одной из аномалий движения тел в Галактике, а именно наблюдаемого плоского вида ротационных кривых спиральных галактик.

Космологический аспект проблемы заключается в найденном решении для эпохи инфляции [19; 20].

Данный результат представляет собой возможное решение известной «проблемы космологической постоянной» [21]. Данная проблема представляет собой одну из важных проблем современной фундаментальной физики и состоит в огромном различии на 120 порядков между значением энергии физического вакуума (темной энергии, описываемой космологической постоянной) в начальной стадии эволюции Вселенной (которое определяется на основании квантовой теории поля) и ее значением, определяемым на основании современных наблюдательных данных.

Была высказана гипотеза [22; 23], что решением проблемы космологической постоянной может быть экспоненциальное уменьшение эффективной космологической постоянной в ранней Вселенной: затем на основе геометрии Картана–Вейля было показано, что подобное уменьшение может быть следствием динамики гравитационного поля и скалярного поля Вейля–Дирака в сверхранней Вселенной [24; 25].

Окончательное решение проблемы было предъявлено в докладе на конференции PIRT-2019 [19; 20]. Полученное решение описывает как экспоненциальное увеличение масштабного фактора $\alpha(t)$, так и экспоненциальное уменьшение скалярного поля Вейля–Дирака $\beta(t)$ и тем самым эффективной космологической постоянной до ее современного значения (рис. 3 и 4).

Квантово-механический аспект рассматриваемой проблемы связан с попыткой осмысления таких парадоксальных явлений квантовой механики, как мгновенный коллапс волновой функции при измерении, а также существование нелокальности квантово-механических процессов, объясняющее явление квантовой телепортации [26].

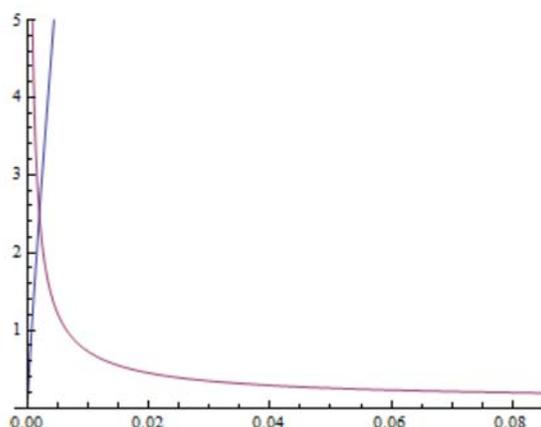


Рис. 3. Поведение $\alpha(t)$ и $\beta(t)$ при малых t

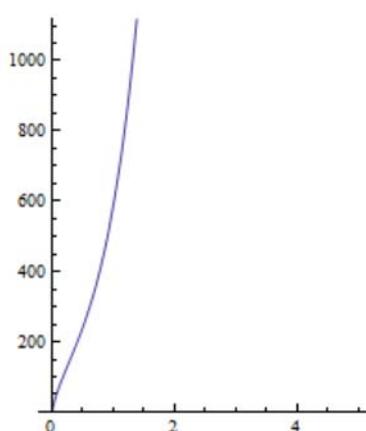


Рис. 4. $\alpha(t)$ и $\beta(t)$ при больших t

Связь указанных квантово-механических явлений с проблемой, обсуждаемой в данной статье, следующая.

Предлагается радикальный пересмотр описания пространства-времени, согласно которому фундаментальной группой пространства-времени является не группа Пуанкаре, а группа Пуанкаре–Вейля с сильно нарушенной масштабной инвариантностью.

Свойства пространства со спонтанно нарушенной Пуанкаре–Вейля симметрией отличаются от свойств пространства с чисто Пуанкаре симметрией, следовательно, и описания физических явлений в этих пространствах также должны отличаться.

Здесь можно провести аналогию с теорией хромодинамики, которая представляет собой теорию со спонтанно нарушенной унитарной симметрией. Причем математическая структура теории, отражающая свойства сильных взаимодействий, основана на понятиях и аппарате точной симметрии, а на наблюдаемые проявления оказывает воздействие мера нарушения этой точной симметрии.

Аналогично можно предположить, что точная масштабная симметрия (в меру ее спонтанного нарушения) проявляет себя, прежде всего, на микроскопическом квантово-механическом уровне в виде независимости некоторых явлений от пространственно-временных расстояний. Нам представляется, что именно в этом лежит объяснение обнаруженной нелокальности квантово-механических явлений. Надо надеяться, что дальнейшее изучение данной гипотезы может привести к более углубленному пониманию существа квантовой механики.

В настоящее время обсуждается возможное проявление нелокальности также и в макроскопических явлениях [27]. Возможно, что подобные проявления нелокальности, если они существуют, также имеют свое объяснение в нарушенной Пуанкаре–Вейля симметрии пространства-времени.

Метафизический аспект проблемы изложен в [1; 2], где был предложен один из возможных сценариев примирения материалистического научного описания природы с объективно-идеалистическим пониманием реальности.

Литература

1. Фролов Б.Н. Группа Пуанкаре–Вейля и теория гравитации Вейля–Дирака // *Метафизика*. 2017. № 4 (26). С. 75–79.
2. Фролов Б.Н. Аксиома отделимости Хаусдорфа и спонтанное нарушение масштабной инвариантности // *Метафизика*. 2019. № 2 (32). С. 120–127.
3. Harrison E.R. Fluctuations at the threshold of classical cosmology // *Phys. Rev. D*. 1970. V. 1. P. 2726.
4. Зельдович Я.Б. Гипотеза, единым образом объясняющая структуру и энтропию Вселенной // *Избранные труды. Частицы, ядра, Вселенная / Ч. 2*. М.: Наука, 1985. 464 с. (Статья 36, С. 176–179).
5. Сажин М.В. Анизотропия и поляризация реликтового излучения. Последние данные // *УФН*. 2004. Т. 174. № 2. С. 197–205.
6. Aghanim N. et al. [Planck Collaboration], Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters [Электронный ресурс] // *ArXiv:1807.06209 [astro-ph.CO]*.
7. Владимиров Ю.С. Основания физики. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 456 с.
8. Кассандров В.В. Алгебраическая структура пространства-времени и алгебродинамика. М.: Изд-во РУДН, 1992. 152 с.
9. Efremov A.P. General Theory of Particle Mechanics: a Special Course. Cambridge Scholar publ. (UK), 2019. 279 p.
10. Babourova O.V., Frolov B.N., Zhukovsky V.Ch. Gauge field theory for the Poincaré–Weyl group // *Phys. Rev. D*. 2006. V. 74. P. 064012–1–12 (gr-qc/ 0508088, 2005).
11. Бабурова О.В., Жуковский В.Ч., Фролов Б.Н. Модель пространства Вейля–Картана на основе калибровочного принципа // *ТМФ*. 2008. Т. 157. № 1. С. 64–78.
12. Babourova O.V., Frolov B.N., Zhukovsky V.Ch. Theory of Gravitation on the Basis of the Poincaré–Weyl Gauge Group // *Gravit. Cosmol. (Гравитация и космология)*. 2009. V. 15, No 1. P. 13–15.
13. Dirac P.A.M. Long range forces and broken symmetries // *Proc. Roy. Soc. A*. 1973. V. 333. P. 403–418.
14. Бабурова О.В., Фролов Б.Н. Математические основы современной теории гравитации. М.: МПГУ, Прометей, 2012. 128 с.
15. Babourova O.V., Frolov B.N. Dark energy as a cosmological consequence of existence of the Dirac scalar field [Электронный ресурс] // *ArXiv:1410.1849 [gr-qc]*. 2014. 8 p.
16. Babourova O.V., Frolov B.N., Kudlaev P.E., Romanova E.V. Spherically symmetric solution of the Weyl–Dirac theory of gravitation and possible influence of dark matter on the interplanetary spacecraft motion [Электронный ресурс] // *ArXiv: 1708084 [gr-qc]*. 2016. 9 p.
17. Iorio L. Gravitational anomalies in the solar system? // *Intern. J. Mod. Phys. D*. 2015. V. 24, No. 6. 1530015. 37 p.
18. Babourova O.V., Frolov B.N., Kudlaev P.E. Axially Symmetric Solution of the Weyl–Dirac Theory of Gravitation and the Problem of Rotation Curves of Galaxies // *Gravit. Cosmol. (Гравитация и космология)*. 2018. V. 24. Iss. 2. P. 118–121 (arXiv:1611.08251 [gr-qc]. 2016. 7 p.).
19. Babourova O.V., Frolov B.N. On the exponential decrease of the “cosmological constant” in the super-early Universe // *J. Phys: Conf. Series*. 2020. V. 1557. P. 012011.
20. Babourova O.V., Frolov B.N. Harrison-Zel'dovich scale invariance and the exponential decrease of the "cosmological constant" in the super-early Universe [Электронный ресурс] // *ArXiv: 2001.05968 [gr-qc]*. 2020.
21. Weinberg S. // *Revs. Mod. Phys.* 1989. V. 61. No 1. P. 1–23
22. Babourova O.V., Frolov B.N. Dark energy, Dirac's scalar field and the cosmological constant problem [Электронный ресурс] // *ArXiv: 1112.4449 [gr-qc]*. 2011.

23. *Бабурова О.В., Косткин Р.С., Фролов Б.Н.* Проблема космологической постоянной в рамках конформной теории гравитации в пространстве Вейля–Картана // Известия ВУЗов. Физика. 2011. № 1. 111–112.
24. *Babourova O.V., Frolov B.N., Lipkin K.N.* Gravitation theory with a Dirac scalar field in the exterior form formalism and the cosmological constant problem // *Gravit. Cosmol. (Гравитация и космология)*. 2012. V. 18. N 4. P. 225–231.
25. *Babourova O.V., Frolov B.N.* Dark Energy as a Cosmological Consequence of Existence of the Dirac Scalar Field in Nature // *Phys. Res. Intern.* 2015. V. 2015. Article ID 952181. P. 952181–952186.
26. *Гринштейн Дж., Зайонц А.* Квантовый вызов. Современные исследования оснований квантовой механики. Долгопрудный. Издательский Дом «Интеллект», 2008. 400 с.
27. *Массер Дж.* Нелокальность. «Альпина Диджитал», 2018. 430 с.

EXACT SCALE INVARIANCE IN THE ERA OF THE BIG BANG BEGINNING AS A PROBLEM OF FUNDAMENTAL PHYSICS

B.N. Frolov

Moscow Pedagogical State University

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

Abstract. Based on the ideas of E. Harrison and Ya.B. Zel'dovich, a hypothesis is formulated on the exact scale symmetry of the Universe in the era of the Big Bang beginning and on the cause of the Big Bang as a spontaneous violation of exact scale invariance. It is argued that this concept of exact scale symmetry is a challenge to modern concepts of fundamental physics in the mathematical, physical, cosmological, quantum-mechanical and metaphysical aspects. Each of the aspects is analyzed.

Keywords: large-scale symmetry, Big Bang, cosmology, fundamental physics, metaphysics.

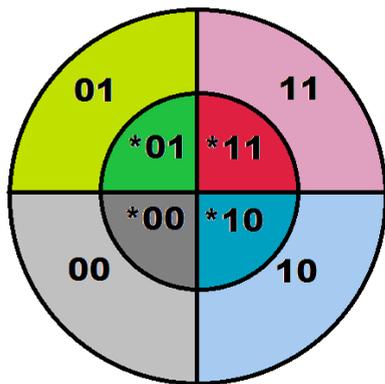
УРОВНИ СУПЕРГЕНЕЗИСА

К.И. Бахтияров¹

*Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева
Российская Федерация, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49*

Аннотация. Предлагается введение дополнительных уровней вместо дополнительных измерений – *суперциклы* вместо *суперструн*. Дана новая интерпретация 4-значной логики Я. Лукасевича как логики генезиса, а на её основе построены 16-значная логика сознания и 64-значная логика метафизики. Фрактальность многоуровневости обеспечивает сразу целостное знание. Используя логическую машину Луллия, можно построить метафизические часы.

Ключевые слова: генезис, иерархия, фрактальность, многоуровневость, суперциклы, шифтинг, метафизические часы.



Он знает всё, что предварило их приход
И что последует за их уходом.

А им из знания Его назначено постичь
Лишь малость ту, что Он дозволит.

КОРАН. Сура 2: 255 (пер. В.М. Пороховой)

Луллий привносит в память движение.
Фигуры его искусства, на которых
нанесены буквенные обозначения
Идей, не стоят на месте, а возвращаются.

Френсис Йейтс. Искусство памяти

The mind is a time machine that travels
backwards in memory and forwards in prophecy.

David Lodge. A Man of Parts

Разум – это машина времени, которая движется назад в памяти (Past in the Future) и вперед в пророчестве (Future in the Past). Согласно Р. Пенроузу необходимо исследовать природу разума.

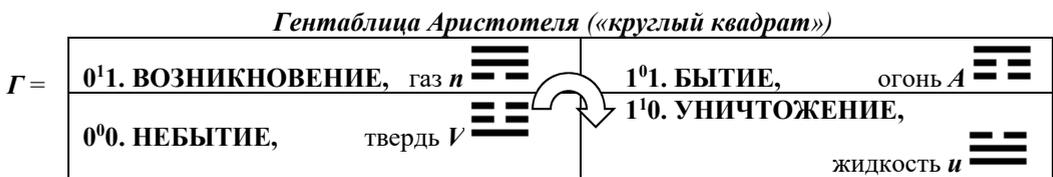
¹ E-mail: kamil.bakhtiyarov@gmail.com

1. Принцип генезиса: возникновение и уничтожение (проблема таблиц Аристотеля)

В первых главах «Физики» (О физических началах, гл. 1–5) Аристотеля утверждается тринитарность процесса возникновения: «С одной стороны, начал не больше, чем противоположностей, ... с другой же стороны, их не вполне два, а три» [1. С. 77]. **Возникновение является третьим термином, описывающим переход из небытия в бытие.** В последних главах «Физики» (О движении, гл. 6–8) постулируется: «Больше всего затруднений доставляет вопрос о возникновении движения, которого раньше не было» [1. С. 226]. Особое место занимает его трактат «О возникновении и уничтожении», где отчетливо впервые был сформулирован принцип генезиса: «Возникать и гибнуть – это то же, что качественно изменяться... Существуют две вещи – сущее и не-сущее, огонь и земля... простой переход в не-сущее – это простое уничтожение, а переход в простое сущее – это простое возникновение». Аристотель различал возникновение (γένεσις [генезис]) и уничтожение (φθορίου [фтора']). Фактически – это синтез процессуального и субстанционального мышления. «Материя – это субстрат возникновения и уничтожения» [1. С. 385].

В 1-й таблице Аристотеля – квадратной логтаблице [1. С. 301] доминанты: БЫТИЕ и НЕБЫТИЕ, срастаясь, образуют Вечность с ее аритмией (arítmōz). Фактически это – четырехзначная логика Белнапа [3. С. 159]. Во 2-й таблице Аристотеля – круглой гентаблице [1. С. 303], образуется циклическое время [2. С. 55; 3. С. 152, 169]. Круглое символизирует движение, ведь на квадратных колесах не поедешь. Время является колесом жизни, циклом агросезонов: **00 зима** → **01 весна** → **11 лето** → **10 осень**.

Впервые предлагается бинарное кодирование ключевых терминов Аристотеля: ВОЗНИКНОВЕНИЕ = 01 и УНИЧТОЖЕНИЕ = 10. Доминанты альфа **A** и бета **B** [1, с. 303] даны в предложенных мною бинарных кодах как *max A = 11* и *min V = 00*.



Принцип Аристотеля развивает Ибн Сина. В его «Науке возникновения и уничтожения»: «Первоматерия есть субстрат всех материальных предметов и процессов, условие индивидуализации формы, души и разумной способности. Конкретными ее видами являются земля, вода, воздух и огонь, из которых образуются все тела, а главными сущностными акциденциями (атрибутами) – движение, пространство, время. Вместе с тем первоматерия – изменчивая субстанция, что проявляется в постоянном переходе друг в друга четырех элементов и обновлении конкретных форм бытия предметов» [6]. Первоматерия есть субстрат всех предметов (первозлементы: 00. Земля, 01. Воздух, 11. Огонь, 10. Вода)

и процессов (первопроцессы: 00. небытие, 01. возникновение, 11. бытие, 10. уничтожение), изменений, которые обусловлены природным циклом. Это четыре столпа, управляющие четырьмя сторонами света.

2. Принцип супергенезиса

(проблема концентрических таблиц Ибн Араби и Раймонда Луллия)

Принцип генезиса (генматрица Γ) развил Ибн Сина. Ибн Араби и Раймонд Луллий могут считаться создателями фрактальной логики супергенезиса. **Аналитически выражает принцип фрактальности супергенматрица Б.Г. Румера Γ^2** , являющаяся левым тензорным произведением матрицы микросвойств на матрицу макросвойств:

$$\Gamma^2 = \Gamma \otimes \begin{pmatrix} n & A \\ V & u \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Gamma n & \Gamma A \\ \Gamma V & \Gamma u \end{pmatrix}.$$

Ибн Араби считает, что «требуемое обозначилось, раз ты наметил разряды. Эта идея нашла наиболее полное выражение в концентрических кругах Ибн Араби. Приведем базовую матрицу в моих кодах: в отличие от римской арабская запись чисел использует **разряды** десятков и единиц (аналоги господ и рабов). Например: XI = 11. Арабская идея позиционности нашла полное выражение в концентрических кругах (*La production des ciecles*).

Супергенматрица Ибн Араби («концентрические круглые квадраты»)

$\Gamma^2 =$	01. LA PAROLE. РЕЧЬ	11. LA VOLONTÉ. ВОЛЯ
	01. Parlant. Говорящий	11. Volontaire. Волящий
	00. Puissant. Могущий	10. Savant. Знающий
	00. LA PUISSANCE. МОГУЩЕСТВО	10. LA SCIENCE. ЗНАНИЕ

Невольно приходит на ум французская поговорка: *Vouloir c'est pouvoir* (Хотеть значит мочь).

Не случайно арабская круглая печать заменила квадратную в Европе. **Идея концентрических кругов** Ибн Араби также была позднее реализована в логической машине Раймонда Луллия. Его логическая машина, которой восхищался Лейбниц, состояла из концентрических колес, на которых были написаны ключевые слова. Дж. Свифт в «Путешествии в Лапуту» высмеял ее как претензию на машину, позволяющую писать книги любому человеку по любому вопросу, просто вращая эти колеса и диктуя образовавшиеся строки писцам. Вращая круги, получаем различные комбинации первоэлементов. В действительности идея позиционности оказалась исключительно прогрессивной. В отличие от иероглифической римской записи числа *одиннадцать*: XI = 11 позиционная арабская запись чисел использует разряды десятков и единиц (аналоги господ и рабов). После каждого поворота кругов получаем новые диаграммы, что позволяет помимо первоэлементов записывать различные пере-состояния типа перегретого пара или переохлажденной жидкости. Например, фазовый переход при охлаждении: *10 вода* → *00 лед* может быть описан через промежуточные стадии: *10 10 вода* → *00 10 переохлажденная*

вода $\rightarrow 00\ 00$ лед, что выражает: *не совсем так* и *совсем не так* – внешнее и внутреннее отрицание, соответственно, что впервые было у Аристотеля [1. С. 301].

В древнекитайской «Книге перемен» предложена развернутая система статики и динамики. Под ее влиянием великий Лейбниц создал двоичную систему и поставил проблему создания универсального языка. В качестве первоэлементов выделены четыре базовые триграммы, и автором впервые предложено их бинарное кодирование. Доминанты $A = 1^01$, $V = 0^00$ имеют нулевой индекс перемен (если тождество координат $X = Y$, то $t = 0$). Недоминанты $n = 0^11$, $u = 1^10$ имеют ненулевой индекс перемен (если различие координат $X \neq Y$, то $t = 1$). Это дает бинарное кодирование генетического кода и психотипов в соционике. Каждое значение этой многозначной логики представляет собой пару троек вида X^tY , где X – первая координата, Y – вторая координата и третья дополнительная координата t . Это – параметр, верхний *индекс перемен* координат. Пары троек образуют выделенное число 6, которое включает в себя двоичность и троичность, характерную для метафизики, по мнению физика-теоретика профессора Ю.С. Владимирова [5. С. 414].

Универсальный язык восходит к знакам алхимиков для четырех состояний вещества: твердое $V = 00 \equiv \equiv \nabla$, жидкое $u = 10 \equiv \equiv \cup$, газообразное $n = 01 \equiv \equiv \cap$, огонь $A = 11 \equiv \equiv D$. Сочетания триграмм образуют гексаграммы. Бинарные символы допускают интерпретацию круговорота воды в природе: $0^00\ 0^00$ зимний лед $\rightarrow 0^11\ 0^11$ весенний пар $\rightarrow 1^01\ 1^01$ летний огонь $\rightarrow 1^10\ 1^10$ осенняя вода.

Динамизм Лейбница является критикой геометризма Декарта. Монаде присущи и свойства волны A , и свойства частицы V одновременно. Действительно, «в пространстве первоначальное положение и обращенное не отличаются друг от друга», а во времени это означает изменение порядка последовательности – рождение 01 превращается в смерть 10 . Принципиально важна присущая стреле времени асимметрия вместо симметрии пространства. «Нашей лучшей мерой времени является до сих пор вращение Земли вокруг своей оси... и часы служат для деления этой меры» [12. С. 152]. Принцип действия часов отображал *более возвышенную логику* Природы, выражающую организацию бытия и самого божественного разума. Наша теория – это тени подлинного порядка, установленного в Природе, недаром *qeorgia* [теория] переводится как «*видение Бога*». Инь Ян – древний символ, выражающий природный цикл, фигурирует на гербе Нильса Бора. В суточном цикле время изменяется от ночи и восхода солнца на востоке к его зениту днем на юге и закату на западе, а в годовом цикле – от зимы и весны к лету и осени. Время является циклом агросезонов, колесом жизни.

Самый факт начала подразумевает неизбежность конца. «Мы находим в себе самих силу начинать или не начинать, продолжать или кончать» [12]. В бинарном коде 01 или 00 , либо 11 или 10 . Время свободно катится через *небытие* 00 – рождение 01 – жизнь 11 – смерть 10 . То, что мы называем

рождениями, представляет собой развития (developments) и увеличения; а то, что мы называем смертями, есть свертывания (envelopments) и уменьшения». Это – преформации, метаморфозы монады. Многообразие того, что изменяется, не начинается и не кончается, а развивается и свертывается.

Монадология как *многоаспектность единого* является теорией универсального языка. Универсальное означает единовращение (от латинского глагола *vertere* = вращать), то есть способность единого поворачиваться разными гранями [21]. Универсум – это единовращатель. *Тик-так* – его фазы. Каждое *тик* 01 – начало, возникновение, развертывание, каждое *так* 10 – конец, исчезновение, свертывание. История повторяется, закручиваясь в спираль вроде ДНК.

3. Логика супергенезиса

Итак, ОДНОУРОВНЕВУЮ МОДЕЛЬ предложил Аристотель как принцип генезиса [1], а ДВУХУРОВНЕВУЮ МОДЕЛЬ как принцип супергенезиса выдвинул Ибн Араби, а позже он был реализован в логической машине Раймунда Луллия [2]. Используя её, можно построить **Фрактальный 4 × 4 Луллиевый квадрат 16-значной логики супергенезиса:**

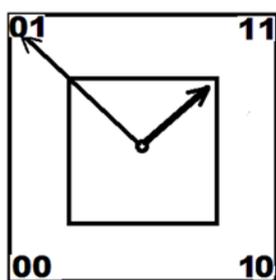


Рис. 1

01. <i>возникающее</i>	11. СУЩЕСТВУЮЩЕЕ
*01. <i>возникновение</i>	*11. БЫТИЕ
*00. НЕБЫТИЕ	*10. <i>исчезновение</i>
00. НЕСУЩЕСТВУЮЩЕЕ	10. <i>исчезающее</i>

Используя логическую машину Луллия, можно построить *метафизические часы* (с двумя стрелками). Например, на рис. 1 метафизические часы показывают 01 11 – *возникающее бытие*. Аналогично можно представить 01 01 – *возникающее возникновение* («начало начал»). Лейбниц предложил бинарный код, используя идею триграмм, а в представленном мною *двухуровневом бинарном коде* использована идея гексаграмм. Недаром Б.В. Бирюков считал логическую машину в «*Ars Magna*» Луллия провозвестником искусственного интеллекта [5].

Грамматическое Время (tense) можно визуально представить аналогичным образом в виде **Фрактального Луллиевского квадрата:**

01	11
*01	*11
*00	*10
00	10

01. <i>Indefinite</i>	11. Continuous
*01. <i>Present</i>	*11. Future
*00. Past	*10. <i>Future in the Past</i>
00. Perfect	10. <i>Perfect Continuous</i>

А.Г. Битов использовал 16 времен английского глагола в качестве оглавления романа «Преподаватель симметрии». Именно он навел меня на решение проблемы. Новым явилось построение двухуровневой Машины времени.

Матрица циклов истории является синтезом Машины времени и Машины разума. Имеют место *12-летние циклы исторического времени*. ТРЕХУРОВНЕВУЮ МОДЕЛЬ представим в виде разверток на двух листах, описывающих переход, *шифтинг*, который происходит через гросс лет – 144 года.

		♣1881 1917	1894 1905
♦1953 1990	1964 1976	♥1990 2025?	2000 2014
♠1917 1953	1929 1941	♣2025? 2061?	2037? 2049?

Первый уровень описывает 36 лет, второй уровень – 144 года, далее выход на третий уровень – дорога в будущее – «Time and Again» (почти по Дж. Финнею). Введем три межвременных оператора Ctrl, Alt, Shift, которые описывают сроки 36 лет, $2 \times 36 = 72$ года, $4 \times 36 = 144$ года соответственно. Например, Ctrl♠=♦, Alt♠=♥.

Спустя гросс (дюжина дюжин) лет после коронации Александра II произошла инаугурация второго президента России: $1856 + 144 = 2000$, что согласуется с будущим летоисчислением согласно роману Г. Уэллса «Когда спящий проснется». Спустя гросс лет после царя ♣Александра III – Миротворца был бы *вовремя в масть* Нью-Миротворец.

Заметим, что алхимики давно использовали для первоэлементов как доминанты-экстремумы треугольники ∇ и Δ – сильные знаки земли и огня, а для слабых знаков воды и воздуха – усеченные треугольники. При интерпретации древнекитайской «Книги перемен» их называют *доньшки* и *крышки* [10].

“Доньшкам” соответствуют слабый ☵ = ∪ и сильный ☷ = ∇ минимумы. Эти триграммы с двумя и одной сплошными нижними чертами можно образно различать как мелкую и глубокую тарелки. Будем рассматривать четыре знака триграмм как стилизованные знаки экстремумов:

	слабые ☵ ☷	сильные ☷ ☵
Огненные ☲ ☳	01 ∪ ☲ ☳	11 Δ ☲ ☳
Водяные ☱ ☴	10 ∪ ☱ ☴	00 ∇ ☱ ☴

Не случайно исследование функций для построения графиков основано на нахождении экстремумов (максимумов и минимумов). Статик ставит точку (НЕБЫТИЕ $Min V = 00$), а Динамик гонит волну (БЫТИЕ $Max \Delta = 11$).

Будем *наполнять* \cap до самого максимума Λ и *убавлять* \cup до самого минимума V , что образует полный цикл.

Воспользуемся изоморфизмом моделей сознания и физики. МАКРОУРОВЕНЬ: для диады **ПРОСТРАНСТВО** и **ВРЕМЯ** промежуточными элементами являются *Пространство-Время (СТО)* и *Время-Пространство (ОТО)*. МИКРОУРОВЕНЬ: для диады: **ЧАСТИЦА** и **ВОЛНА** промежуточными элементами являются квантовые *Частица-Волна* и *Волна-Частица*.

В неклассической макропарадигме Пространство-Время *01 есть четыре системы. **Полевая 01** и **геометрическая 11**. Это – *крышки*, где 01 01 низкая *крышка*, а 11 01 высокая *крышка*. **Реляционная 00** и **гравитационная 10**. Это – *тарелки*, где 00 01 глубокая *тарелка*, а 10 01 мелкая *тарелка*. Здесь надо выбирать: глубокая или мелкая *тарелка*? Этого иногда не делают [7].

Я выбрал 00 = V  – глубокую тарелку для реляционной системы! Это – *Perfect Present*. В классической макропарадигме *00 необходимо различать частицы 00 и волны 11, а в квантовой макропарадигме *11 необходимо различать электроны 01 и фотоны 10.

В теории суперструн используются дополнительные измерения. Вместо этого предлагается введение более глубокого дополнительного уровня суперэлементов – перейти от *триграмм* к *гексаграммам*, как это делается в древнекитайской «Книге перемен». Это генерирует «удвоенный разум».

Базовыми будут:

Частица Пространства 00 00 =  и Волна Времени 11 11 = 

Они могут оказать существенную помощь в качестве *символов* реальности второго порядка [3].

Полная комбинаторика потребует введения **ДВУХУРОВНЕВОЙ МОДЕЛИ**. Это будет **Фрактальный 4 × 4 квадрат 16-значной логики**.

01 Частица-Волна	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">*01 Пространство-Время</td> <td style="padding: 2px;">*11 Время</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">*00 Пространство</td> <td style="padding: 2px;">*10 Время-Пространство</td> </tr> </table>	*01 Пространство-Время	*11 Время	*00 Пространство	*10 Время-Пространство	11 Волна
*01 Пространство-Время	*11 Время					
*00 Пространство	*10 Время-Пространство					
00 Частица	10 Волна-Частица					

Два уровня можно представить одним циферблатом с двумя стрелками, как в часах.

Для *диады* Масса Частицы – Энергия Волны в релятивистской квантовой механике промежуточными терминами являются *масса-энергия частицы-волны* и *энергия-масса волны-частицы*. В специальной теории относительности имеем эквивалентность массы и энергии по формуле $E = mc^2$. С этой формулой ассоциируется мощь атомной энергии – *масса-энергия* в АЭС при реакциях ядерного распада. Согласно С. Хокингу, релятивистская квантовая механика должна объединить в себе общую теорию относительности

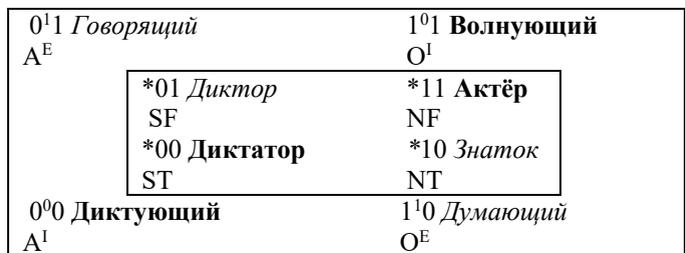
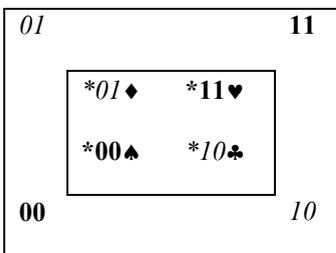
и квантовую механику, что изначально может быть сделано по эстетическим или метафизическим соображениям.

Для описания скрытых переменных потребуется введение ТРЕХУРОВНЕВОЙ МОДЕЛИ. Три уровня можно представить одним циферблатом с тремя стрелками. Четыре макропарадигмы ****00**, ****11**, ****01**, ****10**, как своеобразные кванторы существования, порождают 64 триплета **суперциклов**, введение которых в *трехуровневой модели метафизики* может способствовать описанию суперчастиц темной материи и суперволн темной энергии.

Фрактальная симметрия иерархии лежит в основаниях полной классификации физических теорий в **Теории всего**. Предлагается введение 64-значной неаристотелевой логики высшего уровня как трехуровневой модели теории всего. Здесь очень важно выполнение **принципа фрактальности**, ибо парадигма каждого начала повторяет парадигму целого [4]. Отметим, что на Луллиевых кругах Джордано Бруно разместил значительно больше букв, чем в каком-либо из искусств самого Луллия. Бруно был **захвачен числом тридцать**, что соотносится с идеей «тридцати божественных атрибутов» [11]. Трехуровневый принцип был применен в начале XX века в радиотехнике. В супергетеродинном приемнике радиочастота (ВЧ) не преобразуется непосредственно в звуковую (НЧ), а сначала в фиксированную промежуточную частоту (ПЧ).

Основой дуалистической теории является матрица **парных отношений** для циклической зависимости. обстоятельный анализ, проведенный Ю.С. Владимировым, помог мне вскрыть логику законов Природы [6; 8]. **ФРАКТАЛЬНЫЕ ПАРЫ МАКРО- И МИКРОДОМИНАНТ: пространство-время и корпускула-волна**. Согласно М.А. Маркову, возможность объединения макро- и микросвойств не менее удивительна, чем объединение **корпускула-волна**. Микрофакторами являются фазовые вклады испущенного, но ещё не поглощенного излучения. Макроскопические пространственно-временные понятия уходят своими корнями в микромир, согласно П.К. Рашевскому, который также выступал против догматического взгляда на «монопольное положение натурального ряда». С точки зрения Р. Пенроуза, евклидова структура возникает из комбинаторных правил. Итак, главное – **ПОСТИЧЬ ПАРАДИГМУ БИНАРНОСТИ**.

В луллиевом квадрате вращение квадратов Машины разума порождает все 16 психотипов К. Юнга. *Высший уровень необходим, чтобы создать мыслящих существ, согласно Р. Пенроузу. Получаем Луллиев квадрат разума:*



Микротриады: X^dY , где индекс $d = |X - Y|$. На микроуровне: A/O (stAbile/mObile) и индексы^{I/ E} (**Introversion/Extraversion**). На макроуровне: S/N (Sensation–iNtuition) и T/F (Thinking–Feeling) [2].

Волнующий Актёр является **диалектиком** – макродинамиком, а Диктующий Диктатор является **логиком** – макростатиком. Примером гармоничной пары являются: 01 01 – 11 10 Михаил и Раиса Горбачевы – Говорящий Диктор и Волнующий Знаток.

Принцип генезиса был впервые сформулирован в трактате Аристотеля «О возникновении и уничтожении». Постепенно преодолеваются трудности понимания таблиц Аристотеля, описывающих четверицу *первопроцессов* и *первоэлементов*. Имеем две доминанты: 11 бытие и 00 небытие и два перехода между ними: 01 возникновение – становление бытия из небытия, исчезновение 10 – становление небытия из бытия. Цикл формирует вращение в гентаблице, и нет необходимости привносить вращение вручную извне, ибо оно ему имманентно присуще. «**Стереоблеск**» суперпозиции *процессов* 01 возникновение – 10 уничтожение адекватен для ситуации неопределенности в квантовой логике. Стереопара черного и белого дает не серость, а **мерцающий блеск** противоположностей (Ч. Уитстон). Это объясняет парадокс **кота Шрёдингера**, который вводится для наглядного представления ситуации неопределенности. Вспомним также стереоэффект времени – печенье *petite madelaine* (своеобразное “*déjà vu*”).

Компьютерам пока недоступно творческое мышление, привлекающее внимание своей поразительной эффективностью благодаря применению парадоксальных метафор. Генетический код позволил нам заглянуть в кухню Природы и познать принципы становления нового, разложив все по уровням, а не просто по полочкам, что облегчает качественный скачок на высший уровень. Используя логическую позиционность и всего четыре буквы, как в генетике, можно легко прививать ветви логического дерева по принципу подобия без введения новых символов. Предлагается введение дополнительных уровней вместо дополнительных измерений – суперциклы вместо суперструн. Фундаментальные суперэлементы представляют триплеты триграмм.

Дана новая интерпретация 4-значной логики Лукасевича как аристотелева генезиса (небытие – возникновение – бытие – исчезновение), и на её основе построена 16-значная неаристотелева логика метагенезиса как двухуровневая машина времени – система грамматических Вреён (4 времени × 4 видовые формы). Лишь после построения логики искусственного интеллекта становится возможным всерьёз говорить о его построении. Выгоды и проблемы, которые сулит грядущая революция, очевидно, окажутся грандиознее тех, что принесла с собой эра персональных компьютеров [9]. Но оригинален был только Создатель, который давно всё придумал и создал, ибо **в генкоде** используется трехуровневая фрактальная модель.

Литература

1. *Аристотель*. О небе // Соч.: в 3 т. М.: Мысль, 1981. С. 302, 303.
2. *Бахтияров К.И.* Логика и психогенетика с точки зрения информатики. 3-е изд. М.: УРСС, 2014. С. 127.
3. *Бахтияров К.И.* Принципы универсального языка. Проблема Универсальной характеристики Лейбница / Principles of Universal Language. The problem of the Leibniz's Universal characteristic. М.: URSS, 2016. С. 79.
4. *Бахтияров К.И.* Генезис триады // Метафизика. 2019. № 3(33). С. 63–70.
5. *Бахтияров К.И.* Начало начал метафизики // Основания фундаментальной физики и математики: материалы III Российской конференции. М.: РУДН, 2019. С. 225–229.
6. *Владимиров Ю.С.* Метафизика. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2002. С. 471.
7. *Владимиров Ю.С., Ван Хунбо.* Классификация физических теорий и китайские триграммы // Основания фундаментальной физики и математики: материалы III Российской конференции. М.: РУДН, 2019. С. 232.
8. *Владимиров Ю.С.* Предпосылки создания в России научной школы «Основания фундаментальной физики и математики» // Метафизика. 2019. № 4 (34). С. 12–34.
9. *Гейтс Б.* Дорога в будущее. Чтение по Ицзин. М.: Русская Редакция “Channel Trading Ltd.”, 1996. С. xi.
10. *Изон К.* Чтение по Ицзин. М.: ЭКСМО-Пресс, 2002. С. 29, 35.
11. *Йейтс Ф.* Искусство памяти. СПб.: Университетская книга, 1997.

THE LEVELS OF THE SUPERGENESIS

K.I. Bakhtiyarov²

*Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy
49, Timiryazevskaya St., Moscow, 127550, Russian Federation*

Abstract. Multi-level fractality provides immediate holistic knowledge. It is proposed to introduce additional levels instead of additional dimensions – supercycles instead of superstrings. A new interpretation of the 4-digit logic of Y. Lukasevich as the logic of Genesis is given, and on its basis it is built 16-digit logic of consciousness and 64-digit logic of metaphysics. Using the logical machine of Lullius you can build a metaphysical clock.

Keywords: genesis, hierarchy, fractality, multi-level, supercycles, shifting, metaphysical clock.

² E-mail: kamil.bakhtiyarov@gmail.com

ТАБЛИЦА МЕНДЕЛЕЕВА

DOI: 10.22363/2224-7580-2020-3-111-130

ТАБЛИЦА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

А.Ю. Грязнов

*Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова
Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинские горы*

Аннотация. Рассматриваются три подхода к проблеме систематизации химических элементов: по атомному весу (Менделеев), структуре электронной оболочки (Томсон, Бор) и структуре ядра (Буртаев). Обсуждаются трудности первых двух подходов и указываются пути их разрешения на основе представлений о структуре атомных ядер, развиваемых Ю.В. Буртаевым.

Ключевые слова: таблица Менделеева, периодический закон, система элементов, структура атомных ядер, ядерная физика, кластеры, модель атома.

Другого ничего на свете нет...

Ни здесь, ни там – в космических глубинах.

Всё: от песчинок малых до планет

Из элементов состоит единых.

Степан Щупачёв

Систематизация химических элементов по атомному весу

В 2019 году исполнилось 150 лет первому варианту таблицы Менделеева. В дальнейшем таблица дополнялась и видоизменялась, приобретая окончательный авторский вид в начале XX века. Однако до сих пор не утихают споры о том, какой должна быть идеальная периодическая таблица элементов. В учебной литературе встречается разнобой. Например, в таблице, напечатанной в учебнике Д.В. Сивухина, инертные газы помещены в восьмую группу, а в учебном пособии «1001 задача по физике» – в нулевую, водород же в первой таблице помещен как в группу IA, так и в группу VIIA, а во второй – только в группу IA, как у Д.И. Менделеева.

Все варианты своей таблицы Дмитрий Иванович называл периодическим законом. Так, уже в 1869 году Менделеев провозгласил: «Элементы, расположенные по величине их атомного веса, представляют явственную *периодичность* свойств» [1. С. 52]. Однако строго закона не выходило. Например, 8 элементов в таблице 1871 года (Os, Ir, Pt, Au, Te, I, Ni, Co) были расположены вопреки известным в то время их атомным весам. Это противоречит распространенному мнению, будто бы Менделеев открыл периодический закон, просто расположив элементы в порядке возрастания их атомного веса. Кроме того, русский ученый изменил атомные веса 7 элементов (In, La, Y, Er, Ce, Th, U) и допустил необходимость существования целого ряда еще не открытых элементов, чего никто и никогда до него не делал. Выходит, Менделеев, продираясь через бурелом противоречивых данных, прописал для природы свой закон и на его основе начал оценивать и исправлять эмпирический материал¹. Что же это за закон? Об этом – ниже.

Характерны заголовки разделов в статье 1871 года «Периодическая законность химических элементов»: Применение закона периодичности к определению атомных весов мало исследованных элементов; Применение закона периодичности к определению свойств не открытых еще элементов; Применение закона периодичности к исправлению величины атомных весов; Применение закона периодичности к дополнению сведений о формах химических соединений. В этой статье Менделеев детально предсказал свойства новых элементов с вероятными атомными весами 44, 68 и 72. Это похоже на прозрение: ум теоретика видит то, чего еще нет в опыте. Неудивительно, что многим такой подход казался слишком рискованным, и предсказания Менделеева воспринимались как грезы. «Да оставьте Вы меня в покое с этими догадками! – писал Менделееву его учитель – соавтор открытия спектрального анализа Роберт Бунзен. – Такие правильности Вы найдете между числами биржевого листка!»

Поэтому Дмитрий Иванович, в соответствии с научной методологией познания, полагал, что «было бы немаловажным приобретением для теоретической стороны предмета, если бы хотя один из ожидаемых элементов был с положительностью открыт, и свойства его оказались такими, какими можно представлять их себе при сравнениях, основанных на естественной системе».

И вот в 1875 году француз Лекок де Буабодран открывает галлий, предсказанный Менделеевым под названием экаалюминий. Примечательно, что Буабодран, по мнению русского химика, неверно определил атомный вес открытого им элемента. Каково же было удивление французского ученого, когда проверка показала, что прав Менделеев, у которого в руках не было ни одного атома нового элемента!

Через четыре года швед Ларс Нильсон объявляет об открытии скандия, оказавшегося тождественным менделеевскому экабору. Но настоящий

¹ В связи с этим приходит на ум высказывание А. Эйнштейна о том, что только теория говорит, что на самом деле наблюдается. Теория становится нитью Ариадны в лабиринте экспериментальных данных.

триумф наступил, когда немец Клеменс Винклер открыл германий. «Нет никакого сомнения, что вновь найденный элемент есть не что иное, как предсказанный 15 лет тому назад Менделеевым эксилиций. Едва ли можно найти иное, более поразительное доказательство справедливости учения о периодичности как осуществление гипотетического эксилиция во вновь открытом элементе. Это не просто подтверждение смелой теории: здесь мы видим очевидное расширение химического кругозора, мощный шаг в область познания», – писал Винклер в своей статье 1886 года.

К 1890 году было получено подтверждение ряда измененных Менделеевым атомных весов. После этого Фридрих Энгельс имел полное основание утверждать, что «Менделеев совершил научный подвиг, который смело можно поставить рядом с открытием Леверье, вычислившего орбиту еще неизвестной планеты – Нептуна».

Однако реальная история науки гораздо запутаннее любых ретроспективных ее изложений. На самом деле ученые почти всегда имеют дело с так называемым «хаосом ощущений», то есть огромным массивом противоречивых экспериментальных данных. И отделить зерна от плевел по силам только выдающимся умам, способным выделить существенное и отбросить всевозможные «помехи». Так было и с периодическим законом Менделеева. Ведь что творилось, к примеру, с редкими землями? Только в период с 1878 по 1910 год было зафиксировано не менее 90 ложных открытий редкоземельных элементов! «Это было море ошибок, и истина в нем утонула!» – писал открыватель лютеция французский химик Ж. Урбэн.

А история с инертными газами чего стоит! В первых вариантах таблицы нет гелия. «В то время (1869–1971 гг.), когда устанавливался периодический закон, совершенно были неизвестны и вовсе непредвидимы такие недействующие в химическом смысле элементы, как аналоги аргона (He, Ne, Kr и Xe)...» – писал Менделеев в 8-м издании (1906 г.) «Основ химии» [2. С. 259]. А ведь гелий был открыт в 1868 году в солнечной короне с помощью спектрального анализа. Но то на Солнце! И Менделеев полагал, что неизвестная ранее спектральная линия (линия D₃) может принадлежать водороду, находящемуся в столь экстремальных условиях. Сомнения отпали лишь тогда, когда в 1895 году Вильям Рамзай и Вильям Крукс открыли земной гелий. А за год до этого Рамзай и Рэлей обнаружили в атмосфере Земли аргон (в смеси с другими благородными газами, о чем первоначально не догадывались). И это было настоящим испытанием для периодического закона Менделеева, ведь аргон не вписывался в таблицу элементов естественным образом. Положение могло бы спасти обнаружение других инертных газов, которые составили бы свою особую группу элементов. Открытие земного гелия подошло как раз кстати. Но этого было мало. И вот Рамзай, веря в периодический закон, в 1897 году произносит речь под названием «Неоткрытый газ» (тяжелее гелия и легче аргона). Так был предсказан неон. Но по воле случая (в мае 1898 года) сначала был открыт более тяжелый аналог аргона – криптон. Это несколько не смутило Рамзая, и в сообщении об открытии криптона он

уверенно заявил, что «неоткрытый газ» будет открыт в ближайшее время, что и произошло. И практически сразу был обнаружен еще один представитель благородного семейства – ксенон. Таким образом, менее чем за два месяца было открыто три новых химических элемента. Такого история химии еще не знала. И таблица Менделеева, выражающая его периодический закон, была спасена [5].

Была, правда, одна неприятность (а может, и не одна). Значение атомного веса аргона как будто бы было больше, чем у калия (40 и 39 соответственно), что не позволяло поместить аргон в естественный (по возрастанию атомного веса) ряд химических элементов после хлора и перед калием. Но другого места для аргона в таблице не было. Значит, приходилось нарушать «естественную» последовательность элементов? С этим Менделееву трудно было смириться, и он до последнего сомневался в правильности измерений атомного веса аргона, приписывая ему (правда, под вопросом) значение 38 (меньше, чем у калия). Такая же история выходила и с двумя другими парами соседних элементов: кобальт – никель и теллур – йод. Дмитрий Иванович не мог приписать кобальту и теллуру больший атомный вес, чем никелю и йоду соответственно (ведь про изотопы тогда ничего не было известно!). В его таблице (опять же под вопросом) кобальту и никелю приписывается одинаковый атомный вес – 59, теллуру и йоду также одинаковый – 127². Поменять местами теллур и йод не позволяет периодический закон: теллур должен быть в одном столбце со своими гомологами (серой и селеном), а йод – со своими (другими галогенами).

Вообще говоря, вопрос о сходных элементах нетривиален. «Понятия о степени сходства нередко будут относительны и резкости или точности не представляют. Так, литий сходен в одном отношении с калием, в других с магнием, бериллий сходствует с алюминием и с магнием. В таллии... есть много сходства со свинцом и ртутью, но есть часть свойств, принадлежащих литию и калию» [2. С. 253]. Что же взять за основу? Русский химик предлагает исходить из точно измеряемой величины. «Но у элементов есть точно измеряемое и никакому сомнению не подлежащее то свойство, которое выражено в их **атомном весе**» [Там же]. Однако мало расположить элементы по возрастанию атомного веса, надо еще из всего разнообразия их свойств выделить те, которые позволят определить, какие элементы являются гомологами.

По Менделееву, элементы-гомологи дают похожие формы как высших, так и низших соединений. «Если CO₂ и SO₂ суть два газа, очень сходные как по физическим, так и по химическим свойствам, то причину этого не следует еще искать в сходстве серы с углеродом. ... Действительно между серой и углеродом сходства мало, как видно не только из того, что CO₂ есть *высшая форма* окисления, а SO₂ имеет способность окисляться в высший свой окисел SO₃, но также из всех других соединений... Наиболее между собой химически-сходственные элементы характеризуются тем, что дают предельные

² Современные значения: 58.93 (кобальт), 58.71 (никель) и 127.60 (теллур), 126.90 (йод).

соединения одинаковых форм... Сходные между собой галоиды дают и низшие, и высшие формы соединений одни и те же. Таковы же и щелочные металлы, также щелочно-земельные. ...Это сходство простирается на состав и свойства углеродистых, азотистых и водородистых соединений, более же всего оно видно в солях» [2. С. 253]. Вот в этом и заключается открытие Менделеева. Он понял, что существуют две реперные группы элементов – щелочные металлы и галогены, между которыми и нужно располагать все остальные (кроме инертных газов) в порядке возрастания атомного веса. Таким образом, если йод – галоген (галоид), то он должен стоять в таблице под другими галогенами (бромом, хлором и фтором).

Посмотрим, как Менделеев строит последний вариант своей таблицы (рис. 1), который заметно отличается от привычного для нас вида.

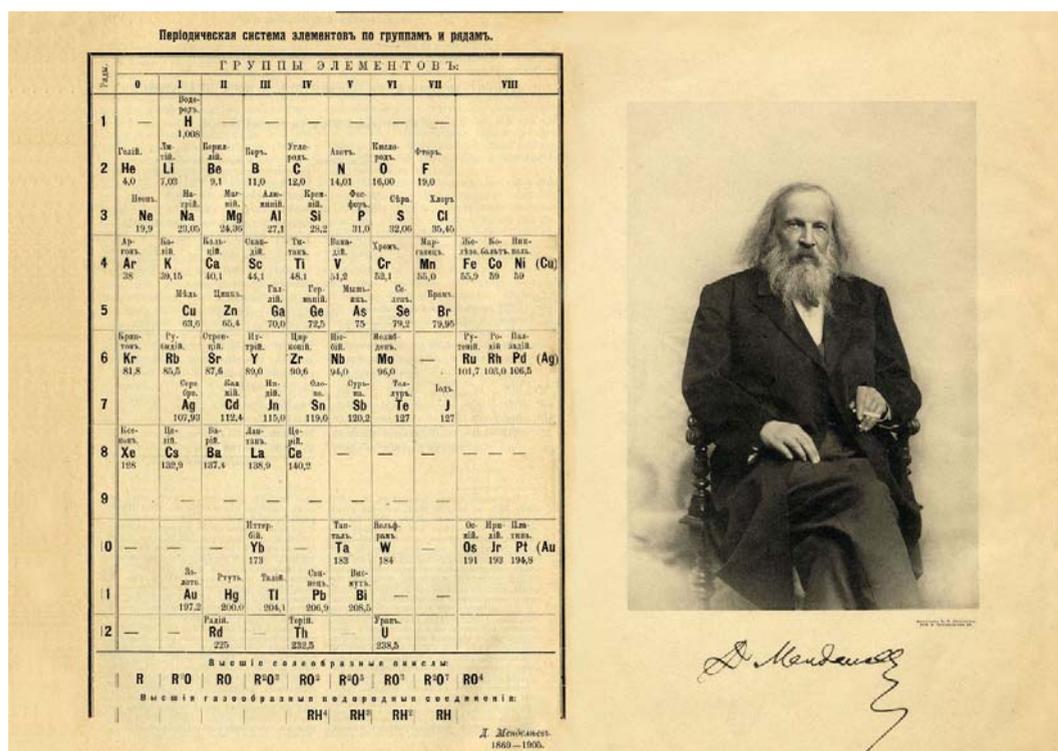


Рис. 1

Берем инертные газы и располагаем их вертикально в порядке возрастания атомного веса. Называем это нулевой группой, так как эти благородные газы химически неактивны (и, в частности, не образуют оксидов, что для Менделеева принципиально). Затем от гелия вправо располагаем по возрастанию атомного веса ближайшие элементы до фтора (это второй период³). Далее от неона вправо продельываем то же самое до хлора (получаем третий период). Это два *малых* периода. В каждом из них имеем по 8 элементов, расположенных в группах от нулевой до VII (всего пока 8 групп).

³ В первом расположен один водород.

Вместе с Менделеевым замечаем: «Элементы, обладающие наименьшими атомными весами, хотя имеют общие свойства групп, но при этом и много особых самостоятельных свойств». Гомологам «всегда свойственны и некоторые более резкие особенности, как это ясно видно при ближайшем знакомстве с органическими соединениями. Так, фтор отличается многим от других галоидов, литий – от других щелочных металлов и т.д.» [2. С. 255].

Остальные элементы расположим по *большим* периодам. Идея та же: надо двигаться по возрастанию атомных весов, начиная с инертного газа и заканчивая галогеном, так чтобы все галогены оказались в седьмой группе (все инертные газы уже находятся в нулевой). Правда, теперь в периоде от аргона (Ar) до брома (Br) имеем 18 элементов, в периоде от криптона (Kr) до йода (J) – 17 (один элемент, видимо, пока не открыт⁴), а в следующем периоде – от ксенона (Xe) и далее – вообще непонятно, сколько элементов⁵. Д.И. Менделеев отмечает: «От церия (Ce = 140) до тантала (Ta = 183) неизвестен целый большой период. Считая окислы за R₂O₃, сюда входят редкие металлы: Pr = 140, Nd = 144, Sm = 150?, Gd = 156, Tb = 160, Er = 166, Tu = 171⁶ и Yb = 173»⁷ [2. С. 264].

Как все эти элементы расположить относительно элементов малых периодов?

Принцип следующий. Разбиваем большие периоды на *четные* и *нечетные* ряды, между которыми помещаются три элемента еще одной – девятой – группы под номером VIII, ведь восьми групп уже не хватает. Она, правда, какая-то странная – в ней по горизонтали расположены три элемента.

Стараемся соблюдать следующее правило⁸. «Если в некоторой группе находятся элементы R₁, R₂, R₃ и в том ряду, где содержится один из этих элементов, например R₂, находится перед ним элемент Q, а после него элемент T, то свойства R₂ определяются по свойствам R₁, R₃, Q и T. Так, например, атомный вес R₂ = ¼ (R₁ + R₃ + Q + T). Например, селен находится в VI группе между серой (S = 32) и теллуром (Te = 127), а в 5-м ряду перед ним стоит мышьяк (As = 75) и после него бром (Br = 80). Отсюда атомный вес селена = ¼(32 + 127 + 75 + 80) = 78,5 – число, близкое к действительности» [2. С. 256]. «Такая же степень сходства, какую уже знаем между K, Rb и Cs, или Cl, Br и J, или Ca, Sr и Ba, существует и между элементами других вертикальных столбцов. Так, например, Zn, Cd и Hg представляют ближайшие аналоги магния» [Там же. С. 255].

⁴ Так оно и есть. Это технеций, открытый в 1937 году.

⁵ Мы сегодня знаем, что от ксенона до радона – 32 элемента.

⁶ Современное обозначение туллия Tm, его относительная атомная масса равна 168.93.

⁷ Дмитрий Иванович, по-видимому, точно не знает, в какие клетки таблицы поместить эти элементы (он определяет место только иттербию).

⁸ Менделеев обобщает правило триад Дёберейнера, который заметил, что если расположить три сходных по химическим свойствам элемента в порядке возрастания их атомных весов, то атомный вес среднего элемента составит среднее арифметическое атомных весов первого и третьего. Дёберейнер предложил три триады: кальций – стронций – барий (1817); литий – натрий – калий и сера – селен – теллур (1829).

Группу вместе с Менделеевым определяем, прежде всего, по «составу высших солеобразных окислов». «Первая группа дает R_2O , вторая R_2O_2 или RO , третья R_2O_3 и т.д. Форм окислов восемь, а потому и групп восемь. Два ряда дают большой период, и, следовательно, те же формы окислов в большом периоде встречаются двукратно. Например, в периоде, начинающемся с K , окислы состава RO образуются Ca и Zn , состава RO_3 – Ce и Se и т.д. Окислы четных рядов, при той же форме, обладают основными свойствами в большей мере, чем окислы нечетных рядов. А этим последним преимущественно свойствен кислотный характер» [2. С. 256].

Всматриваясь в последний вариант авторской таблицы Менделеева, мы замечаем свободные места для 14 в будущем открытых элементов (трансурановые пока не считаем): для технеция, прометия, европия, диспрозия, гольмия, лютеция, гафния, рения, полония, астата, радона, франция, актиния, протактиния. Для десяти из них в таблице имеются вполне определенные места. Для остальных четырех – неопределенные. Правда, имеются и лишние места, но их в нижней части таблицы немного. Вопросы возникают по поводу свободных мест в первом периоде, где находится один водород. Как будто Дмитрий Иванович не уверен в отсутствии в природе элементов, расположенных между водородом и гелием.

Систематизация элементов по структуре электронных оболочек

Менделеев полагал, что причину периодичности изменения физических и химических свойств элементов надо искать во внутреннем строении атомов, которое как-то связано с их массой. «Масса вещества есть именно такое свойство его, от которого должны находиться в зависимости все остальные свойства... Поэтому ближе и естественнее всего искать зависимости между свойствами и сходствами элементов, с одной стороны, и атомными их весами, с другой» [2. С. 254]. Точного закона не получилось: некоторые элементы не находили себе определенного места в таблице, даже если располагать их по возрастанию атомного веса, а сами атомные веса иногда «бунтовали», нарушая строгую периодичность, в которую верил великий русский ученый. Он не дожил до открытия атомного ядра, когда появилась новая идея – искать закон *строгой* периодичности изменения свойств элементов в зависимости от заряда ядра атома. Увы, и эта идея до конца не прошла, но попытки ее осуществления привели к тектоническим сдвигам в физике и химии. Однако обо всем по порядку.

В первой четверти XX века появилась теоретическая схема, которая претендовала на правильное обоснование периодического закона и исправление таблицы, созданной Д.И. Менделеевым. Главную роль в этом сыграл Нильс Бор, вдохновленный пионерскими исследованиями структуры атома, выполненными под руководством Эрнста Резерфорда. Но первая попытка обосновать периодический закон на основе теории атома была предпринята Джоном

Джозефом Томсоном. Его модель атома⁹ (1904), хотя и оказалась в целом неверной, позволила сформулировать представления, которые были использованы в дальнейшем разработчиками планетарной модели.

Томсон принимал подход лорда Кельвина, согласно которому устойчивость атома, состоящего из отдельных одноименно заряженных частиц, может быть обеспечена, если частицы, отталкиваясь друг от друга, одновременно притягиваются к некоему центру силой специальной конструкции (чтобы не вступила в свои права теорема Ирншоу). По Томсону, такой силой может быть сила притяжения к центру равномерно заряженного (положительно) шара, действующая на отрицательно заряженные электроны, находящиеся внутри него. Она пропорциональна расстоянию от электрона до центра. Томсон как открыватель электронов знал, что эти частицы есть в каждом атоме. Нейтральность атома означает, что положительный заряд шара по величине равен суммарному заряду электронов. Электроны могут совершать гармонические колебания около положений равновесия, излучая при этом электромагнитные волны. Какова природа положительного заряда, неизвестно, хотя, вероятнее всего, с ним связана почти вся масса атома. Но модель готова, и она оказалась вполне рабочей.

Во-первых, атом получился устойчивым. «Положительное электричество притягивает корпускулы к центру сферы, между тем как взаимное отталкивание стремится удалить их от этого центра; в случае равновесия корпускулы расположатся таким образом, что притяжение, обусловленное положительным зарядом, уравновесится отталкиванием прочих корпускул» [3. С. 98]. Если в атоме один электрон, он расположится в центре шара, если два, то они улягутся на прямую, проходящую через его центр, на расстоянии друг от друга, равном его радиусу. Три электрона разместятся в вершинах равностороннего треугольника со стороной, равной радиусу, причем центр треугольника совпадает с центром шара. Четыре электрона устойчиво расположатся в вершинах тетраэдра, имеющего общий центр с шаром. И т.д.

Во-вторых, модель атома позволила Томсону объяснить соединение атомов в молекулу. Он вычислил энергии взаимодействия устойчивых конфигураций зарядов в атомах с различным количеством электронов (от одного до шести, далее оказалось слишком сложно) и показал, что двум атомам энергетически выгодно объединиться в одну молекулу.

В-третьих, модель Томсона позволила нащупать качественное объяснение линейчатым спектрам атомов и, в-четвертых, привела к первому теоретическому истолкованию периодического закона Менделеева. И то и другое возникло из разделения электронов атома по кольцам.

Будучи не в силах решить математическую задачу нахождения устойчивого равновесия в атоме большого количества электронов, Томсон упрощает модель – заставляет все электроны расположиться в одной плоскости. После этого выяснилось, что начиная с шести устойчивость достигается только в

⁹ Её часто для популярности называют моделью кекса или пудинга.

том случае, если электроны распределяются по отдельным группировкам. «Кольцо из шести корпускул в вершинах правильного шестиугольника само по себе неустойчиво, но оно становится устойчивым, если в центре шестиугольника поместить еще одну корпускулу... Чтобы сделать устойчивым кольцо из девяти корпускул, внутри него придется поместить две корпускулы; вообще, число корпускул, которые нужно поместить внутри кольца для сохранения его устойчивости, растет весьма быстро с увеличением числа корпускул в кольце» [3. С. 102]. С увеличением числа электронов растет количество колец, причем следующая конфигурация колец формируется тогда, когда предыдущая уже реализовалась. Томсон, найдя способ расчета числа электронов в кольцах и расположив атомы в определенной последовательности, обнаружил периодическую закономерность. «Если мы рассмотрим... числа корпускул в различных группировках, то заметим, что числа, которые помещены в одном и том же вертикальном столбце, образуют последовательно группы, имеющие много общего одна с другой; именно, каждая такая группа получается из ближайшей верхней путем присоединения к ней сверху одного нового числа. ...Естественно предположить, что свойства атомов, составленных из таких корпускулярных групп, имеют много... общих свойств как химических, так и физических» [3. С. 107].

Строя свою теорию атома, Томсон ни на секунду не сомневается в основах классической физики. Он даже ссылается на эксперименты с макротелами с целью проиллюстрировать процессы, происходящие в атоме.

Нильс Бор подчеркивал, что идеи Томсона даже после отказа от его модели атома продолжали играть важную роль в теоретическом осмыслении периодического закона, но уже на базе планетарной модели. И у Томсона, и у Бора периодичность изменения свойств химических элементов с ростом числа электронов в атоме обусловлена периодическим повторением определенных электронных конфигураций.

Однако сама планетарная модель родилась в муках. Важнейший экспериментальный материал для нее был собран уже в 1908 году. Гейгер и Марсден сосчитали по указанию Резерфорд сотни тысяч сцинтилляций и самые «удачливые» альфа-частицы уже отскочили назад от металлической фольги, но Резерфорд пребывал в глубоком раздумье: концы с концами не сходились. Он уже понимал, что «отражение» одной из восьми тысяч альфа-частиц – это результат единичного столкновения, а не многократных небольших отклонений от прямолинейной траектории¹⁰. Ему уже было ясно, что в центре атома находится массивное положительно заряженное ядро. Но заставить электроны двигаться вокруг ядра Резерфорд никак не соглашался. Ведь это означало войти в противоречие с электродинамикой Максвелла: излучая электромагнитные волны, электроны должны упасть на ядро. Выходит, планетарный атом не может существовать!

¹⁰ Позднее (в 1914 году) это было напрямую подтверждено в камере Вильсона.

В 1911 году в Брюсселе состоялся первый Сольвеевский конгресс, на котором Резерфорд просто молчал, понимая, насколько нелепой должна казаться сама идея планетарного атома. Председательствующий на конгрессе Лоренц говорил, что «модель атома, предложенная сэром Дж.Дж. Томсоном, ...имеет преимущества, которых нельзя не признать». Но он даже не упомянул резерфордовскую идею об атомном ядре, словно бы и не было в «Philosophical magazine» за полгода до конгресса никакой статьи о принципиально новой модели атома. И никто не упомянул: ни Мария Кюри, ни Эйнштейн, ни Планк, ни Пуанкаре... А Зоммерфельд вообще не желал иметь дело ни с какими «частными моделями атомов». В то время, пожалуй, только в Москве в «подвале Лебедева» всерьез шел разговор о результатах, полученных Резерфордом.

Перелом наступил в 1913 году. Сначала Бор склонил Резерфорда к признанию, что в атоме не работает в полной мере классическая физика, а затем сам мэтр начал поддерживать молодого физика в его «разрушении основ». И здесь не обошлось без метафизики. По сути, главным аргументом Бора был философский. В самом деле, почему при движении электрона вокруг ядра по «стационарным» орбитам нарушаются законы классической электродинамики? Потому что, отвечает Бор, у всякого физического закона имеются границы применимости. В дальнейшем Бор будет сомневаться во всеобщей значимости даже закона сохранения энергии. Но откуда датский физик взял этот принцип? Из представления о том, что всякое знание о мире рождается только в опыте, иными словами, что не существует априорного знания. Однако суждение об источниках познания является философским. Таким образом, Бор выступает часто не столько как физик, сколько как философ позитивистского толка.

Главная «разлагающая» идея, которую проповедует Бор, касается вопроса о существовании прерывности в самих законах природы. Проблемы теоретического осмысления ядерной модели атома Бор связывает с кризисом парадигмы классической физики, законы которой сформулированы на языке непрерывности. «Выход из этих затруднений найден в представлениях, заимствованных из так называемой *теории квантов*. Основы этой теории заложены *Планком* в его знаменитых работах о законе теплового излучения. Эта теория решительно разрывает с прежними воззрениями: в ней впервые при формулировке законов природы вводится предположение о наличии прерывностей» [4. С. 77]. Однако одно дело прерывность в *законах* природы и совсем другое в характеристиках природных *объектов*. Да, фундаментальные законы классической физики формулируются на языке непрерывности. Но из этого не следует, что классическая физика отрицает физические объекты, состояние которых характеризуется прерывными величинами. Простой пример дает гитарная струна. Это, разумеется, совершенно классический объект. Но ее резонансные частоты дискретны. Струна поглощает и излучает звуковую энергию избирательно по частотам. Более впечатляющий пример – фигуры Хладни:

двумерные упругие пластины реагируют на внешнее периодическое воздействие прерывным образом. По мере увеличения частоты возбуждающей силы фигуры меняются скачком, визуализируя различные режимы колебаний с разными энергиями. Возможны и трехмерные объекты со своими собственными частотами колебаний. Почему бы и атому не быть такой системой, что естественно привело бы к линейчатым спектрам излучения и поглощения? Но Бор направил физику по другому пути (приведшему к принципу Паули, уравнению Шредингера и к вероятностной интерпретации волновой функции), став одним из «отцов» квантовой механики, которая совместила противоположности волны и частицы ценой отказа от классических принципов наглядности, причинности и локальности. В итоге Ричард Фейнман заявил, что «квантовую механику никто не понимает».

Теория периодической системы элементов, построенная Бором, не могла бы появиться, если бы в конце 1913 года не состоялось открытие, позволившее снять многие вопросы, на которые у Менделеева не было ответов. Ученик Резерфорда Генри Мозли (1887–1915), изучая характеристическое рентгеновское излучение различных элементов, сумел внести ясность в запутанную проблему их размещения в периодической таблице. Мозли опытным путем установил линейную зависимость между корнем из частоты определенной линии рентгеновского спектра и последовательностью элементов в таблице Менделеева от кальция до цинка. Он показал, что в этом ряду элементов наблюдается последовательное изменение на единицу заряда ядра атома, а значит, химические и физические свойства атомов находятся в периодической зависимости от заряда атомного ядра.

Исследование Мозли показали правильность размещения в периодической системе тех элементов, которые по их атомным весам стояли не на своих местах¹¹. Так, кобальт (59,9) был поставлен Менделеевым перед никелем (58,7), а теллур (127,6) – перед йодом (126,9). Данные по атомным весам Os, Ir, Pt и Au были исправлены.

Работы Мозли со всей определенностью установили, что между водородом и гелием новых элементов быть не может и что общее их число между Ва и Та равно 16, но неясным было их расположение в системе.

Вот тут Бор и сказал свое веское слово. Согласно его теории, в периоде (на рис. 2 это вертикальные столбцы [4. С. 132]) содержится 2, 8, 18 или 32 элемента, что соответствует формуле $2n^2$, где n – так называемое главное квантовое число. А далее всё по Менделееву, только период начинается не с инертного газа (им он заканчивается), а с щелочного металла (или с водорода в первом периоде). Свободы маневра нет: вся таблица сразу выстраивается аж до 118-го элемента, который в 1921 году еще не был открыт, но про него уже «точно» было известно, что он должен быть инертным газом. Красиво, ничего

¹¹ В дальнейшем, когда были открыты изотопы, проблема несовпадения расположения элементов по атомным весам и по заряду ядра была снята.

не скажешь! Но вспомним завет Больцмана: «Оставим изящество портным и сапожникам!»¹²

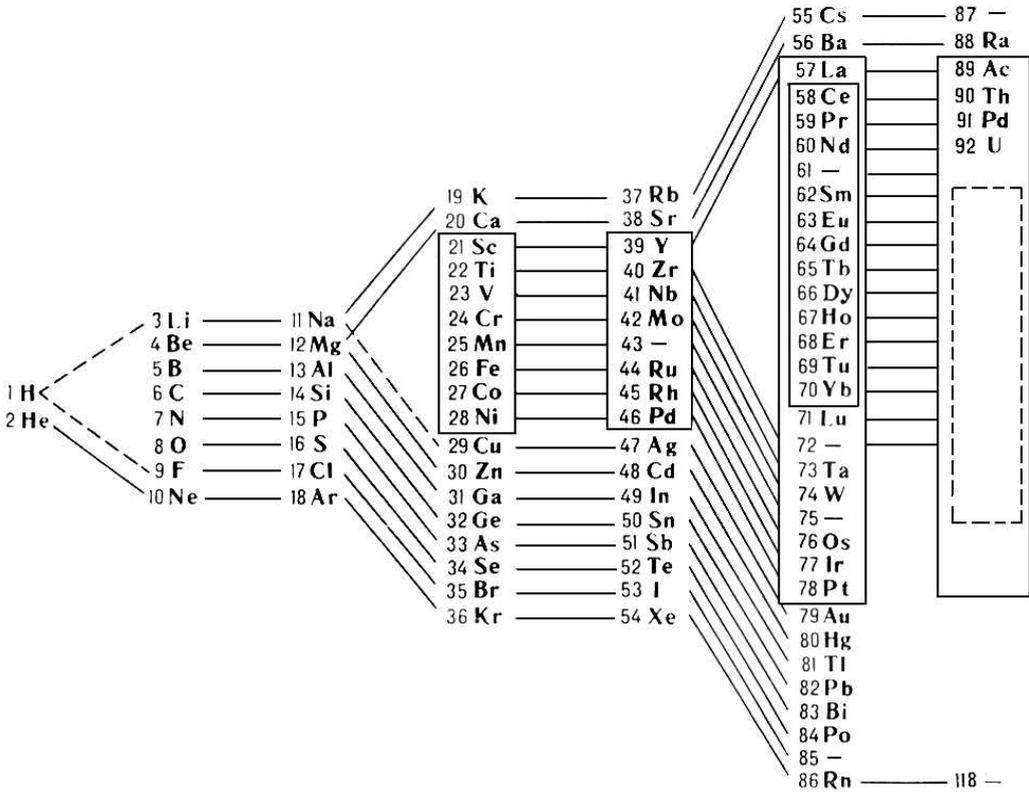


Рис. 2

Пытаясь подвести теоретический фундамент под таблицу Менделеева, физики ввели еще три квантовых числа, а также новые «правила игры» (принцип Паули, правило Хунда, правило Маделунга–Клечковского).

Нас арифметикой банально не мучай.
 Над нами лишь Клечковский господин.
 А он сказал, что $3 + 2$ получше,
 Чем, например, $4 + 1$.

В.М. Клечковский вывел правило Маделунга, у которого оно носило характер *ad hoc*, из статистической модели атома Томаса–Ферми. Однако оно давало сбой для лантана, актиния и тория. Д. Хартри указывал, что сама «модель Томаса–Ферми является приближением и для внешних оболочек атомов даже с большим числом электронов это приближение, по-видимому, не будет давать хороших результатов» [6. С. 200]. Таким образом, строгой теории периодического закона не получилось, так как для этого требовалось бы решить квантово-механическую задачу многих тел, что практически невыполнимо.

¹² Заметим по ходу дела, что сам завет Больцмана очень изящен.

«Поэтому приходится пользоваться эмпирическими данными, в частности химическими и в особенности данными спектроскопии об ионизационных потенциалах атомов. Это придает теории периодической системы полуэмпирический, описательный характер. Лучше было бы говорить не о теории, а об *объяснении* периодической системы» [7. С. 291].

Систематизация химических элементов по структуре ядра

Если химические и некоторые физические свойства элемента детерминируются его электронной оболочкой, структура которой зависит только от заряда атомного ядра, то, казалось бы, между свойствами элемента и структурой самого ядра нет никакой связи, так как ядро во много раз меньше атома. В самом деле, структура электронной оболочки атома зависит от количества электронов в ней, которое, в свою очередь, равно заряду ядра, выраженному в единицах элементарного заряда. В популярном примере, дающем наглядное представление о соотношении размеров ядра и атома, ядро сопоставляется с яблоком, а атом – со стадионом. Вот и спрашивается, могут ли свойства стадиона зависеть от сорта яблока, лежащего в его центральном круге? Однако вполне естественно предположить, что заряд ядра и его структура как-то связаны между собой. А значит, если заряд ядра определяет структуру электронной оболочки (как это принято в современных учебниках), то между структурой ядра и свойствами элемента существует связь. Но, возможно, дело обстоит обратным образом: заряд ядра (а точнее – количество протонов) определяет его структуру, а структура, в свою очередь, формирует электронную конфигурацию. Именно так считает автор фундаментального научного труда «Нуклиды. набросок феноменологического описания» Ю.В. Буртаев. Правда, каким образом структура маленького ядра влияет на огромную электронную периферию атома, пока не совсем ясно.

Юрий Васильевич, занимаясь исследованиями в области физики частиц и ядра, изначально не ставил перед собой задачи построить таблицу химических элементов. Его интересовали фундаментальные частицы и нуклиды. Выяснив, как устроены протон и нейтрон, он перешел к построению моделей составленных из них нуклидов, начав с простейшего составного ядра – дейтрона. И вот построенные таким образом нуклиды стали последовательно укладываться друг за другом в клетки таблицы Менделеева! Правда, были и существенные отклонения от известного ее варианта. Собственно, в них-то всё дело, ведь автору «Нуклидов» удалось по-новому ответить на вопрос о природе периодичности свойств элементов.

Согласно Буртаеву, *свойства элементов периодически повторяются с увеличением заряда ядра, потому что повторяются особенности структуры самих ядер*. Однако строгой повторяемости структуры нуклидов нет, а поэтому не существует и однозначной повторяемости свойств. Вот почему Менделееву для ряда элементов трудно было найти определенное место в таблице, а его гомологи не во всем были похожи.

Автору «Нуклидов» удалось преодолеть «магию» строгого закона, которая преследовала Менделеева, Бора, Клеchkовского и др. Строгого закона периодического изменения свойств элементов нет, есть *тенденция*. Однако для большинства элементов можно указать совершенно определенное место в таблице или, по крайней мере, те места, где их точно не должно быть. Так, 118-й элемент (оганесон), по Буртаеву, не является инертным газом, как считал Бор, потому что структура его ядра совершенно не похожа на структуру ядер благородных газов. А вот элемент под номером 112 (коперниций) им является. И это ломает нынешнюю структуру периодической таблицы.

«Нуклиды» Буртаева дают ответ на многие вопросы. Вот несколько примеров.

- Почему в природе нет устойчивых ядер с массовыми числами 5 и 8?
- Почему у олова ($Z = 50$) максимальное количество устойчивых изотопов, а именно 10? Причем для всех этих изотопов $12 < D < 24$, где $D = N - Z$. Почему?
- Почему только у олова три устойчивых изотопа с нечетным числом нуклонов? Это число является максимальным. Почему?
- Почему у ксенона ($Z = 54$) имеется 9 устойчивых изотопов? Причем для них $16 < D < 28$. Почему?
- Почему теллур ($Z = 52$) и кадмий ($Z = 48$) имеют по 8 устойчивых изотопов?
- Почему у технеция ($Z = 43$) и прометия ($Z = 61$) вообще нет устойчивых изотопов? (Они у Буртаева оказались гомологами!).
- Почему существует лишь четыре нечетно-нечетных устойчивых нуклида (дейтрон, литий-6, бор-10, азот-14)?
- Почему между висмутом ($Z = 83$) и торием ($Z = 90$) нет не только устойчивых, но и долгоживущих радиоактивных нуклидов?
- Почему деление ядер урана, плутония, калифорния медленными нейтронами асимметрично, а быстрыми симметрично?

«Асимметрия продуктов деления наблюдается независимо от того, происходит ли это деление под действием поглощенного нейтрона, протона, гамма-фотона или деление является спонтанным. Асимметрия деления связывается с оболочечной структурой ядра, хотя *последовательная теория этого явления отсутствует*» [8. С. 306].

Можно задать аналогичные вопросы Птолемею.

- Почему Меркурий не отходит от Солнца больше чем на 28 градусов?
- Почему Венера не отходит от Солнца больше чем на 48 градусов?
- Почему остальные планеты могут находиться на любом угловом расстоянии от Солнца?
- Почему, когда наблюдается попятное движение Марса, Юпитера и Сатурна, планета и Солнце находятся на противоположных сторонах от Земли?
- Почему эпициклы планет сначала увеличиваются (Меркурий, Венера, Марс), а затем уменьшаются (Юпитер, Сатурн)?

Ответ Коперника. Теория Птолемея в принципе не может ответить на подобные вопросы, потому что она не имеет правильного представления о структуре системы «Солнце–Луна–планеты».

Ответ Буртаева. Современная ядерная физика в принципе не может ответить на подобные вопросы, потому что она не имеет правильного представления о структуре атомных ядер.

С развитием ядерной физики было предложено несколько моделей строения нуклидов, но ни одна из них не могла претендовать на описание всех ядерных явлений. Например, капельная модель не может объяснить асимметрию массового распределения осколков деления ядер, ядерные магнитные моменты, существование «магических» ядер (с числами протонов и нейтронов 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126). А оболочечная модель не справляется с объяснением энергии связи ядер, квадрупольных электрических моментов тяжелых ядер, реакций деления урана и трансураниевых ядер.

Как изображают ядро атома в современных учебниках? Это какой-то шар из «каши» протонов и нейтронов, причем принцип неопределенности требует, чтобы нуклоны двигались в ядре с большими скоростями. Согласно теории Буртаева, нуклоны располагаются в ядре в соответствии с законами их взаимодействия, но протон с протоном, равно как и нейтрон с нейтроном, не могут притягиваться друг к другу. Это обусловлено тем, что нуклоны, по Буртаеву, обладают киральностью: протон – правой, а нейтрон – левой. Два протона (и два нейтрона) просто не могут соединиться, потому что они обладают одинаковой киральностью. По Буртаеву, протоны удерживаются в ядре благодаря нейтронам, и ядер, состоящих из одних протонов или из одних нейтронов, существовать не может. И в энергию связи ядра вклад вносят в основном нейтроны, а не протоны.

Согласно модели Буртаева (она же FGH-модель), любой нуклид, кроме самых легких, строится из трех составных частей по определённым закономерностям. Первая часть – *остов* (обозначается F от *англ.* Frame) состоит из альфа-частичных образований (кластеров), которых существует всего 5 видов. Простейший из них – *гел* – это ядро атома гелия (α -частица). Следующий – *тригел* состоит из α -частицы, к которой с четырех сторон «прикручено» по дейтрону (ядру дейтерия). Таким образом, тригел состоит из 6 протонов и 6 нейтронов, то есть как бы из трех α -частиц. Затем следует *пентагел*, состоящий из α -частицы, к которой с четырех сторон «прикручено» по α -частице. Пентагел состоит из пяти α -частиц. Далее идет *нонагел* – кластер, состоящий из пентагела, к которому с четырех сторон «прикручено» по α -частице. Нонагел состоит из девяти α -частиц. И последний – *чедегел*, состоящий из наонагела, к которому с четырех сторон «прикручено» по α -частице. Чедегел состоит из 13 (чертовой дюжины – отсюда и название) α -частиц. Более тяжелые кластеры природа не создает: если к чедегелу присоединить еще четыре α -частицы, то получившийся кластер просто развалится. На рис. 3 представлены условные изображения всех пяти

кластеров¹³, которые Буртаев обозначает также как α , κ , χ , ξ и ζ соответственно ($\alpha = 1\alpha$, $\kappa = 3\alpha$, $\chi = 5\alpha$, $\xi = 9\alpha$, $\zeta = 13\alpha$).

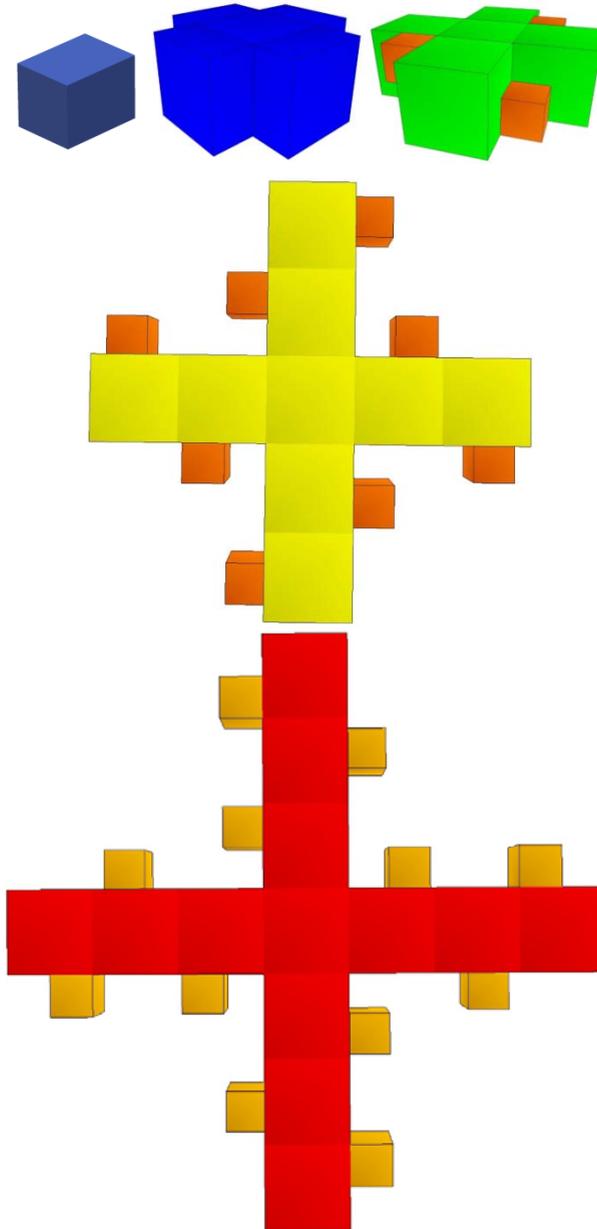


Рис. 3

Очевидно, что кластеры имеют выделенную в пространстве ось симметрии, перпендикулярную плоскости, в которой происходит пристраивание к центральному α -кластеру других α -кластеров или дейтронов (как в случае с тригелом).

¹³ Помимо самих кластеров на рисунке видна и нейтронная упаковка (оранжевые кубики – это нейтроны).

Вторая составная часть не очень легких нуклидов – *нейтронный пояс* (обозначается *Got* англ. *Girdle*) или *нейтронная упаковка*. Поясом могут обладать χ -, ξ - и ζ -кластеры, количество нейтронов в которых для наиболее устойчивых нуклидов составляет 4, 8 и 12 соответственно.

Третьей составной частью нуклида может быть *шапка* (обозначается *Not* англ. *Nat*). Имеется пять видов шапок: *n*, *p*, *np*, *npn* и *npnp*, где *n* и *p* – обозначения нейтрона и протона.

Таким образом, любой нуклид с определенным количеством нуклонов раскладывается по составным частям FGH-модели. При этом соблюдаются простые правила, настолько простые, что даже школьники могут это делать¹⁴.

Автор четырехтомных «Нуклидов» представил структуру ядер всех элементов таблицы Менделеева, известных на конец 1990-х годов. Кроме того, он предсказал, какими свойствами должны обладать еще не открытые элементы. В частности, 118-й элемент никак не мог быть инертным газом. По Буртаеву, в столбце благородных газов под радоном должен стоять 112-й элемент.

И вот в 2006 году российским физиком Ю.Ц. Оганесяном были проведены опыты над 112-м элементом (коперницием), который, согласно современной концепции таблицы Менделеева, расположен в одной группе с ртутью. Однако опыты Оганесяна выявили несоответствие химических свойств коперниция с химическими свойствами ртути, выявив схожесть свойств коперниция со свойствами элементов группы инертных газов.

В своем эксперименте Оганесян пропускал через криогенную камеру с золотыми детекторами, которая была предварительно поделена на зоны с разными температурами, атомы радона, ртути и коперниция в потоке гелия. Ожидалось, что коперниций, как и ртуть, прореагирует с золотом при достаточно высоких температурах (ртуть образует амальгаму при 160 °С). Это было бы доказательством его гомологии с ртутью. Однако коперниций не только не прореагировал с детекторами, но и «дошел» практически до конца камеры, аналогично радону. Также Оганесян заметил, что температуры сублимации ртути и коперниция сильно разнятся (у ртути 386 °С, у коперниция 84±110 °С). Дальше – больше. Следующая пара «гомологов» – флеровий и свинец – имеют разницу в температурах сублимации более чем 3000 °С.

На основе своих экспериментов Оганесян задается поистине волнующим вопросом: *«Будет ли 118-й элемент инертным газом? Потому что если нет, то это означает конец периодичности таблицы Менделеева»*.

Посмотрим теперь на структуру ядер интересующих нас элементов по Буртаеву (рис. 4).

¹⁴ См. журнал «Классическая физика и теория познания» № 1 и № 5 (статьи А. Пешковой и А. Раровского, Ф. Сабурова).

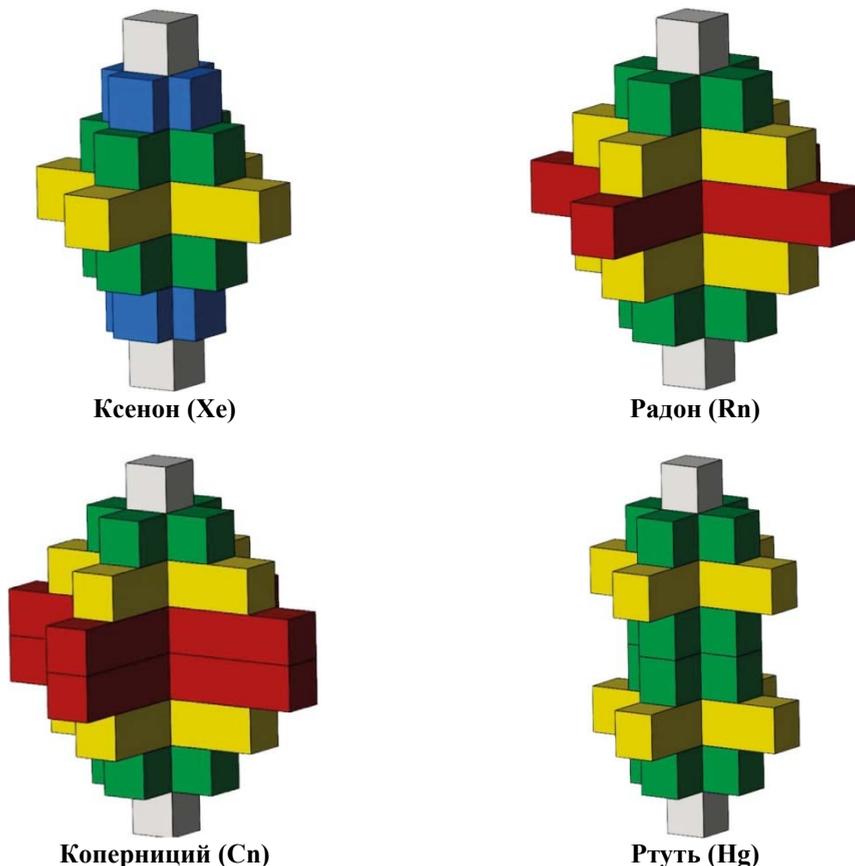


Рис. 4

Мы видим, что нуклид коперниция имеет структуру, характерную для инертных газов. Сравнив ее со структурой нуклида ртути, можно усомниться, что ртуть и коперниций – гомологи, как это утверждает современная таблица элементов. Хотелось бы отдать должное научной честности Ю.Ц. Оганесяна, который не поддавался «магии» Бора и не «заставил» коперниций все-таки, несмотря ни на что, провзаимодействовать с золотом.

Если коперниций – гомолог инертных газов, то хассий (108-й элемент) должен быть гомологом свинца и олова. В этом можно убедиться, сравнив структуры их остовов (рис. 5).

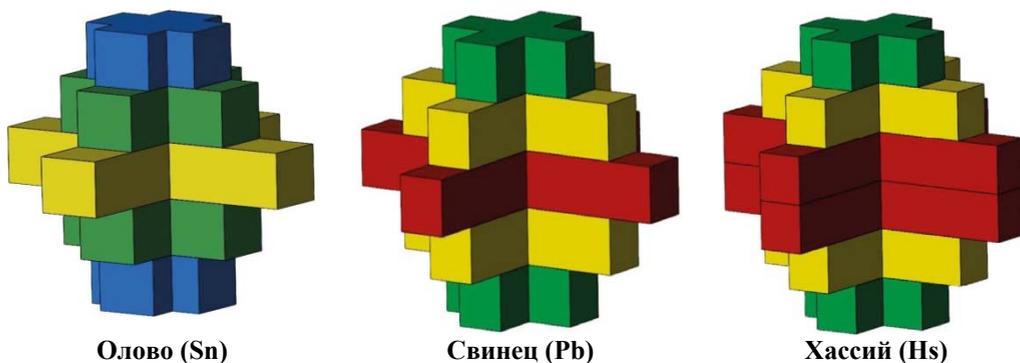


Рис. 5

В заключение посмотрим на таблицу Менделеева–Буртаева (рис. 6).

Элементы, расположенные по вертикали в цветных клетках, имеют сходные черты структуры остова. Каждая ассоциация (Θ, Ξ и Δ) имеет свой вид остова. В столбцах Σ, Υ и Ψ расположены переходные элементы (переход происходит от одного вида остова к другому). Нет никаких помещенных в одну клетку лантаноидов и актиноидов, у которых не такие уж и одинаковые свойства. А элементы, расположенные в белых клетках, вообще трудно причислить к какой-либо ассоциации. Нет строгого повторения свойств по мере возрастания порядкового номера элемента. Есть тенденция!

Θ-ассоциация					Σ	Ξ-ассоциация					Υ	Δ					H	He	Li
Θ	I	II	III	IV		Ξ	I	II	III	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na		
Mg 12									Al 13			Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18	K 19		
Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36	Rb 37		
Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54	Cs 55		
Ba 56	La 57	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63					Δ-ассоциация					Ψ		
Gd 64	Tb 65					Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Eb 70	Lu 71	Δ	I	II	III	Λ			
Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75			Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86	Fr 87		
Ra 88	Ac 89	Th 90	Pa 91			U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97								
Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101			No 102	Lr 103	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Cn 112	Nh 113		
Fl 114	Mc 115	Lv 116	Ts 117			Og 118													

Рис. 6

Литература

1. Менделеев Д.И. Периодический закон. М.: АСТ, 2018.
2. Менделеев Д. Основы химии. 8-е издание. С.-Пб., 1906.
3. Томсон Дж.Дж. Корпускулярная теория вещества. MATHESES, 1910.
4. Бор Нильс. Три статьи о спектрах и строении атомов / пер. с нем. С.И. Вавилова. Москва-Петроград: Госиздат, 1923.
5. Альтигулер С.В., Кривомазов А.Н., Мельников В.П. и др. Открытие химических элементов: Специфика и методы открытия. М.: Просвещение, 1980.
6. Хартри Д. Расчет атомных структур. М.: Изд. иностр. лит-ры, 1960.
7. Сивухин Д.В. Атомная и ядерная физика: в 2 ч. Ч. 1: Атомная физика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 1986.
8. Колтаков П.Е. Основы ядерной физики. М.: Просвещение, 1969.
9. Буртаев Ю.В. Нуклиды. набросок феноменологического описания: в 4 ч. Ч. 1: Легкие нуклиды с $Z \leq 21$. М., 1997.
10. Буртаев Ю.В. Нуклиды. набросок феноменологического описания: в 4 ч. Ч. 2: Систематика структур и параметров нуклидов с $Z \leq 21$. М., 1999.

11. Буртаев Ю.В. Нуклиды. набросок феноменологического описания: в 4 ч. Ч. 3: Средние нуклиды с $21 \leq Z \leq 56$. М., 1997.
12. Буртаев Ю.В. Нуклиды. набросок феноменологического описания: в 4 ч. Ч. 4: Тяжелые нуклиды с $Z \geq 56$. М., 1998.

THE PERIODIC SYSTEM OF CHEMICAL ELEMENTS: HISTORY AND MODERNITY

A.Yu. Gryaznov

*Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University,
Leninskie Gory, Moscow 119991, Russian Federation*

Abstract. Three approaches to the problem of systematization of chemical elements are considered: by atomic weight (Mendeleev), by the structure of the electron shell (Thomson, Bohr) and by the structure of the nucleus (Burtayev). The difficulties of the first two approaches are discussed, and ways of their solution are indicated on the basis of the concepts of the structure of atomic nuclei developed by Yu.V. Burtayev.

Keywords: periodic table, periodic law, system of elements, structure of atomic nuclei, nuclear physics, clusters, atomic model.

НАЧАЛА САМОРАЗВИТИЯ ПРИРОДЫ И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

О.Б. Балакшин

*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН
Российская Федерация, 101830, Москва, Малый Харитоньевский переулок, 4*

Аннотация. Работа посвящена проблеме саморазвития естественных систем Природы и анализу её связи с Периодической системой химических элементов Д.И. Менделеева. Истоки темы связаны с принципами метафизики, явлением золотого сечения, парными прогрессиями, рядами Люка и Фибоначчи. Самоорганизация структуры и парные периодичности саморазвития организуют самопроизвольно совершенство систем Природы. Показано, что подобные свойства лежат в основе Периодической системы Д.И. Менделеева. Члены парных рядов саморазвития отображают физически количество электронов, протонов и нейтронов атомов элементов и константы их отношений. Количественное согласие свойств химических элементов с принципом периодичности саморазвития естественных систем подтверждает гипотезу о единстве логических начал Природы и сознания людей.

Ключевые слова: метафизика, периодичности, гармония, саморазвитие, структуры, золотые константы, ряды Люка и Фибоначчи, самоорганизация, химические элементы.

Введение

Данная статья уточняет периодические начала перехода от первичной самоорганизации гармонии к саморазвитию систем Природы. В качестве примера взята Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева [4], 150-летний юбилей которой в прошлом году отмечался Российской академией наук. Отметим также, что решением ЮНЕСКО в Париже этот год был объявлен годом Периодической таблицы [www.ras.ru&news].

Работа является продолжением статьи автора «Метафизика самоорганизации гармонии» [1]. Она следует объединяющей сущности метафизики, являющейся в фундаментальных работах Ю.С. Владимирова основой формирования физической теории [2]. Суть явления самоорганизации ёмко определил В.Д. Захаров в книге «Физика как философия природы»: «Самоорганизация означает, что система не просто сохраняет свое самостоятельное существование, но самостоятельно эволюционирует с последовательным усложнением своих динамических структур. Самое принципиальное здесь то, что подобные системы образуют порядок (структуру) самопроизвольно»

[3. С. 216]. Особенности исследования являются: метафизика, обоснованная Ю.С. Владимировым как метод современной физики [2], определение гармонии как закономерности Природы, выдвинутое М.А. Марутаевым [6], рекомендация решения сложных задач от истоков английского физика С. Хокинга [11] и кибернетика У. Росс Эшби о законе необходимого разнообразия [16].

Метафизика

Метафизика отображает изменения методологии современной теоретической физики и допускает изучение предельного случая – исследование самоорганизации процессов (гармонии) Природы, ограничившись информационной стороной содержания [1]. В метафизическую модель самоорганизации положены три сущностных принципа философии и явление золотого сечения (З.С.). Первый принцип отражает исходное свойство среды – взаимодействие альтернатив; второй – самоорганизацию по диалектике Гегеля и третий – возникновение инвариантных структур связи с периодическими (рекуррентными) свойствами Природы. Они отображают содержательную информацию саморазвития естественных систем. В целом это отражает как бы системный метод Природы, её «здоровый смысл» саморазвития. Выдвигается гипотеза (идея) о подобии информационных основ самоорганизации Природы логике сознания людей, что по Гегелю обеспечивает объединение объективного и субъективного [7. С. 98]. Материальные факторы прямо не учитываются. Это снимает ограничение междисциплинарного прогноза в ряде областей, которое связано с детерминированным хаосом механики, известным как странный аттрактор [15]. Он был открыт Пуанкаре при анализе свойств «нелинейности» в задаче движения трех тел.

Наука исходит из проблем и не ограничивается только привязкой к переменным фактам опыта. Истинность научной теории подтверждается известным критерием К. Поппера, который он назвал «критерием фальсифицируемости» [17]. Критерий допускает, во избежание тавтологии, что теория должна включать не только феномены, подтверждаемые опытом, но и номены Канта, не подтверждаемые ею. Поэтому наука должна быть связана с явлениями Природы, которые «закольцованы», и её принципами инвариантности. Установлено, что самоорганизация гармонии имеет систему отсчета и альтернативные парные ряды чисел, масштабы которых связаны с естественной асимметрией явлений Природы и направленностью процессов.

Гармония и диалектика

Определение метафизики как ядра философии связывает её с гармонией и допускает переход от принципа причинности материализма к диалектике парных противоположностей информационной гармонии. Гармония есть особое диалектическое единство свойств Природы. По определению она зависит от парных альтернатив: общего и частного, содержания и формы и др. [6].

Тождество альтернатив есть утверждение: каждая форма объектов имеет содержание. Категории содержания определяют целое, а категории формы – многообразие целого в частном. Они формируют группы объектов с общими признаками. Множество их тождеств образует кластер гармонии с информационно подобными структурами. Первичная форма самоорганизации есть триединство по Гегелю «тезис-антитезис-синтез» в форме двух отрицаний [7].

Золотое сечение

Самоорганизация как процесс начинается с перехода от неопределенных тождеств гармонии к категориям «переменное – инвариантное» уравнений. Инварианты всегда ограничивают разнообразие состояний хаоса, вводя правила [16]. Константы 1,618 и $-0,618$ золотых уравнений вносят периодичности [1; 5]. Де-факто они выражают уникальный информационный алгоритм периодической самоорганизации. Константы прогрессии обеспечивают парность направлений развития и принцип периодичности, подтверждаемый опытом. Уникальное правило рекуррентии, установленное впервые Фибоначчи, сводит четыре правила арифметики к двум. Это отображает предельные свойства кластера парных альтернатив гармонии, определяющие уникальный алгоритм информационной самоорганизации систем Природы. Пара золотых констант ограничивает центр самоорганизации и вводит цифровое начало $1 = 1,618 - 0,618$: «естественную» единицу счисления «кванта» траекторий самоорганизации прогрессиями Люка и Фибоначчи, свойства которых следуют принципу периодичности. Алгоритм вносит в самоорганизацию тотальную метрологию «деление отрезка в среднем и крайнем отношениях» с масштабами 1,029 и 0,972. Они отражают парность свойств: развитие и распад, симметрия и асимметрия естественных чисел. Натуральный ряд есть содержание счисления, а его формы, две арифметические прогрессии естественных чисел, числовая гармония [1; 5].

Рассмотрим метафизические истоки и вывод золотых уравнений, воспользовавшись формулой триединства Гегеля. Она доказывает, что начальный шаг самоорганизации есть переход от неопределенности тождеств к уравнениям с инвариантными свойствами, отражающими одну из цифровых картин периодической самоорганизации Природы. Примем в качестве пары противоположностей две произвольные безразмерные величины Φ и Φ_0 , связанные тождеством $\Phi \cdot \Phi_0 = 1$. В качестве принципа триединства выступает синтез Гегеля в форме равенства перечисленных величин $\Phi_0 + 1 = \Phi$. Исключая $\Phi_0 = 1/\Phi$, получаем первое золотое уравнение

$$\Phi^2 - \Phi - 1 = 0$$

и его корни: $\Phi = 1,618$ и $\Phi_0 = -0,618$. Исключая Φ , имеем второе

$$\Phi^2 + \Phi - 1 = 0$$

с противоположными знаками корней $\Phi = -1,618$ и $\Phi_0 = 0,618$. Итак, анализ истока явления золотого сечения и его уравнений подтверждает, что в его основе лежат: парность противоположностей в форме тождества $\Phi \cdot \Phi_0 = 1$ и триединство в виде равенства $\Phi_0 + 1 = \Phi$. Принцип инвариантности отображается корнями уравнений. Как показано ниже, он проявляется также в независимости масштабов счисления и свойства рекуррентности от многообразия форм самоорганизации гармонии.

Первая константа и её уравнение определяют начало возрастающей ветви золотой геометрической прогрессии, а вторая – начало нисходящей знакопеременной ветви.

$$1 + \Phi = \Phi^2 = 1 + 1,618 = 2,618, \quad (1)$$

$$1 - \Phi_0 = \Phi_0^2 = 1 - 0,618 = 0,382. \quad (2)$$

Оба равенства наделены парными свойствами рекуррентности. Она определяет каждый член прогрессии через предшествующий и позволяет её строить. Для первой ветви любой член прогрессии $\Phi_{n+1} = \Phi_n + \Phi_{n-1}$ или $\Phi_{n+1} = \Phi_n \Phi$. Аналогичные формулы имеем для нисходящей ветви с Φ_0 . В результате имеем золотую прогрессию с двумя бесконечными ветвями:

$$\dots - 0,236; 0,382; - 0,618; 1,0; 1,618; 2,618; 4,236 \dots$$

Первая из ветвей представляет собой тождество гармонии противоположности форм возрастающих членов прогрессии их содержанию – константе 1,618. Вторая её ветвь также представляет тождество формы каждого нисходящего члена, и их содержания константы – 0,618. Тождества З.С. и её золотая прогрессия определяют истоки самоорганизации гармонии. В соответствии с принципом парности эта прогрессия отображает противоположные начала движений и возможность их уравнивания в силу парной симметрии членов её ветвей.

Масштабы естественных рядов определяются формулами [1; 5]

$$q = (1 + \Phi) / \sqrt{\Phi} = 1,0291 \text{ и } q_0 = 1 / q = 0,9717. \quad (3)$$

Эти формулы также удобно записать через смежные члены золотой прогрессии. Они характеризуют масштабную связь двух членов ряда a_N и a_{N+1} . Отношение средних арифметической и геометрической оценок дают, например, для золотой прогрессии: 0,382 и 0,618 масштаб:

$$q_0 = \frac{2\sqrt{a_N a_{N+1}}}{a_N + a_{N+1}} = 2\sqrt{0,618 \times 0,382} / (0,618 + 0,382) = 0,9717. \quad (4)$$

Натуральный ряд есть содержание счисления, а числовые (масштабные) ряды арифметических прогрессий отражают его формы. Эти масштабы обнаружены и устойчиво проявляются в ряде областей, например, в делении периода пульса ЭКГ сердца человека, в биомеханике, измерениях астрономов биений планет Солнечной системы, флаттере лопаток турбокомпрессора и т.д. [5; 6; 12; 18].

Начала самоорганизации систем

В основе начал самоорганизации Природы лежит парный принцип самодостаточности. Это означает, что самоорганизация есть всегда самопроизвольный способ управления «как бы на себя». Цель состоит в точном выполнении предписаний (логики) самоорганизации на основе периодической альтернативы переменное – инвариантное и следующее принципу периодичности всех изменений. Этой цели подчинены все правила единства согласования этапов, структур и траекторий. Например, принцип парности проявляется в самоорганизации в двух золотых уравнений, альтернативных константах, рекуррентии и др. Первая константа золотой прогрессии определяет возрастающую ветвь прогрессии. Коэффициент разнообразия k_D прогрессий введен автором в работе [5]:

$$\Phi_D = k_D \Phi. \quad (5)$$

Вторая константа дает нисходящую знакопеременную ветвь (табл. 1):

$$\Phi_{0D} = -k_D \Phi_0^{p-1}. \quad (6)$$

Таблица 1

p	5	4	3	2	1
Φ	6,854	4,236	2,618	1,618	1
Φ_0	0,146	-0,236	0,382	-0,618	1

Самоорганизация имеет также парные рекуррентные свойства. Первое свойство подобия членов прогрессии $\Phi\Phi_0 = 1,618 \cdot 0,618 = 1$. Второе использует равенство $\Phi - \Phi_0 = 1$. Их уникальность в том, что вместе они определяют золотое уравнение $\Phi^2 - \Phi - 1 = 0$. Это доказывает также теорема Виета, определяющая его единичные коэффициенты по известным корням. Сами уравнения также являются инвариантами золотой прогрессии, связывая каждый её трехчлен. Действительно, возьмем произвольный трехчлен прогрессии: $1,618 + 2,618 = 4,236$. Вынося за скобку постоянную $1,618$, опять получаем искомое уравнение

$$1,618 (2,618 - 1,618 - 1) = \Phi (\Phi^2 - \Phi - 1) = 0.$$

Данный пример показывает также, что золотую прогрессию можно умножать на произвольную константу k_D в целях «размножения» прогрессий, подобных золотой [5]. Её уникальность – в необыкновенной гибкости «технологических» свойств самоорганизации. Это проявляется, прежде всего, в свойстве рекуррентии, вдвое сокращающей парные правила арифметики. В результате возведение в квадрат достигается сложением: $\Phi^2 = \Phi + 1$ и т.д. Все вышеизложенное частично отвечает на вопрос об уникальности явления З.С. Единственность З.С. связана с тем, что оно является предельным свойством гармонии, которое сохраняется только при единичных коэффициентах уравнений и парности свойств рекуррентии. Подчеркнем, что золотые

константы, как и масштабы, подобно вирусам, являются катализаторами преобразования подобия структуры и масштаба моделей биомеханики в систему самоорганизации гармонии [5].

Примеры самоорганизации

Построим компоненты золотой прогрессии (табл. 2). Пусть k_D равно 0,618, 1,618, а также 1; 2; 3; 4; 0,333; 0,5. Золотая прогрессия соответствует $k_D = 1$. В общем случае $1 < k_D > 1$ охватывает широкую область. Подобные прогрессии получим, умножив каждый её член на перечисленные константы. Золотая прогрессия, как известно, имеет зависимый ряд Люка, и поэтому её можно, для определенности, называть, далее тем же именем.

Таблица 2

Прогрессии	k_D	Прогрессия Люка и его компоненты						
к/Люка	0,333	-0,079	0,127	-0,206	0,333	0,539	0,873	1,412
к/Люка	0,5	-0,118	0,192	-0,309	0,5	0,809	1,309	2,118
Люка-комб.	1,272	0,486	-0,618	0,786	1,272	2,058	2,618	3,33
Люка	1	-0,236	0,382	-0,618	1	1,618	2,618	4,236
к/Люка	2	-0,472	0,764	-1,236	2	3,236	5,236	8,472
к/Люка	3	-0,708	1,146	-1,854	3	4,854	7,854	12,71
Сдвиг вправо	0,618	0,146	-0,236	0,382	-0,618	1	1,618	2,618
Сдвиг влево	1,618	0,382	-0,618	1	1,618	2,618	4,236	6,854
Фибоначчи	2,236	-0,528	0,854	1,382	2,236	3,618	5,854	9,472
Фибоначчи	0,447	-0,106	0,171	0,276	0,447	0,724	1,171	1,894

Отметим, что умножение прогрессии на одну из золотых констант не изменяет её, а лишь сдвигает в разные направления на шаг или более пропорционально их степени. В общем случае цифры подобных прогрессий, обозначенных *к/Люка*, совершенно не похожи на исходные. Поэтому покажем их подобие для $k_D = 2$ по ряду свойств гармонии: свойству рекуррентности, мультипликативному правилу и формулам связи. Действительно, для первых двух чисел имеем $0,764 + 1,236 = 2,0$. Поделим последний член на предыдущий и далее: $5,236 / 3,236 = 3,236 / 2 = 1,618$. При этом $\Phi_D - \Phi_{0D} = 3,236 - 1,236 = 2$ и $\Phi_D \Phi_{0D} = 3,236 \times 1,236 = 4$.

Произвольная величина коэффициента k_D может отображать и новые свойства самоорганизации. Рассмотрим пример $k_D = \sqrt{1,618} = 1,272$, который выражается через золотую постоянную. Эта константа образует комбинированную прогрессию самоорганизации к/Люка в естественной (золотой) системе счисления (см. табл. 2). По форме она содержит две прогрессии – Люка (с неявной формой масштаба) и дополнительную «через шаг» (с явным масштабом). Это проявляется в том, что её прогрессия содержит естественные числа золотой арифметической прогрессии, например число 2,058. Очевидно, что его деление на масштабе $q = 1,029$ дает натуральное число $2 = 2,058 / q$ [12. С. 142]. Оба масштаба q и $q_0 = 1/q$ самоорганизации определяют

естественную систему счисления. Она наделена организующим качеством чисел самоорганизации и широко наблюдается в ряде областей Природы [1; 5]. Последние две строки табл. 2 комментируются ниже.

Золотая постоянная прогрессий и ряды Фибоначчи

Содержанием процесса самоорганизации является золотая прогрессия Люка, выражающая одновременно числовой ряд саморазвития. Имеется также известный эмпирический ряд Фибоначчи. В соответствии с принципом парности прогрессия Люка должна отображать неизвестную прогрессию Фибоначчи, имеющую известный числовой ряд. Каковы возможные условия её идентификации?

Сделаем допущение, что прогрессии и ряды Фибоначчи могут дополнять прогрессии и ряды Люка, образуя структуру самоорганизации при помощи пока неизвестной величины коэффициента k_G . При анализе данных табл. 2 было установлено, что все производные прогрессии Люка имеют только его ряд, то есть парные числовые ряды Люка и Фибоначчи уникальны. В этом случае отношение их чисел L^n / F^n может определить искомую константу G . Сопоставим одноименные числа рядов Люка и Фибоначчи, согласовав их с числами прогрессии Люка Φ^n (табл. 3). Анализ показывает, что за пределами первых двух чисел возникает постоянство отношения $k_G = L^n / F^n = 2,236 = 0,618 + 1,618$. Оно является третьей золотой константой, открывающей две прогрессии Фибоначчи (табл. 2).

Таблица 3

Φ^n	1,618	2,618	4,236	6,854	11,09	17,94	29,03	47	76	123
L^n	1	3	4	7	11	18	29	47	76	123
F^n	1	1	2	3	5	8	13	21	34	55
$G = L^n / F^n$	1	3	2	2,3	2,2	2,25	2,23	2,238	2,235	2,236

Введем две новые константы k_G – равную $G = 2,236$ и обратную величину. В связи с их значимостью в самоорганизации обозначим первую константу G от английского слова золото (gold). Имеем

$$k_G = 2,236 \text{ и } 1 / k_G = 0,447, \text{ причем } 2,236^2 = 5. \quad (7)$$

Обе константы определяют относительно прогрессии Люка две симметричные прогрессии Фибоначчи с k_G , равными 2,236 и 0,447 (см. табл. 2). Их статус подтверждается двумя целочисленными рядами с отмеченными коэффициентами (табл. 4). Они вводят альтернативные направленности самоорганизации, ортогональные саморазвитию, а также дополнение принципа периодичности второй прогрессией с основанием $G = 2,236$.

Одноименные порядковые числа прогрессий Люка и Фибоначчи связаны по определению точными формулами и приближенно с рядами

$$F = k_D \cdot L \text{ и } F = 1 / k_D \cdot L. \quad (8)$$

Таблица 4

Ряды	k_D	Прогрессии и ряды Люка и Фибоначчи									
Фибон.	1	0,447		-0,2		0,089		-0,04		0,018	
Фибон.	2,236	1,382	5	-0,854	5	0,528	10	-0,326	15	0,202	25
Фибон.	0,447	0,276	1	-0,171	1	0,106	2	-0,065	3	0,041	5
Люка	1	-0,618	1	0,382	3	-0,236	4	0,146	7	-0,09	11
Люка	1	1,618	1	2,618	3	4,236	4	6,854	7	11,09	11
Фибон.	0,447	0,724	1	1,171	1	1,894	2	3,065	3	4,959	5
Фибон.	2,236	3,618	5	5,854	5	9,472	10	15,326	15	24,79	25
Фибон.	1	2,236		5		11,18		25		55,9	

Оценим формулы (8) для рядов по отношению L / F по формуле Бине

$$L / F_n = 2 \Phi^n / F - 2,236. \tag{9}$$

Рабочие диапазоны чисел L золотой прогрессии и чисел F первого ряда Фибоначчи изменяются от 6,853 до 47 и 3 до 21. Их отношения по (9) составили 2,332 и 2,238, что практически совпадает с теоретической оценкой постоянной $G = 2,236$. Построим числовые ряды прогрессий Фибоначчи стандартным путем (см. табл. 4). Для этого достаточно определить их первые два члена. Последующие члены строятся по правилу рекуррентности рядов. Для $1/k_G$

$$F_1 = 1 / k_G (F - F_0) = 0,723 + 0,276 = 1,$$

$$F_2 = 1 / k_G (F^2 - F_0^2) = 1,17 - 0,17 = 1.$$

Следовательно, первый ряд Фибоначчи имеет вид: 1; 1; 2; 3; 5; ... и т.д. (см. табл. 4). Обращает на себя внимание смена знака при определении чисел Фибоначчи по сравнению с Люка. Учитывая отношение $2,236 / 0,447 = 5$, получаем второй симметричный ряд Фибоначчи: 5; 5; 10; 15; 25; ... Парность свойств рядов позволяет записать их в развернутой форме, имеющей оба направления саморазвития. Для ряда Люка... 3; -1; 2; 1; 3; 4; 7;... и Фибоначчи -1; 1; 0; 1; 1; 2; 3; ... и -5; 5; 0; 5; 5; 10; 15...

Примеры саморазвития

Две средние номинальные строки таблицы 4 при $k_D = 1$ определяют симметричные пары прогрессии и целые числа ряда Люка. Они и две строки по краям таблицы с k_G , равными 0,447 и 2,236, определяют симметричные прогрессии и ряды Фибоначчи. Для наглядности сопоставлений парные строки ветвей прогрессий представлены параллельно. Суммирование ветвей прогрессий дает целые числа Люка и Фибоначчи, показанные столбцами.

Периодичность знаков столбцов табл. 4 и 5 обеспечивает фундаментальное различие альтернативных форм чисел самоорганизации от саморазвития. В первом случае оно определяется парой прогрессий самоорганизации Люка

и Фибоначчи с иррациональными числами. Парные формы саморазвития выражаются множествами целых чисел одноименных рядов. Это уникальное (самопроизвольное) преобразование чисел является примером новых структурных форм самоорганизации, связанных с k_G . Это явление можно рассматривать как преобразование «аналоговой» формы самоорганизации путем её самокодирования в цифровую форму рядов. Вместе с тем оно обеспечивает новое качество рядов саморазвития – «уравновешенность» членов их прогрессий с разными направленностями. Принцип периодичности самоорганизации отображает известную стабильность макро- и микромира в цифровой форме. Один из примеров выявляет «штучный» целочисленный параметр заряда атомов. Лауреат Нобелевской премии физик Р. Фейнман отмечает [10]: «Химические свойства зависят от внешней оболочки (атомов. – О.Б.) – электронов, а точнее, только от того, сколько их там. Список названий элементов, составленный химиками, на самом деле может быть заменен нумерацией 1, 2, 3 и т.д.».

Завершая данный раздел, надо подчеркнуть, что имеют место две системы: самоорганизация и саморазвитие, структура и взаимодействие которых усложнилось и подлежит исследованию.

Начала структуры самоорганизации естественных систем

Сопоставление самоорганизации и саморазвития позволяет уточнить их структуры, взаимосвязь и особенности проявления принципа периодичности процессов. В табл. 2 и 3 показаны возможные формы прогрессии Люка в зависимости от золотых координат и коэффициента k_D . Золотые константы связаны зависимостью $0,618 = 1 / 1,618$. При умножении на них прогрессии Люка её члены сдвигаются влево или вправо на шаг, изменяя направленности саморазвития. Выше была открыта новая подобная форма $0,447 = 1 / 2,236$. Она, введя симметричные пары прогрессий и рядов Фибоначчи, определила возможность построения структуры самоорганизации, подобие которых обеспечивается прогрессией с основанием $G = 2,236$. Каждая из прогрессий имеет числовые ряды и вместе они определяют структуру самоорганизации и её противоположные направленности, ортогональные саморазвитию. Коэффициент k_G определяет две формы прогрессии самоорганизации, имеющей знаменатель $G = 2,236$, в зависимости от способа рекуррентности:

$$\dots 0,2; 0,447; 1,0; 2,236; 5,0; 11,18; 25; \dots \quad (10)$$

$$-1,708; -1,472; -0,236; -1,236; 1,0; 2,236; 3,236; 5,472; 8,708; \dots \quad (11)$$

Первая строится на основе рекуррентности умножения на константу 2,236. Она не имеет числового ряда. Вторая прогрессия строится рекуррентией сложения смежных чисел и соответствует ряду Люка: 1; 3; 4; 7; ... В первом случае числа k_G определяют множество чередующихся рядов самоорганизации, следующих периодичности саморазвития, но имеющих периодичность прогрессии (10). Эти различия обеспечивают парность принципа периодичности в приложении к саморазвитию и самоорганизации.

В первом случае его периодичность определяется золотой прогрессией Люка со знаменателем Φ .

Во втором случае периодичность определяется прогрессией (10) со знаменателем G . Отсюда следует, что исследуемый процесс имеет парные начала самоорганизации систем. Первым началом является активная форма саморазвития «вдоль» по периодам координаты Φ , а второе начало есть пассивная форма самоорганизации «поперек» по периодам координаты G , задаваемой величиной k_G (табл. 5).

Таблица 5

Обозначение	k_G	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Прог. Ф.в.3	11,18	2,64	-4,27	6,91	25	18,09	29,27	47,36	76,63	124
Ряд Ф.в.3	11,18	50	-25	25	0	25	25	50	75	125
Прог. Л.в.2	5	1,18	1,91	-3,09	5	8,09	13,09	21,18	34,27	55,45
Ряд Л.в.2	5	-20	15	-5	10	5	15	20	35	55
Прог. Ф.в.1	2,236	0,528	-0,854	1,382	2,236	3,618	5,854	9,472	15,326	24,8
Ряд Ф.в.1	2,236	10	-5	5	0	5	5	10	15	25
Прог. Л.1	1	0,236	0,382	-0,618	1	1,618	2,618	4,236	6,854	11,09
Ряд Л.1	1	-4	3	-1	2	1	3	4	7	11
Прог. Ф.н.1	0,447	0,107	-0,17	0,277	0,447	0,724	1,171	1,894	3,064	4,95
Ряд Ф.н.1	0,447	2	-1	1	0	1	1	2	3	5
Прог. Л.н.2	0,20	-0,048	0,076	-0,124	0,20	0,324	0,524	0,847	1,371	2,218
Ряд Л.н.2	0,20	-0,8	0,6	-0,2	0,4	0,2	0,6	0,8	1,4	2,2
Прог. Ф.н.3	0,089	0,021	-0,034	0,055	0,089	0,144	0,233	0,377	0,61	0,987
Ряд Ф.н.3	0,089	0,4	-0,2	0,2	0	0,2	0,2	0,4	0,6	1,0

Данные таблицы отражают уникальные, ранее неизвестные особенности структур самоорганизации гармонии, отличающиеся периодическими парными преобразованиями прогрессий и рядов в функции k_G как бы в формы друг в друга. В центре таблицы представлены выделенные жирным шрифтом исходные прогрессия и ряд Люка саморазвития. Выше и ниже представлены симметричные чередующиеся пары рядов Фибоначчи и Люка с k_G , следующим прогрессии 10. Для краткости ряды записаны как *Ряд Ф.в.1* и т.д.

Отношения членов парных прогрессий обладают, по определению, подобием, равным точно $k_G = 2,236$, а их ряды приближенно. Важная роль периодичности прогрессий и рядов потребовала дополнить принципы метафизики данной работы принципом периодичности. Принцип периодичности есть утверждение, что основой самоорганизации и саморазвития структур естественных систем являются периоды двух прогрессий, знаменателями которых выступают золотые константы: 1,618 и 2,236. Все ряды представлены в развернутой форме с левой ветвью, отражающей парность направленности самоорганизации. Наибольший интерес представляют закономерности самоорганизации систем с альтернативными направленностями. Они сопровождаются диалектическим перевоплощением структуры рядов, периодической

сменной формы парных прогрессий, рядов и знаков и др. Активный и пассивный ряды Люка и Фибоначчи обладают способностью тиражирования себя подобно растениям. Наблюдается также чередование на разных уровнях самоорганизации одинаковых чисел рядов, например, при k_G , равных 2,236 и 5, чередуются числа 5 и также 15, отражающие детали структуры целого. Анализ показал фундаментальность свойств прогрессий и рядов, замкнувших общую модель самоорганизации гармонии систем.

Определим далее масштаб прогрессий с учетом самоорганизации при $k_G = 2,236$ (см. табл. 5) по формуле (4). Возьмем два её последовательных числа, например, 3,618 и 5,854, для которых средние арифметическая и геометрическая оценки равны: $x_A = 4,736$ и $x_G = 4,602$. Их отношение дает масштаб развития $q = 1,029$. Аналогичные оценки масштаба для $k_{OD} = 0,447 = 1 / 2,236$ дают альтернативный масштаб $q_0 = 0,972$. Подтвердим эти результаты в более общей форме золотой прогрессии Люка. В данном случае удобно взять два его симметричных члена относительно единицы «через один»: 0,618 и 1,618. Масштаб можно определять по его первой оценке. Он подтверждает неизменный масштаб самоорганизации

$$q = \sqrt[4]{2,236/2} = 1,029.$$

Установленные данные доказывают, что множество анализируемых прогрессий проявляется и скрепляется принципом периодичности, естественной системой счисления, масштабы которой отражают лишь парность направлений саморазвития и не зависят от самоорганизации.

Данные табл. 5 показывают редко наблюдаемое содружество множества взаимосвязанных процессов саморазвития в макро- и микрообластях, переменность и инвариантность которых наблюдается и повторяется на всех уровнях подобия в форме естественного принципа периодичности. Необычная «организованность» их чисел тесно связана, но сохраняет важную индивидуальность каждого из альтернативных рядов на основе правила рекуррентности. Принцип периодичности распространяется на естественные числовые ряды гармонии, обеспечивая их преимущество над натуральными числами. Эта причина является одним из источников рассогласования фактических свойств множества естественных систем Природы от их предполагаемых теоретических аналогов.

Самоорганизация и перевоплощение структур

Рассмотрим свойства самоорганизации, связав её с оценкой перевоплощения структур на основе данных табл. 5. Уточним вначале особенности взаимодействия двух альтернативных рядов, используя свойство рекуррентности суммирования. Начнем с вычитания ряда Фибоначчи из ряда Люка, относя первый к пассивному началу, а второй – к активному.

Вычитаем ряд Ф.н.1 из Л. таблицы 5. При $k_G = 0,447$ имеем ряд Л.: 3 -1 2 1 3 4 7...; ряд Ф.н.1: -1 1 0 1 1 2 3...; и их сумму: 2 0 2 2 4 6 10... Сокращение его на множитель 2 дает ряд Фибоначчи в канонической форме:

...1 0 1 1 2 3 5..., но сдвинутый на шаг (период) влево из-за приращения старшего члена 5 справа. Это подтверждает ожидаемый результат. Естественно, что окончательное решение о выборе варианта в Природе возложено резонно на случайность естественного отбора, которая практически уравнивает их количество законом равной вероятности. Возникает вопрос – могут ли эти два противоположных начала самоорганизации воспроизвести также ряд Люка? Другими словами, может ли подобное взаимодействие воспроизвести себе подобное? Биологи относят его к основному признаку живого.

Примем для второго примера прежний ряд Л. и новый ряд Ф.в.1 с $k_G = 2,236$. Их сумма определила ряд Люка: $-2\ 4\ 2\ 6\ 8\ 14\ 22\dots$ После деления на 2 он имеет свой канонический вид: $-1\ 2\ 1\ 3\ 4\ 7\ 11\dots$, сдвинутый на период вправо, что подтверждает допущение. Рассмотрим далее особенности преобразований для альтернативных рядов более высокого порядка самоорганизации. Суммируем для наглядности только правые части рядов Ф.в.4 и Л.в.3 (см. табл. 5): $\dots 25\ 25\ 50\ 75\ 125\dots$ и $\dots 5\ 15\ 20\ 35\ 55\dots$ Их сумма есть ряд Люка: $\dots 3\ 4\ 7\ 11\ 17$, сдвинутый влево. Их разность также дает ряд Люка $\dots 20\ 10\ 30\ 40\ 70$, ..., сдвинутый вправо.

Итак, установлено, что суммирование и вычитание альтернативных рядов по коэффициенту k_G прогрессии самоорганизации чередует их форму и смещения за период. Оценим погрешность этих данных по сравнению с точными (см. табл. 5). Результаты расчетов приводили ряды к канонической форме путем определения коэффициента k_D . Все k_G , определяющие точные решения, представлены в табл. 5. Их отношение определяет погрешность. Например, для второго эксперимента имеем $k_D = 2$ и $k_G = 2,236$, поэтому погрешность $k_D / k_G = 0,89$, то есть 11%. Эта погрешность, по-видимому, вносит некую избыточность предварительного прогноза, например, сдвига результирующего ряда. Эти сведения отсутствуют в точных данных табл. 5, освещающих только структуру самоорганизации.

Поднятый вопрос можно решить только с учетом совмещения акта самоорганизации с саморазвитием. Очевидно, что смещение и считывание информации структурных рядов есть этапы естественного процесса шаговой реализации, который как бы «расщепил» единый процесс построения структуры системы на её самоорганизацию (за счет G) и саморазвитие (за счет Φ), но сохранил их согласованность и взаимосвязь на основе принципа периодичности. Однако осталось два дополнительных вопроса. Первый вопрос связан с началом саморазвития, который реально сопровождается самоорганизацией. Второй вопрос относится к построению как бы «соединительной» связи (ткани) межструктурных пустот периодов, так как «Природа не терпит пустоты».

Метафизический метод саморазвития систем

Установлено, что сложение или вычитание альтернативных рядов Люка и Фибоначчи преобразуют их друг в друга, смещая результат на шаг влево или вправо. Однако известно, что смещение рядов имеет место также при

умножении прогрессии Люка на золотые константы. Отсюда следует вывод об эквивалентности результата, достигаемого двумя разными методами, и заключение, что воспроизведение систем есть случай совмещения самоорганизации и саморазвития. В этом заключении метафизики проявляется её принцип парности альтернатив. Возникает вопрос о форме проявления принципа триединства.

Проведенный анализ основных свойств саморазвития естественных систем позволяет построить метафизический метод саморазвития системы в плоскости её развития как бы «вдоль и поперек». Положим в её основу установленные свойства: неизменность структуры преобразований и чередование альтернативных рядов Люка и Фибоначчи (см. табл. 5). Примем общее условие – согласованные положения периодов всех парных прогрессий и рядов Фибоначчи до и после шага саморазвития прогрессии Люка. Это условие вытекает из инвариантности принципа периодичности, а также формулы Бине. Действительно, появление при самоорганизации нового внешнего слоя сопровождается общим смещением саморазвития рядов на период (шаг) исходной прогрессии и ряда Люка. В этом проявляется физическая неразрывность нового слоя самоорганизации прогрессии и ряда Фибоначчи, которая следует двум периодам. Они связаны с одновременным смещением периодов как вдоль, так и поперек.

Рассматриваемая форма совмещения самоорганизации и саморазвития сопровождается новым явлением триединства: неизбежным заполнением межструктурного периодического пространства «соединительной» связью. Дело в том, что анализируемая модель строит не только структуру (скелет) системы, но и вынуждена заполнять связями промежутки периодов, как в Природе, соединительной тканью. В этом случае принцип триединства проявляется в том, что промежутки каждого ряда заполняются за каждым его членом, а пробелы членов нового слоя за их разностью (табл. 6–8). Для парных рядов Фибоначчи и Люка имеем

$$R = \text{Ряд } \Phi.в.1 - \text{Ряд } Л.1, \quad (12)$$

разность которых зависит от k_G ряда $\Phi.в.1$. Определим формулу шага ряда Φ , учитывая что переменные ряды связаны зависимостью $\Phi = k_G L$.

Запишем первый шаг ряда Φ , прибавляя к L единицу и вычитая начало, откуда следует

$$k_G (L + 1) - k_G \cdot L = k_G. \quad (13)$$

Материал табл. 5 отражает общую цифровую модель альтернативных направлений саморазвития естественных систем на основе чередования подобных прогрессий, рядов Люка и Фибоначчи. Метафизический метод периодического саморазвития показывает, что самоорганизация нового ряда на каждом периоде дополняется по их длине однородной связью, заполняющей межструктурное пространство.

Начала саморазвития траекторий Люка и Фибоначчи

Саморазвитие естественных систем использует свою периодическую систему отсчета. Параметр k_D формирует естественную систему чисел гармонии. В её начале лежат: целые числа k_D горизонтальной оси и числа рядов саморазвития по вертикальной оси. Горизонтальная ось начинается с единицы и возрастает также на единицу. Все числа горизонтальной оси являются производными от разности пары золотых констант, умноженной на возрастающие числа коэффициента разнообразия. Обобщим счетный ряд N чисел K_D тождественным равенством

$$N = K_D \cdot (1,618 - 0,618) = K_D, \text{ при } K_D = 1, 2, 3, \dots n. \quad (14)$$

Равенство обладает как бы свойством «множества в единичном».

Элементы реального поля саморазвития, особенно химического, обладают способностью последовательного преобразования соседних элементов. Впервые преобразование ядра атома азота в ядро атома кислорода было выполнено английским физиком Резерфордом [9]. Уточним форму изменения структуры саморазвития, которая отображает самоорганизацию заполнения межструктурного пространства. При этом её столбцы и строки саморазвития связаны между собой периодами ряда Люка (табл. 6). Сочетание периодичности и непрерывности в общем случае достигается тем, что структурные промежутки периодов первого столбца рядов Φ , L и их разности R также заполняются числами строк. Структура строк и столбца представляет единую траекторию (цепь), периоды которой наделены обратными связями строк.

Таблица 6

Структура саморазвития Люка и заполнение строк периодов

1								
3								
4	5	6						
7	8	9	10					
11	12	13	14	15	16	17		
18	19	20	21	22	23	24	...	28
29	30	31	32	33	34	35	...	46
47	48	49	50	51	52	53	...	75
76	77	78	79	80	81	82	...	122

Структура саморазвития Фибоначчи представлена в табл. 7. Знаменатели первого столбца повторяют для наглядности основной ряд Люка. Остается справедливым свойство рекуррентности чисел: точно для первого столбца и приближенно для последующих. Любое искажение одного из точных инвариантов (или золотых констант) самоорганизации контролируется. Саморазвитие является компромиссным, что характерно для явлений Природы. Это обеспечивает «генетическое» управление всеми звеньями структуры и гарантирует сохранение каждого элемента и множество видов от исчезновения. Это

свойство гармонии отображает одну из важных причин развития многообразия Природы. Табл. 8 замыкает триединство саморазвития разности рядов Люка и Фибоначчи с заполнением строк их периодов.

Таблица 7

Структура саморазвития Фибоначчи и заполнение строк периодов

2,236 / 1						
6,7 / 3						
8,9 / 4	11,1	13,4				
15,6 / 7	17,8	20	22,3			
25 / 11	27,236	29,472	31,7	33,9	...	37,8
40 / 18	42,236	44,472	46,708	48,944	...	62,8
65 / 29	67,236	69,472	71,708	73,9	...	102,8
105 / 47	107,2	109,4	111,7	113,9	...	167,8
170 / 76	172,2	174,4	176,6	178,9	...	

Таблица 8

Разности рядов Люка и Фибоначчи и заполнение строк периодов

2,236 / 1	5					
6,7 / 3	0					
6 / 4	8,236					
8 / 7	10,236	12,472				
14 / 11	16,236	18,472	20,708		...	
22 / 18	24,236	26,472	28,708	30,944	...	33,76
36 / 29	38,236	40,472	42,708	44,944	...	55,764
58 / 47	60,236	62,472	64,708	66,944	...	91,764
94 / 76	96,236	98,472	100,708	102,944	...	149,764

Метафизический метод показал, что начала саморазвития отображают информационно-логические свойства структур естественных систем Природы. Они обеспечивают неразрывность самоорганизации каждого этапа структуры с его периодическим саморазвитием, при обязательном заполнении связями периодов межструктурного пространства системы. Возникает вопрос: в чем проявляется общность самоорганизации естественных периодических систем из электронов, протонов, нейтронов атомов химических элементов, следующих инерциальным законам взаимодействия? Общность проявляется в подобии периодических структур естественных систем, которое иллюстрируется триединством и инвариантностью табл. 6–8 в канонической форме. Химические элементы относятся к абсолютным первопроходцам самоорганизации Природы. Поэтому они занимают по праву только две начальные (центральные) строки табл. 5, но могут развиваться одновременно по всем направлениям.

Лауреат Нобелевской премии по физике Э. Вигнер отметил: «...функция, которую несут принципы симметрии (инвариантности. – О.Б.), состоит

в наделении структурой законов природы или установлении между ними внутренней связи, так же как законы природы устанавливают структуру или взаимосвязь в мире явлений» [13. С. 23]. Законы Природы выражают и обеспечивают общий порядок Вселенной. Принципы инвариантности позволяют установить взаимосвязь между общими свойствами Природы. Академик Н.Н. Моисеев полагает: «Законы Природы обладают структурой, называемой принципами инвариантности» [14. С. 36]. И далее «Законами природы мы не можем назвать что-либо иное, кроме тех связей между явлениями природы (и событиями), которые мы можем установить эмпирически или средствами логического мышления. Только эти связи мы можем отождествлять с теми правилами, которые действуют в нашем мире и определяют его процессы самоорганизации» [14. С. 40].

Модель саморазвития естественных систем

Выше рассмотрен на основе материала табл. 5 метафизический метод саморазвития естественных систем. В данном разделе рассматривается числовая модель саморазвития систем и её инвариантные свойства. Она учитывает, в частности, особенности химических элементов системы Д.И. Менделеева, ограниченные первой парой рядов Люка и Фибоначчи (табл. 5). Общая модель содержит ранее неизвестную прогрессию Фибоначчи с константой $k_G = G = 2,236$ и её парные ряды. В отличие от работы автора [1], здесь учитываются не только порядковые, но и массовые числа химических элементов, а также не входящие в систему Менделеева числа нейтронов атома в канонической форме табл. 6–8 и их открытые константы.

Формулы (8), связывающие переменные парных прогрессий и рядов табл. 5 позволяют построить модель саморазвития, связывающую парные ряды: L.1 и Ф.1:

$$R = (G - 1) \cdot L; L = 1; 3; 4; 7; 11; \dots F = G \cdot L. \quad (15)$$

Она определяет совмещенные свойства рядов саморазвития Люка и Фибоначчи, подтверждаемые материалом табл. 9. Ключом входа в модель являются числа ряда Люка. Она имеет три универсальные константы:

$$R / L = G - 1 = 1,236; \quad (16)$$

$$F / L = G = 2,236; \quad (17)$$

$$R / F = 1 - 1 / G = 0,553. \quad (18)$$

Первая константа определяет отношение чисел разностного ряда к числам Люка. С точки зрения химических элементов таблицы Менделеева это отношение чисел нейтронов и электронов атома. Вторая константа есть отношение чисел исходных парных рядов (табл. 5), то есть массовых чисел к числу электронов атома. Третья константа есть отношение нейтронов к массовым числам атома.

Свойства парных рядов Люка и Фибоначчи

1	L	1	3	4	7	11	18	29	47	76
2	Fr	5	5	10	15	25	40	65	105	170
3	F	2,236	6,7	8,9	15,6	24,6	40,2	64,8	105,1	169,9
4	Fr / Lr	2,236	2,233	2,225	2,228	2,236	2,233	2,234	2,236	2,235
5	$R = Fr - Lr$	1,236	3,7	4,9	8,6	13,6	22,2	35,8	58,1	93,9
6	R / Lr	1,236	1,233	1,225	1,228	1,236	1,233	1,234	1,236	1,235

Возникает вопрос – можно ли, задавшись произвольным числом ряда Люка, синтезировать параметры модели для произвольной пары альтернативных рядов табл. 5? Ответ положительный. Действительно, главная особенность парных рядов самоорганизации состоит в том, что они подобны, то есть отношение их коэффициентов k_G всегда равно G . Например, для рядов Ф.в.3 и Л.в.2 имеем $11,18 / 5 = G = 2,236$. Это значит, что формулы (15) и констант (16)–(18) остаются справедливыми для общего случая самоорганизации систем. Рассмотрим пример: $L = 7$. Для выбранных выше двух чисел k_G имеем значение $F = 11,18 \cdot 7 = 78,26$, $L = 5 \cdot 7 = 35$ и $R = 43,26$. По формулам (16–18) получаем: $R / L = 43,26 / 35 = 1,236$; $F / L = 78,26 / 35 = 2,236$ и $R / \Phi = 0,553$.

Рассмотрим особенности синтеза параметров в нижней половине расположения рядов таблицы 5. Они возникают из-за того, что числа Φ теперь становятся меньше чисел L . Рассмотрим пример смежных рядов Л.1 и Ф.н.1. Примем, по-прежнему, $L = 7$. Тогда $\Phi = 1 / G = 0,447 \cdot 7 = 3,129$ и $R = L - \Phi = 3,871$. Имеем прежние константы: $R / L = 3,871 / 7 = 0,553$ и $R / \Phi = 3,871 / 3,129 = 1,236$, но они, в отличие от формул (16) и (18), сменили знаменатели на противоположные значения F и L .

Что же изменяется при нарушении парности рядов? Рассмотрим пример двух k_G , равных 11,18 и 2,236. Они сохраняют $F = 78,26$, изменяют $L = 15,652$ и $R = 62,6$. В результате получаем $R / L = 4$, $F / L = 5$, $R / \Phi = 0,8$. Это значит, что разрыв рядов на шаг сохраняет формулы (15–18), но изменяет константу $G^2 = 5$ прогрессии самоорганизации (10).

Общие свойства анализируемой модели отображаются табл. 6–8 трех структур саморазвития естественных систем, с заполненным межпериодическим пространством. Рассмотрим пример саморазвития строк (наполнителей) структурных чисел Люка и Фибоначчи. Возьмем произвольное сечение прогрессии Люка, например число 47. Оно определяет согласованные числа периодов 47 Люка и 105 Фибоначчи, ряды которых имеют $k_G = 1$ и $k_G = 2,236$. В результате оба структурных числа 47 и 105, начальных чисел строк внеструктурной связи, ограничены теоретически числами 76 и 170 (табл. 7 и 8). Имеем 47 Л.: 48; 49; 50; ...76. и 105Ф.: 107,1; 109,3; 111,5; ...167,8. Эти ряды чисел повторяют экспериментальные данные строки: 47 Серебро таблицы Менделеева (табл. 12).

Рассмотренные примеры отражают свойства дискретной модели саморазвития естественных систем табл. 5. Они приоткрывают метафизическую

версию: начал происхождения, самообразование структуры среды и неограниченное саморазвитие в произвольных направлениях. В её основе лежат: явление золотого сечения, периодические свойства структур и сквозное многомерное подобие траекторий и связей, обеспечиваемые парными прогрессиями и рядами гармонических чисел, группой их инвариантов и констант. Это подтверждается многими междисциплинарными фактами и ниже анализом эмпирической Периодической системы Д.И. Менделеева.

Обсуждая тему ограничений саморазвития, отметим мнение академика Н.Н. Моисеева «По-видимому, подавляющее большинство физиков глубоко убеждено, что все свойства макроуровня уже закодированы в моделях микроуровня (самоорганизации. – *О.Б.*)» [14. С. 51]. И далее: «Другой аргумент не меньшей значимости – это существование на Земле генетического кода, единого для всего живого. Алфавит из четырех букв – четырех нуклеотидов и еще двадцати аминокислот, – это, вероятно, следствие некоторых процессов естественного отбора...» [Там же. С. 29].

Периодичность саморазвития и управление

Множество периодических рядов и прогрессий обладает важным свойством октавного ряда – совмещать переменность преобразований чисел по периодам с неизменностью их относительных значений (измерений). Рассмотрим пример золотой прогрессии (табл. 10). В предпоследней строке представлены переменные результаты преобразования числа 3 по периодам прогрессии. Последняя строка отражает постоянство их относительного результата. Если это не так, например, появилось число 1,5, то правило рекуррентии прогрессии $x_n = x_{n-1} + x_{n-2}$ позволяет восстановить правильное значение: $4,854 = 3 + 1,854$. Главная цель состоит в обеспечении неизменной точности информационных алгоритмов (генома) гармонии систем. Пример иллюстрирует принцип «геномного» управления гармонии, его помехоустойчивость.

Таблица 10

<i>n</i>	-2	-1	0	1	2	3	4
Прогрес.	0,382	0,618	1	1,618	2,618	4,236	6,854
Перемен.	1,146	1,854	3	4,5	7,854	12,708	20,562
x_n/x_{n-1}		1,618	1,618	1,50	1,618	1,618	1,618

Октавные пределы гармонии

Пределы в физике принято оценивать постоянными октавами натурального ряда. Преобразование переменных периодов прогрессии в октавы выполнено в табл. 11. Результаты показали, что предельная длина таблицы Менделеева, ограниченная 7 октавами натурального ряда, не должна превышать число 128. Это реально выполняется 104 элементами. Удовлетворение известного предела физики в семь октав суммой чисел химических элементов

системы Менделеева является очередным свидетельством единства самоорганизации Природы. Гипотеза ограничения пределов саморазвития подтверждается числом известных химических элементов, а также существованием «граничных» неустойчивых элементов с малым временем существования, которое может возникать при больших числах Люка.

Таблица 11

А	4	7	11	18	29	47	76	123	199	322
Б	4,236	6,854	11,09	17,94	29,034	46,97	76	123	199	322
В	4,236		8,718	17,94		36,92	76		156	322
Г	1,029 ²		1,029 ⁴	1,029 ⁸		1,029 ¹⁶	1,029 ³²		1,029 ⁶⁴	1,029 ¹²⁸
Д	4		8	16		32	64		128	256

Ограничение саморазвития систем

Старшие числа Люка практически точно следуют золотой прогрессии

$$\Phi_p = \Phi^{p-1}.$$

Действительно, разность чисел $7 - 6,854 = 0,146$ для $p = 4$ составляет лишь $1/47$ часть от номинала. Поэтому для анализа кинематических параметров процесса саморазвития Люка воспользуемся формулой прогрессии. Скорость саморазвития определяется производной Φ_p по единице счета p периодов ряда Люка

$$V_p = \frac{d}{dp} (\Phi_p) = (p - 1) \Phi^{p-2}.$$

Отношение предшествующих формул есть фактор T_p , определяющий убывающую долю p к растущим периодам Φ_p

$$T_p = L_p / V_p = \Phi_p / (p - 1).$$

Установленные оценки показывают, что они могут ограничивать допустимые пределы процесса саморазвития и число химических элементов. Формулы свидетельствуют, что саморазвитие гармонии проходит с возрастающей скоростью процесса. В начале саморазвития фактор $T_1 = \infty$ при $p = 1$, а в конце время процесса T_p убывает с ростом p . В пределе фактор $T_p \rightarrow 0$ для больших чисел p . Данный фактор физически подобен времени. Поэтому он проявляется как известный динамический принцип взаимодействия тел: чем больше энергия у частицы, тем кратковременнее акт передачи её телу. Это явление подтверждает присутствие в химии коротко живущих элементов, крайне ограничивающих численность таблицу Менделеева. «Тупиковый» путь химических элементов, с четкой индивидуальностью их свойств, оказался неподходящим для растения и живых систем. Они предпочли путь безграничных форм самоорганизации бесчисленных систем на основе многообразия подобных структур.

Начала саморазвития и периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

Периодическая система химических элементов, построенная Д.И. Менделеева в 1869 году, явилась одним из крупнейших открытий XIX века. Он полагал, что «естественнее всего искать зависимости между свойствами и сходствами элементов, с одной стороны, и их атомными массами – с другой» [4. С. 30]. Семь периодов заданы первым периодическим столбцом таблицы. Они связаны с ростом электронных оболочек атомов (квантовых чисел). В каждой строке имеются VIII групп химических элементов. Число электронов возрастает на единицу, атомные массы – на константу 2,236. Последний столбец таблицы заканчивается нейтральными газами. Внизу таблицы помещены отдельно группы элементов, здесь опущенные, получившие названия лантаноиды и актиноиды. В табл. 12 представлены элементы, начиная с исходных газов водорода и гелия, и далее вниз таблицы до тяжелых металлов и вправо к нейтральным газам. Надо подчеркнуть, что таблица составлена в функции чисел, которые позднее были открыты французским ученым Люка. Она содержит в неявной форме также числа (без указания ряда Фибоначчи), отражающие относительные атомные массы, и не содержит данные о нейтронах, которые тогда не были известны.

Таблица 12

Пе- риод	Ряды	Группа элементов											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		O		
1	I	1, H; 1											2, He
2	II	3, Li; 6,9	4, Be	5, B	6, C	7, N	8, O	9, F					10, Ne
3	III	11, Na; 22,9	12, g	13, A	14, Si	15, P	16, S	17, Cl					18, Ar
4	IV	19, K; 39,1	20, Ca	21, S	22, Ti	23, V	24, Cr	25, M	26, F	27, Co	28, N		
	V	29, Cu; 63,5	30, Zn	31, G	32, Ge	33, As	34, Se	35, Br					36, Kr
5	VI	37, Rb; 85,5	38, Sr	39, Y	40, Zr	41, Nb	42, M	43, Tc	44, R	45, Rh	46, P		
	VII	47, Ag; 107,8	48, Cd	49, I	50, Sn	51, Sb	52, Te	53, J					54, Xe
6	VIII	55, Cs; 132,9	56, Ba	57, L	58	59	60	61	76, Os	77, r	78, i		
	IX	79, Au; 196,9	80, g	81	82	83	84	85					
7	X	87, Fr; 223	88, Ra	89	90	91	92	93					

Ядром системы элементов таблицы являются клетки с парными характеристиками: заряд атомного ядра Z , его относительная атомная масса A . Зависимые числа нейтронов N были связаны с A и Z в 1932 году формулой Иваненко–Гейзенберга [4. С. 43].

$$Z = A - N. \tag{19}$$

Сдвиги чисел Люка на единицу по длине строк имеют аналогию с впервые достигнутым Резерфордом физическим превращением ядра азота в соседнее ядро кислорода. В результате соединения электрона с позитроном

образуется два фотона γ -лучей. «Испускание позитрона происходит в результате превращения протона в нейтрон и, следовательно, сопровождается уменьшением положительного заряда ядра на единицу. Образовавшийся при этом элемент перемещается в периодической системе на один номер вправо от исходного элемента» [9. С. 64]. Структура естественной самоорганизации химических элементов имеет две формы саморазвития. Основным ускоряющийся процесс задается первым периодическим столбцом таблицы. С ростом периода увеличиваются металлические свойства элементов и прогрессивно сокращается их фактор времени, ограничивая процесс саморазвития. Замедленный процесс по строкам преобразует химические элементы друг в друга. Он замещает металлические свойства неметаллическими и ограничивает элементы инертными газами.

Проблема создания Периодической системы Д.И. Менделеевым состояла в построении структуры таблицы из известного, но неограниченного еще числа химических элементов XIX века. Предстояло объединить между собой парные числа около 100 химических элементов – порядковые числа электронов Z и относительные ядерные массы A . Трудности дополнялись тем, что ряд Люка и формула Бине не были известны, формула (19) отсутствовала, а ряд Фибоначчи не изучен. Возникает вопрос: как автор Периодической системы мог представить и построить в этих условиях устойчивую периодическую структуру самоорганизации, не имея сведений о рядах саморазвития и их сопряжении? Периодический ряд был открыт французским математиком Люка спустя 10 лет после создания таблицы. Автор Периодической системы, обладая обширными знаниями великого ученого и глубочайшей интуицией, сам открыл в 1867 году, по крайней мере, ряд Люка. Поэтому справедливо именовать данный периодический ряд именами Менделеева–Люка.

Система Д.И. Менделеева и структурные свойства саморазвития

В данном разделе рассматривается начальная форма самоорганизации, подобная эмпирическим данным в табл. 12. Её модель включает в современных терминах ряд Люка, определяющий периодическую структуру элементов, и ряд Фибоначчи, отображающий его массовые числа при $k_G = 2,236$. Оценим степень соответствия числовых данных табл. 12 теоретическим траекториям саморазвития гармонии и установим формулы связи трех переменных Z , A и N формулы (19) с параметрами самоорганизации. Для этого сопоставим структуру, систему отсчета и переменные Z и A табл. 12 с установленными выше переменными саморазвития L , F и R (табл. 6–8). Все строки табл. 12 начинаются с чисел Люка первого столбца и возрастают по строкам на единицу. Их начальные числа принадлежат ряду Менделеева–Люка и дополнены тремя числами Фибоначчи, а длины строк ограничены периодами прогрессии Люка. Имеют место несколько незначительных числовых отступлений чисел первого столбца табл. 12 относительно теоретических данных обоих рядов.

Сопоставление данных табл. 12 с теоретическими представлено в табл. 13. В первой строке: во-первых, отсутствуют два числа Менделеева–Люка 4 и 7, во-вторых, присутствуют числа Фибоначчи 37, 55 и 87, в-третьих, несколько чисел незначительно отличаются от теоретических данных – числа 19, 37, 79 и 87 от 18, 34, 76 и 89. Все отступления выделены жирным шрифтом. За малостью, их общее относительное влияние на конечные результаты сопоставлений незначительно. Три верхние строки табл. 13 показывают, что структура системы отсчета чисел совпадают с данными траекторий Люка и Фибоначчи табл. 6 и 7.

Таблица 13

Первый столбец	1	3			11	19	29	37	47	55	79	87
Числа Менделеева–Люка	1	3	4	7	11	18	29		47		76	
Числа Фибоначчи								34		55		89
Относ. атом. массы					23	39	64	85	108	133	197	223
Теор. отн. атом. масс.					24,6	40,2	64,8	83	105,1	123	166,6	199

Установим формулы связи трех переменных N , Z , A равенства (19) с параметрами самоорганизации L и F , причем $Z = L$ и $A = F$. Воспользуемся формулой, связывающей ряды Люка и Фибоначчи $F = G \cdot L$. Из формулы Иваненко–Гейзенберга (19) определим число нейтронов N

$$N = A - Z = G \cdot L - L = (G - 1) \cdot L.$$

Запишем искомые формулы таблицы Менделеева для N , A и Z .

$$N = (G - 1) \cdot L, A = F = G \cdot L, Z = L. \tag{20}$$

Интервалы строк определяются равенствами:

$$L_{(n+1)} = L_n + 1 \text{ и } F_{(n+1)} = F_n + G, \tag{21}$$

где $G = 1,618 + 0,618 = 2,236$. Эта модель, как и общая модель (15), имеет три ранее неизвестные константы, подтверждаемые табл. 9,

$$A / Z = 2,236, \tag{22}$$

$$N / Z = 1,236, \tag{23}$$

$$R / F = 1 - 1 / G = 0,553. \tag{24}$$

Первая константа устанавливает неизменность отношений одноименных массовых чисел и электронов атома. Вторая константа есть отношение числа нейтронов к электронам атома, а третья – нейтронов к массовым числам. Периодические свойства элементов определяются числами рядов Люка, Фибоначчи и ограничены семью октавами. Модель саморазвития материи имеет периодическую самоорганизацию структуры, свободное межструктурное пространство которой заполняется «соединительной связью». Формулы (20–24) Периодической системы Менделеева объединяют два альтернативных ряда саморазвития и поэтому являются частным случаем общей модели (15), которая не имеет этого ограничения. Однако обе модели

подобны и подтверждают исходные принципы метафизики самоорганизации. Поэтому три выделенных здесь ряда таблицы Менделеева, имеющие форму теоретических табл. 6–8 в переменных гармонии, могут быть дополнены последующими структурными рядами в противоположных направлениях.

Входом (ключом) к модели являются числа L ряда Люка первого столбца табл. 12. Рассмотрим пример: серебро с $L = 47$. По формулам (20) имеем $N = 58$; $L = 47$; $F = 105$. Табличные данные $N = 61$; $Z = 47$; $A = 108$ близкие. Продолжим расчет по строке для олова и йода. Их результаты сопоставлены с опытными данными табл. 12 и показали погрешность в несколько процентов (табл. 14). Данные табл. 15 подтвердили полную согласованность теории с данными её первого столбца.

Таблица 14

Элементы	N	$N_{опыт}$	L_r	$Z_{опыт}$	F_r	$A_{опыт}$	$F_r/A_{опыт}$
Серебро	58	61	47	47	105	108	0,97
Олово	61,8	69	50	50	112	119	0,94
Йод	65,5	74	53	53	119	127	0,94

Парные данные $L_{таб}$ и $F_{таб}$ таблицы Менделеева представлены строками 2 и 5. Сопоставление теоретических строк 1 и 4 с опытными данными строк 2 и 5 подтверждает хорошее согласие.

Таблица 15

Сопоставление теоретических и табличных данных первого столбца таблицы

1	L	1	3	4	7	11	18	29	47	76
2	$L_{таб}$	1	3	4	7	11	19	29	47	79
3	F_2	5	5	10	15	25	40	65	105	170
4	F_1	2,236	6,7	8,9	15,6	24,6	40,2	64,8	105,1	169,9
5	$F_{таб}$	1,01	6,9	9	14	23	40	63,5	107,8	190
6	3–1	4	2	6	8	14	21	36	58	94
7	4–1	1,236	3,7	4,9	8,6	13,6	22,2	35,8	58,1	93,9

Уточним статус трех чисел Фибоначчи, дополняющих ряд Люка таблицы Менделеева. Возьмем модель комбинированного ряда Люка табл. 2 с $k_D = \sqrt{1,618} = 1,272$, сокращающим 1,618 до 1,272. $1,272 / 1,236 = 1,029$ точно определяет константу 1,272 в новом масштабе. Если Природа допускает комбинированную форму саморазвития «вдоль» исходной прогрессии Люка, следовательно, она допускает и парную прогрессию Фибоначчи подобную ей. Статус чисел табл. 12 есть новый этап саморазвития «плотных» прогрессий.

Структурный анализ самоорганизации периодической системы Д.И. Менделеева

Метафизический анализ саморазвития естественных систем Природы ограничивается информационно-логическими основаниями. Они вскрывают

явление неразрывности слоя самоорганизации с его периодическим саморазвитием. Роль и значение принципа парности альтернатив самоорганизации выражает числовая модель взаимодействия чередующихся прогрессий и рядов Люка и Фибоначчи, определяющих структуру формируемой системы. Принцип триединства дополняет структуру саморазвития систем присоединением соединительных связей. С точки зрения физики члены парных рядов отображают электроны, позитроны, нейтроны атома и константы их отношений. Периодичности выражают как внешние параметры атома, так и внутреннюю структуру массовых чисел его ядра. Этот вопрос детально разработан в химии [4]. Проблему структуры массовых чисел ядра атома отметил Р. Фейнман в своих лекциях. Он подчеркнул положительную связующую роль таблицы Д.И. Менделеева и отсутствие её результатов в исследованиях структуры ядра атома [10]. Появилась возможность исследования на разных уровнях структуры периодической самоорганизации.

Роль энергии в образовании химических элементов

Частная теория относительности Эйнштейна установила, что наряду с неизменной массой покоя m_0 Ньютона существует переменная масса, зависящая от энергии. Немецкий физик Зоммерфельд назвал её массой движения [19. С. 24]. Она определяется формулой $m = m_0 \cdot \sqrt{1 - \beta^2}$, где β – относительная скорость. Этот закон впервые был получен великим голландским физиком Лоренцом в 1904 году. Он показывает, что масса химических элементов формируется энергией. Р. Фейнман определил это словами: «Материя есть застывшая энергия. Раскрытие закона образования вещества связывается с константой отношения масс протона и электрона $m_p / m_e = 1836,152$ » [20]. Установим её положение на плоскости структуры саморазвития, подобной табл. 5. Это определяет: предельный член ряда Люка, допустимые границы структуры саморазвития и приращения локальных масс движения элементов. Масса протона выражается числами F , а группы электронов элементов – числами L . Коэффициент и его структурные значения определяются $K_{pe} = k^n \cdot G \cdot L = 2,236^n \cdot L$, где $n = 1, 2, 3, \dots$

В табл. 16 представлены: пример предельной траектории саморазвития Люка, оценки K_{pe} и строкой 3 они же в процентах к максимальному значению. Коэффициент $K_{pe} = k^n \cdot G \cdot L = 1900$ при $k^n \cdot G = 25$, $L = 76$ (золото) и $n = 4$, что с точностью 3% близко к $K_{pe} = 1850$ при $L = 74$. Приращение масс движения следует прогрессии саморазвития Люка.

Таблица 16

Присоединение массы движения к членам ряда Люка химических элементов

1	L	1	3	4	7	11	18	29	47	76
2	K_{pe}	40,5	65,5	106	171	277	449	726	1174	1900
3	$K_{pe}, \%$	2,1	3,4	5,6	9	14,6	23,6	38,2	61,8	100

Самоорганизация химических элементов Вселенной определяется энергетическим содержанием их масс движения. Постоянная $K_{pe} = 1836,152$ ограничивает процесс саморазвития и число химических элементов периодом элемента $L = 76$. Следующий период имеет радиоактивные химические элементы с малыми полупериодами распада (полоний, радий и др.). Ограничения имеют как верхняя четверть области (табл. 5), так и её симметричная нижняя обратная постоянная $1 / K_{pe} = 0,0005$. Космическое образование химических элементов в мире из энергии является поворотным этапом саморазвития на Земле. Последующий процесс возникновения сред воды, воздуха и почвы развивался на основе получения энергии из сред и фотосинтеза. Главный этап – появление растений и жизни – связан с бурным саморазвитием свойств химических элементов в трех средах на основе исходной информации их материальной памяти. Материя остается застывшей энергией, но верхний слой является живой материей (ноосферой) по В.И. Вернадскому.

Заключение

Метафизические методы самоорганизации гармонии прогнозируют начала образования структуры естественной цепочки химических элементов материи. Траектории последовательности химических элементов следуют рядам Менделеева–Люка, Фибоначчи и парному принципу периодичности (рекуррентности) Природы. Цифровая модель триединства элементов Периодической системы связывает нейтроны, электроны и массовые числа ядер атомов и образует постоянство отношений. Модель подтверждается формулой протонно-нейтронной теории атомного ядра Д.Д. Иваненко и В. Гейзенберга. Сопоставление опытных данных с теоретическим прогнозом эволюции химических элементов показало их согласие. Саморазвитие растений и животных следуют началам самоорганизации химических элементов, материальная память которых отображает их формирование. Единство этапов саморазвития систем на Земле взаимосвязано с разнообразием Природы. Это подтверждает междисциплинарную гипотезу метафизики, что люди мыслят законами Природы.

Литература

1. Балакишин О.Б. Метафизика самоорганизации гармонии // Метафизика. 2018. № 3. С. 124–143.
2. Владимиров Ю.С. Метафизика. М.: «Бином». Лаборатория знаний, 2002. 534 с.
3. Захаров В.Д. Физика как философия природы. М.: Едиториал УРСС, 2005. 232 с.
4. Стругатский М.К., Надеинский Б.П. Общая химия. Изд. 4. М.: Высшая школа, 1965.
5. Балакишин О.Б. Гармония – новая роль в естествознании. М.: ЛЕНАНД, 2016. 328 с.
6. Марутаев М.А. Гармония как закономерность природы // Золотое сечение. М.: Стройиздат, 1990.
7. Гегель Г.В. Введение в философию. М.: ЛЕНАНД, 2016. 328 с.
8. Бутусов К.П. «Золотое сечение» в Солнечной системе // Тр. ВАГО «Некоторые вопросы Вселенной». М.–Л., 1978. Вып. 7. С. 475–499.

9. *Кедров Ф.Б.* Капица: жизнь и открытия. М.: Моск. рабочий, 1979. 152 с.
10. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. М., 1965. Ч. IV.
11. *Кедров Б.М.* Микроанатомия великого открытия. К 100-летию Менделеева. М.: Наука, 1970. 245 с.
12. *Балакишин О.Б.* Синтез систем. М.: ИМАШ РАН, 1995. 404 с.
13. *Вигнер Э.* Инвариантность и законы сохранения. М.: Изд. УРСС, 2002. 318 с.
14. *Моисеев Н.Н.* Человек и ноосфера. М.: Молодая гвардия, 1990. 350 с.
15. *Талев Н.Н.* Черный лебедь. Под знаком непредсказуемости. М.: Колибри, 2015. 736 с.
16. *Этши К.Р.* Введение в кибернетику. М.: Изд-во иностранной литературы, 1959. 432 с.
17. *Поппер К.* Вопросы познания природы. М.: УРСС, 2018. 190 с.
18. *Ганиев Р.Ф., Балакишин О.Б., Кухаренко Б.Г.* Срывной флаттер при неполной синхронизации колебаний лопаток турбокомпрессора // Доклады Академии наук. 2010. Т. 431. № 1. С. 36–38.
19. *Зоммерфельд А.* Механика. М.: ГИИЗ ИЛ, 1947.
20. *Аристархов В.М.* Фундаментальные константы живой природы // Сознание и физическая реальность. 2005. № 2. Т. 10. С. 66–69.

THE BEGINNINGS OF THE SELF-DEVELOPMENT OF NATURE AND THE PERIODIC SYSTEM OF CHEMICAL ELEMENTS OF D.I. MENDELEEV

O.B. Balakshin

*Institute of Mechanical Engineering. Russian Academy of Sciences
4, M. Kharitonyevskiy Per., Moscow, 101990, Russian Federation*

Abstract. Metaphysical methods of self-organization of harmony predict the beginning of the formation of the structure of a natural chain of chemical elements of matter. The trajectories of the sequence of chemical elements follow the Mendeleev-Luc, Fibonacci series and the paired principle periodicity (recurrence) of Nature. A digital model of the trinity of elements of the Periodic system connects neutrons, electrons and mass numbers of nuclei of elements and forms constants of their relations. It is confirmed by the formula of the proton-neutron theory of the atomickernels D.D. Ivanenko and V. Heisenberg. A comparison of experimental data with a theoretical prediction of the evolution of chemical elements showed them consent. The subsequent stages of the self-development of plants and animals follow the principles of self-organization of chemical elements, material whose memory displays their formation. The unity of the stages of self-development of systems on Earth is interconnected with the diversity of Nature. It confirms the interdisciplinary hypothesis of metaphysics that people think by the laws of Nature.

Keywords: metaphysics, harmony, golden constant, self-organization, self-development, Luke and Fibonacci's ranks, periods, restrictions, chemical elements.

ПАМЯТИ НАШИХ КОЛЛЕГ

DOI: 10.22363/2224-7580-2020-3-157-159

Леонид Чечин
(06.03.1949–18.04.2020)



Казахстанская наука понесла тяжелую утрату.

Ушел из жизни крупный ученый, председатель секции «Теоретическая физика и астрофизика» Республиканского общественного объединения «Казахстанское физическое общество», член-корреспондент НАН РК Леонид Михайлович Чечин.

Для нас, коллег и друзей Леонида Михайловича, – это большая потеря, которая оставит глубокий след в наших сердцах.

Доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент Национальной академии наук, Лауреат Государственной премии Республики Казахстан в области науки и техники имени аль-Фараби (2015 г.), автор и соавтор более 150 научных работ и публикаций, руководил Астрофизическим институтом им. В.Г. Фесенкова (2004–2010 гг.), где и работал все последующие годы до самого последнего дня.

Много времени посвящал популяризации науки и педагогической деятельности. Преподавал и был научным руководителем дипломных, магистерских работ, а также аспирантов и PhD докторантов.

Леонид Михайлович окончил в 1971 году физический факультет Казахского государственного университета, специализировался по кафедре теоретической физики. С 1972 по 1974 год – аспирант той же кафедры у будущего академика НАН РК М.М. Абдильдина, под руководством которого в 1986 году защитил кандидатскую диссертацию в Белорусском государственном университете на тему «Монадный подход к проблеме движения многих тел в общей теории относительности» по специальности 01.04.02 – теоретическая и математическая физика. В 1994 году защитил докторскую диссертацию в Томском государственном университете на тему «Движение тел в классических калибровочных полях» по специальности 01.04.02 – Теоретическая физика.



Лауреат Нобелевской премии по физике за 2006 год, профессор Дж.Ф. Смут III и профессор Л.М. Чечин

Леонид Михайлович Чечин – образец интеллектуала, ученого, исследователя. Всю свою жизнь он посвятил познанию мира и щедро делился своим знанием с окружающими. Основным научным интересом, воспитанным М.М. Абдильдиным, у Л.М. Чечина была теоретическая физика и астрофизика: проблема движения в общей теории относительности, космология ранней Вселенной и методы математической физики. Леонидом Чечиным было сформулировано новое направление в космологии ранней Вселенной – космическая хромодинамика. Он мог ставить и решать самые сложные задачи современной космологии. Им был сформулирован единый калибровочный

подход к проблеме движения многих тел. Занимался исследованием динамики топологически устойчивых космических объектов, и в первую очередь – динамики космических струн. Исследовал физические процессы, происходящие с монополями в горячей Вселенной. Важные результаты были получены в процессе изучения космологии самой ранней Вселенной. Им впервые было предложено условие давления-доминантности в ранней Вселенной. Опираясь на этот эффект, он смог естественным образом объяснить происхождение начального вращения галактик.

Большое внимание Л.М. Чечин уделял развитию методики обучения, в том числе и на английском языке. Долгие годы работая по совместительству в Казахском национальном педагогическом университете имени Абая, он воспитал множество прекрасных педагогов и ученых.

Он мог предложить еще очень много миру, стране и людям. Однако судьба распорядилась иначе. Нам будет очень не хватать его тонкого юмора, ироничного взгляда, его доброты.

Искренне сопереживаем и соболезнуем семье, всем родным и близким Леонида Михайловича. Мы всегда будем его помнить. Светлая память.

**Chechin Leonid Mikhaylovitch
(1949–2020)**

НАШИ АВТОРЫ

БАБЕНКО Инна Анатольевна – аспирантка Института гравитации и космологии Российского университета дружбы народов.

БАЛАКШИН Олег Борисович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института машиноведения имени А.А. Благодярова РАН.

БАХТИЯРОВ Камиль Ибрагимович – доктор философских наук, кандидат технических наук, профессор Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева.

ВИЗГИН Владимир Павлович – доктор физико-математических наук, профессор Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН.

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

ГРЯЗНОВ Андрей Юрьевич – кандидат философских наук, доцент физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

КРЕЧЕТ Владимир Георгиевич – доктор физико-математических наук, профессор Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», профессор Ярославского государственного педагогического университета имени К.Д. Ушинского.

ЛАПТЕВ Юрий Павлович – кандидат физико-математических наук, выпускник магистратуры Института гравитации и космологии Российского университета дружбы народов.

РЫБАКОВ Юрий Петрович – доктор физико-математических наук, профессор Российского университета дружбы народов.

ФИЛЬЧЕНКОВ Михаил Леонидович – доктор физико-математических наук, заместитель директора Института гравитации и космологии Российского университета дружбы народов.

ФРОЛОВ Борис Николаевич – доктор физико-математических наук, профессор Московского педагогического государственного университета.

ХОДУНОВ Александр Васильевич – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Научно-исследовательского института системных исследований РАН.

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, 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» (полу жирный).
- ✓ Разрядка текста, абзацы и переносы, расставленные вручную, не допускаются.
- ✓ Рисунки и схемы допускаются в компьютерном формате.
- ✓ Века даются только римскими цифрами: XX век.
- ✓ Ссылки на литературу даются по факту со сквозной нумерацией (не по алфавиту) и оформляются в тексте арабскими цифрами, взятыми в квадратные скобки, после цифры ставится точка и указывается страница/страницы: [1. С. 5–6].
- ✓ Номер сноски в списке литературы дается арабскими цифрами без скобок.
- ✓ Примечания (если они необходимы) оформляются автоматическими подстрочными сносками со сквозной нумерацией.

Например:

- На место классовой организации общества приходят «общности на основе объективно существующей опасности» [2. С. 57].
- О России начала XX века Н.А. Бердяев писал, что «постыдно лишь отрицательно определяться волей врага» [3. С. 142].

Литература

1. *Адорно Т.В.* Эстетическая теория. М.: Республика, 2001.
2. *Бек У.* Общество риска. На пути к другому модерну. М.: Прогресс-Традиция, 2000.
3. *Бердяев Н.А.* Судьба России. Кризис искусства. М.: Канон+, 2004.
4. *Савичева Е.М.* Ливан и Турция: конструктивный диалог в сложной региональной обстановке // Вестник РУДН. Сер.: Международные отношения. 2008. № 4. С. 52–62.
5. *Хабермас Ю.* Политические работы. М.: Праксис, 2005.

С увеличением проводимости¹ кольца число изображений виртуальных магнитов увеличивается и они становятся «ярче»; если кольцо разрывается и тем самым прерывается ток, идущий по кольцу, то изображения всех виртуальных магнитов исчезают.

¹ Медное кольцо заменялось на серебряное.

Редакция в случае неопубликования статьи авторские материалы не возвращает.

Будем рады сотрудничеству!

Контакты:

ЮРТАЕВ Владимир Иванович, тел.: 8-910-4334697; e-mail: vyou@yandex.ru

Для заметок

Для заметок
