

2018, № 1 (27)

МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

МЕТАФИЗИКА

В этом номере:

- Реляционная бинарная предгеометрия
- Теория физических структур
- Перспективы исследований в рамках реляционной парадигмы
- Идеи и проблемы, сопутствующие реляционной парадигме

2018, № 1 (27)

МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2018, № 1 (27)

Основан в 2011 г.

Выходит 4 раза в год

Журнал «Метафизика» является периодическим рецензируемым научным изданием в области математики, механики, астрономии, 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)

● РЕЛЯЦИОННАЯ
БИНАРНАЯ
ПРЕДГЕОМЕТРИЯ

● ТЕОРИЯ
ФИЗИЧЕСКИХ
СТРУКТУР

● ПЕРСПЕКТИВЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ
В РАМКАХ
РЕЛЯЦИОННОЙ
ПАРАДИГМЫ

● ИДЕИ
И ПРОБЛЕМЫ,
СОПУТСТВУЮЩИЕ
РЕЛЯЦИОННОЙ
ПАРАДИГМЕ

Адрес редакционной коллегии:
Российский университет
дружбы народов,
ул. Миклухо-Маклая, 6,
Москва, Россия, 117198
Сайт: <http://lib.rudn.ru/37>

Подписано в печать 21.02.2018 г.
Дата выхода в свет 30.03.2018 г.

Формат 70×108/16.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,25.
Тираж 500 экз. Заказ 371.
Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе РУДН 115419, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3
Цена свободная

METAFIZIKA

SCIENTIFIC JOURNAL

(Metaphysics)

No. 1 (27), 2018

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
of 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)

ISSN 2224-7580

МЕТАФИЗИКА НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2018, № 1 (27)

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

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

ISSN 2224-7580

CONTENTS

EDITORIAL NOTE	6
RELATIONAL BINARY PREGOMETRY	
<i>Vladimirov Yu.S.</i> Relational bases of required theory	8
<i>Solovyov A.V.</i> Problems of description of physical interactions in the relational paradigm	16
<i>Bolokhov S.V.</i> To the issue of relationship between geometric and relational approaches.....	24
<i>Tereshchenko D.A.</i> Analysis of the bases of the relational theory of atom.....	31
<i>Molchanov A.B.</i> Relational approach to cosmology.....	36
<i>Babenko I.A.</i> Relational-geometric justification of magnetic fields in astrophysical objects.....	43
THEORY OF PHYSICAL STRUCTURES	
<i>Kulakov Yu.I.</i> Theory of physical structures as the basis of mathematics and physics..	49
<i>Vladimirov Yu.S.</i> Comment to the article (TFS program) written by Yu.I. Kulakov.....	54
<i>Mihaylichenko G.G.</i> Some considerations about the possible direction of the development of fundamental theoretical physics.....	59
<i>Simonov A.A.</i> To the subject of justification of the type of physical laws.....	61
PROSPECTS OF RESEARCH IN THE FRAMEWORK OF THE RELATIONAL PARADIGM	
<i>Aristov V.V.</i> Construction of the relative statistical space-time model and new physical representations.....	66
<i>Sevalnikov A.Yu.</i> Time in the quantum theory	73
<i>Terekhov V.E.</i> The metaphysical postulates of modern physics, which should be abandoned.....	78
<i>Panchelyuga V.A.</i> Bases of physics and the theory of elementary relations.....	86
<i>Panov V.F., Kuvshinova E.V.</i> In search of a monistic paradigm.....	93
<i>Volkova L.P.</i> On the basics of metaphysics.....	99
THE IDEAS AND PROBLEMS RELATING TO THE RELATIONAL PARADIGM	
<i>Yefremov A.P.</i> Physical and mathematical analytics ad reality of the fractal space.....	107
<i>Krugliy A.L.</i> Record of limits of volumes of information.....	116
<i>Vekshenov S.A.</i> From the bases of physics to the bases of mathematics.....	123
<i>Koganov A.V.</i> Principle of contravirative generation of events in physics.....	129
OUR AUTHORS	135

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКЦИИ	6
РЕЛЯЦИОННАЯ БИНАРНАЯ ПРЕДГЕОМЕТРИЯ	
<i>Владимиров Ю.С.</i> Реляционные основания искомой теории.....	8
<i>Соловьев А.В.</i> Проблемы описания физических взаимодействий в реляционной парадигме.....	16
<i>Болохов С.В.</i> К вопросу соотнесения геометрического и реляционного подходов.....	24
<i>Терещенко Д.А.</i> Анализ оснований реляционной теории атома.....	31
<i>Молчанов А.Б.</i> Реляционный подход к космологии.....	36
<i>Бабенко И.А.</i> Реляционно-геометрическое обоснование магнитных полей астрофизических объектов.....	43
ТЕОРИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СТРУКТУР	
<i>Кулаков Ю.И.</i> Теория физических структур как основание математики и физики.....	49
<i>Владимиров Ю.С.</i> Комментарий к статье (программе ТФС) Ю.И. Кулакова.....	54
<i>Михайличенко Г.Г.</i> Некоторые соображения о возможном направлении развития фундаментальной теоретической физики.....	59
<i>Симонов А.А.</i> К вопросу обоснования вида физических законов.....	61
ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАМКАХ РЕЛЯЦИОННОЙ ПАРАДИГМЫ	
<i>Аристов В.В.</i> Построение реляционной статистической модели пространства-времени и новые физические представления.....	66
<i>Севальников А.Ю.</i> Время в квантовой теории.....	73
<i>Терехович В.Э.</i> Метафизические постулаты современной физики, от которых следует отказаться.....	78
<i>Панчелюга В.А.</i> Основания физики и теория элементарных отношений.....	86
<i>Панов В.Ф., Кувшинова Е.В.</i> В поисках монистической парадигмы.....	93
<i>Волкова Л.П.</i> Об основаниях метафизики.....	99
ИДЕИ И ПРОБЛЕМЫ, СОПУТСТВУЮЩИЕ РЕЛЯЦИОННОЙ ПАРАДИГМЕ	
<i>Ефремов А.П.</i> О физико-математической аналитике и реальности фрактального пространства.....	107
<i>Круглый А.Л.</i> Учет конечных объемов информации.....	116
<i>Векшенов С.А.</i> От оснований физики к основаниям математики.....	123
<i>Коганов А.В.</i> Принцип контравариантной генерации событий в физике.....	129
НАШИ АВТОРЫ	135

ОТ РЕДАКЦИИ

Данный номер журнала, как и прежний, в значительной степени посвящен публикации материалов 1-й Российской конференции по основаниям фундаментальной физики и геометрии, недавно проведенной (10 ноября 2017 года) на базе Российского университета дружбы народов. Актуальность этой проблематики обусловлена сложившейся на рубеже двух тысячелетий ситуацией в мировой физической науке, которая свидетельствует о приближении коренных изменений в представлениях о физическом мироздании. Об этом свидетельствуют многолетние неудачные попытки решения ряда проблем физики микромира, таких как избавление от расходимостей в квантовой теории поля, попытки объединения физических взаимодействий, объединение принципов квантовой теории поля и общей теории относительности и т.д. Не меньше проблем накопилось и в области изучения свойств мегамира (в рамках релятивистской астрофизики и космологии).

Прошедшая конференция показала значительный интерес в нашей стране к поиску оснований новой физической картины мира. При этом все более явным становится тот факт, что проблемы современной фундаментальной теоретической физики все более тесно сближаются с коренными вопросами философии, а точнее, с принципами метафизики. Заслушанные на конференции доклады и поступившие в оргкомитет материалы от отсутствовавших коллег явно демонстрируют, что ожидания грядущих перемен делятся на три группы, точнее, возлагаются на исследования в рамках трех метафизических парадигм: 1) доминирующей ныне теоретико-полевой парадигмы, основанной на классической и квантовой теориях поля, 2) занимающей ведущее положение в исследованиях мегамира геометрической парадигмы или 3) оказавшейся в XX веке на обочине магистральных исследований реляционной парадигмы. Последняя, основанная на развитии идей Г. Лейбница и Э. Маха, в последнее время приобретает все большее число сторонников.

В соответствии с этим было принято решение распределить материалы трех названных направлений (парадигм) отдельно по трем номерам нашего журнала. Предыдущий номер журнала (№ 26), кроме материала общего характера, содержал главным образом статьи, в которых высказывались идеи и надежды на развитие геометрической парадигмы. Заметим, что данная конференция проводилась под эгидой Российского гравитационного общества на базе РУДН, где имеется единственный в стране Институт гравитации и космологии.

В данном номере журнала содержатся статьи, авторы которых возлагают надежды на развитие идей реляционной парадигмы. Напомним, что в основаниях этой парадигмы лежат три фактора: во-первых, это реляционная трактовка природы классического пространства-времени (его понимание не как самостоятельной категории, а как абстракции от отношений между объектами или событиями), во-вторых, это описание взаимодействий в рамках концепции дальнего действия, альтернативной общепринятой концепции ближнего действия и, в-третьих, самым существенным образом учет принципа Маха, понимаемого как обусловленность локальных свойств физических объектов глобальными закономерностями окружающего мира.

Статьи по тематике реляционной парадигмы в данном номере журнала распределены по четырем разделам.

В первом разделе «Реляционная бинарная предгеометрия» содержатся статьи, в которых изложены идеи и результаты исследований на основе бинарной предгеометрии, развиваемой в Москве на физическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова и в РУДН.

Во втором разделе «Теория физических структур» отражены результаты многолетних исследований, ведущихся в Новосибирском и Горно-Алтайском университетах.

В третьем разделе «Перспективы исследований в рамках реляционной парадигмы» содержатся работы по реляционной тематике ряда других авторов, работающих в различных учреждениях Москвы и Перми.

Наконец, в четвертый раздел «Идеи и проблемы, сопутствующие реляционной парадигме» помещены статьи, в которых излагаются идеи и соображения, непосредственно примыкающие к вопросам, исследуемым в рамках реляционной парадигмы.

Отметим, что в следующем номере (№ 28) нашего журнала намечено поместить статьи, авторы которых высказывают надежды на продолжение исследований в рамках ныне доминирующей теоретико-полевой парадигмы.

РЕЛЯЦИОННАЯ БИНАРНАЯ ПРЕДГЕОМЕТРИЯ

РЕЛЯЦИОННЫЕ ОСНОВАНИЯ ИСКОМОЙ ТЕОРИИ

Ю.С. Владимиров

*Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
Институт гравитации и космологии РУДН*

Утверждается, что для построения искомой объединенной теории физического мироздания наиболее подходящим является реляционный подход. Указаны основные черты реляционной бинарной предгеометрии и перечислены основные результаты, полученные в рамках реляционно-статистического подхода к природе физического мироздания.

Ключевые слова: три дуалистические парадигмы, реляционная парадигма, теория систем отношений, спиноры, финслеровы спиноры, теория атома, космология.

1. На протяжении более полувека значительные усилия физиков были нацелены на решение ряда принципиально важных проблем современной фундаментальной физики, таких как совмещение принципов общей теории относительности и квантовой теории, преодоления трудностей (главным образом расходимостей) квантовой теории поля, осмысление проблем космологии и т. д. Неудачи в решении названных и ряда других проблем заставляют обратиться к анализу оснований современной фундаментальной теоретической физики.

2. Произведенный анализ показывает, что в XX веке теоретическая физика развивалась в рамках трех дуалистических парадигм:

1) доминирующей ныне *теоретико-левой парадигмы*, в основе которой лежат классическая и квантовая теория поля;

2) *геометрической парадигмы*, основу которой составляет общая теория относительности и ряд ее обобщений, основанных на использовании более общих геометрий, нежели риманова;

3) *реляционной парадигмы*, основанной на развитии идей, сформулированных Г. Лейбницем, Э. Махом и другими мыслителями.

Наличие этих трех дуалистических парадигм связано с попытками совмещения пар из тройки ключевых физических категорий: *пространства-времени, полей переносчиков взаимодействий и частиц (тел)*.

В теоретико-полевой парадигме в качестве обобщенной категории выступает поле амплитуды вероятности, объединяющей категории частиц и полей.

В геометрической парадигме объединяются пространство-время и поля переносчиков взаимодействий в обобщенную категорию искривленного пространства-времени.

В реляционной парадигме отрицается самостоятельный характер категории пространства-времени, а вместо него вводятся два вида отношений: координатных и токовых.

3. Три дуалистические парадигмы являются промежуточными на пути создания искомой теории в рамках единой (монистической) парадигмы.

Искомая физическая теория по-разному называется сторонниками трех парадигм; единой теорией поля, «теорией всего», геометризацией всей физики, теорией физических структур и т. д.

Названные три парадигмы являются дополнительными друг к другу, представляют собой взгляды под разными углами зрения на одну и ту же физическую реальность.

В настоящее время для получения наиболее полной информации о физической реальности нужно уметь смотреть на нее со всех трех точек зрения. При этом остро встала проблема выбора одной из этих парадигм для построения искомой теории, способной существенно продвинуться в решении назревших проблем.

4. Ключевой задачей фундаментальной теоретической физики начала XXI века является вывод классических пространственно-временных представлений из более элементарных закономерностей физики микромира вместо того, чтобы продолжать их подкладывать под все наши физические построения.

Об этой задаче говорил и писал ряд известных физиков и математиков: Луи де Бройль, Л.И. Мандельштам, Д. Ван Данциг, П.К. Рашевский, Р. Пенроуз, Б. Грин и т. д. (см. в [1]).

Важность данной проблемы определяется тем, что фактически в основе всех трех физических парадигм лежат пространственно-временные понятия, причем в названных трех парадигмах используются разные понимание сущности пространства-времени.

5. Решение сформулированной проблемы вывода представлений классического пространства-времени вряд ли возможно в рамках теоретико-полевой или геометрической парадигм. Наиболее реальным представляется ее решение в рамках реляционной парадигмы.

Дело в том, что ключевое понятие теоретико-полевой парадигмы – поле – нуждается в постулировании пространственно-временного континуума (вводится на основе априорно заданного пространства-времени).

Геометрическая парадигма также исходит из существования пространства-времени, претендуя лишь на изменения метрических, топологических или иных его свойств.

В реляционной же парадигме нет априорно заданного пространства-времени, а вводимые вместо него отношения допускают широкий выбор их свойств.

6. Анализ реляционной парадигмы свидетельствует о том, что она опирается на три существенных фактора: 1) реляционное понимание природы пространства-времени, 2) описание физических взаимодействий в рамках концепции дальнего действия и 3) на принцип Маха, понимаемый как обусловленность локальных свойств систем глобальными свойствами окружающего мира.

7. Для построения содержательной теории в рамках реляционной парадигмы чрезвычайно важным оказалось открытие (создание) математической теории произвольных систем отношений на одном и на двух множествах элементов. Ее основы были заложены в теории физических структур, развитой в работах Ю.И. Кулакова и Г.Г. Михайличенко. Идеи этой теории были одобрены академиком И.Е. Таммом. Основные понятия математического аппарата этой теории изложены в ряде статей и книг Ю.И. Кулакова [2], Г.Г. Михайличенко [3] и наших [4–9].

Имеются две разновидности теории систем отношений: на одном множестве элементов (теория унарных систем отношений) и на двух множествах элементов (теория бинарных систем отношений).

Доказано отсутствие содержательных теорий на трех множествах элементов. Было показано, что теории унарных систем отношений соответствуют известным видам геометрий с симметриями (евклидовой, псевдоевклидовой, геометриям Лобачевского, Римана и т. д.). Эти теории осуществляют переформулировку известных геометрий с симметриями в реляционном духе, соответствующем взглядам Лейбница и Маха.

Теории бинарных систем отношений оказались, во-первых, проще и, во-вторых, более элементарными. Было показано, что от них своеобразной «склеивкой» элементов двух множеств можно перейти к теориям унарных систем отношений, то есть к общепринятым геометриям. Этот факт означает, **что используемые ныне геометрии можно считать вторичными конструкциями, возникающими из более элементарных бинарных систем отношений.**

8. Особенно важной для решения поставленной проблемы оказалась теория систем отношений на двух множествах элементов.

В наших работах было произведено обобщение теории Кулакова и Михайличенко на случай комплексных отношений в дискретном множестве элементов (физических событий). В итоге была создана теория *бинарных систем комплексных отношений (БСКО)* различных рангов. В основу теории БСКО положено, во-первых, наличие двух множеств элементов, каковые интерпретируются начальными и конечными состояниями систем в процессах взаимо-

действий. Во-вторых, полагается, что между элементами разных множеств заданы комплексные парные отношения, являющиеся прообразами амплитуд вероятности квантовых переходов. В-третьих, полагается, что эти отношения не произвольны, а удовлетворяют некому алгебраическому закону, связывающему отношения между r элементами одного множества с s элементами второго множества. Названные числа (r, s) характеризуют ранг БСКО. В-четвертых, полагается, что имеет место фундаментальная симметрия, означающая выполнимость закона для любой выборки из r элементов первого множества и s элементов второго множества.

9. Произведен анализ физических возможностей теорий БСКО минимальных рангов, показавший, что в основу представлений о физическом мироздании должны быть положены БСКО минимальных рангов (2,2), (3,3), (4,4), (5,5) и (6,6). Они тесно связаны друг с другом, но наиболее важную роль играет БСКО ранга (3,3). Поскольку БСКО более элементарны и от них можно перейти к известным (унарным) геометриям, такая теория была названа *бинарной предгеометрией*. Она открывает широкие возможности для обоснования известных свойств классического пространства-времени и теории физических взаимодействий.

В частности, следует отметить, что теория БСКО позволила обосновать наличие двух представлений в теории: координатного и импульсного, играющих важную роль как в классической, так и в квантовой физике.

10. В рамках бинарной предгеометрии было показано, что элементы БСКО минимального невырожденного ранга (3,3) описываются 2-компонентными спинорами, что позволяет обосновать спинорный характер элементарных частиц. Из этого результата следует, что унарная геометрия, получающаяся из этой бинарной геометрии, обладает размерностью четыре, сигнатурой $(+ - - -)$ и квадратичным мероопределением. Это означает, что, *положив в основу миропонимания бинарные системы комплексных отношений, можно прийти к используемому нами классическому пространству-времени и при этом теоретически обосновать его ключевые свойства, такие как его 4-мерность, сигнатура и квадратичное мероопределение.*

11. Тот факт, что имеется более элементарная – бинарная – предгеометрия, заставляет пересмотреть теорию описания известных видов физических взаимодействий, которую до сих пор было принято формулировать на фоне априорно заданного классического (унарного) пространства-времени.

Во-первых, последовательный реляционный подход заставляет отказаться от ныне принятой концепции близкодействия и заменить ее на *концепцию дальнодействия*, поскольку теперь априорно заданное пространство-время отсутствует и понятию поля не по чему распространяться. Тела воздействуют друг на друга непосредственно, на расстоянии (action-at-a-distance). Эта теория развивалась в работах Я.И. Френкеля, Р. Фейнмана, Ф. Хойла, Дж. Нарликара и ряда других авторов.

Во-вторых, на основе бинарной предгеометрии удалось переформулировать общепринятую электродинамику на новом, реляционном языке. В частности, оказывается, что уравнения Дирака в импульсном представлении имеют смысл алгебраических условий на пары элементов (левых и правых компонент), составляющих массивные элементарные частицы.

12. Простейшее бинарное многомерие, описываемое БСКО ранга (4,4), оказывается важным по нескольким причинам. Во-первых, оно демонстрирует ключевую роль БСКО ранга (3,3) в обосновании свойств классического пространства-времени, так как из БСКО ранга (4,4) получается унарная геометрия 9 измерений с кубичным мероопределением. Во-вторых, БСКО ранга (4,4) позволяет описывать приближенную модель электрослабых взаимодействий спинорных частиц. В-третьих, БСКО ранга (4,4) позволяет описать частицы, участвующие в сильных взаимодействиях.

13. Показано, что в рамках теории БСКО более высоких рангов, нежели (3,3), открывается новый канал введения спиноров – так называемых финслеровых спиноров, которые характеризуются произвольным числом компонент. Этот канал отличается от традиционного канала на основе алгебры Клиффорда над полем вещественных чисел. В частности, в рамках теории БСКО ранга (4,4) элементы характеризуются 3-компонентными спинорами. Из этих спиноров строятся кубичные инварианты, а элементарные частицы в такой теории формируются тройками элементов, что предлагается соотнести, в частности, с трехкварковой структурой барионов.

14. Теория БСКО ранга (6,6) позволяет совместить в описании физических взаимодействий произвольных частиц (как барионов, так и лептонов) вклады параметров как координатного, так и импульсного представлений. Ряд результатов, получаемых в рамках БСКО ранга (4,4), следует считать упрощениями более строгих результатов, следующих из теории БСКО ранга (6,6).

15. Теория БСКО минимального ранга (2,2) ответственна за введение в геометрию понятия длины. Эта теория является подсистемой всех упомянутых БСКО более высоких рангов. Она играет роль конформного фактора в устанавливаемых отношениях между частицами.

16. Особо важную роль в реляционно-статистической теории играет принцип Маха с указанным выше его пониманием. Предлагается считать, что основные используемые классические понятия: импульсы, расстояния, промежутки времени, интервалы и т. д. имеют статистическую природу, – они обусловлены вкладами гигантского «моря» электромагнитного излучения, испущенного, но еще не поглощенного в окружающем мире.

В пользу этого утверждения свидетельствует следующая совокупность идей и обстоятельств:

1. Фейнмановская интерпретация принципа Гюйгенса через отношения между излучателем, реальными атомами решетки и материальными точками на экране наблюдения дифракционной картины.

2. Итоги дискуссии о выборе концепции дальнего действия или ближнего действия, состоявшейся в Ленинградском политехническом институте в

1930 году (дискуссия между Я.И. Френкелем и В.Ф. Миткевичем) [10]. Главное место занимает вопрос, сформулированный Миткевичем: если принять концепцию дальнодействия, то где заключена энергия (импульс) испущенного, но еще не поглощенного электромагнитного излучения?

3. Идея, ранее высказанная Д. ван Данцигом, Е. Циммерманом, П.К. Рашевским, Р. Пенроузом и рядом других авторов о макроскопической природе классических пространственно-временных понятий. Так, Д. ван Данциг писал: «Можно считать метрику описанием некоторого “нормального” состояния материи (включая излучение) и дать ей статистическую интерпретацию, как некоторое усреднение физических характеристик событий, вместо того чтобы класть ее в основание всей физики» [11].

4. Идея, высказанная в свое время А. Эйнштейном, затем академиком Л.И. Мандельштамом, Д.И. Блохинцевым и рядом других авторов о необходимости назвать статистический ансамбль, ответственный за статистический характер квантовой теории.

5. И наконец, сам принцип Маха о влиянии окружающего мира на локальные свойства рассматриваемых систем. Для его утверждения в физике необходимо было дать физическое обоснование природы его проявлений. Таковой предлагается считать испущенное, но еще не поглощенное электромагнитное излучение.

17. В наших работах показано, что в рамках реляционной предгеометрии можно построить теорию атомов, не опираясь на априорно заданное пространство-время и обычно формулируемые на его фоне уравнения Шредингера, Клейна–Гордона–Фока или Дирака.

При этом алгебраические условия связанности двух частиц в атоме автоматически приводят к наличию $O(4)$ -симметрии в задаче водородоподобных атомов, открытой В.А. Фоком в 1930-х годах [12], исходя из решений уравнения Шредингера. Более того, показаны алгебраические истоки снятия вырождения по орбитальному квантовому числу.

Предлагается считать, что квантовая теория атомов (связанных состояний) лежит в основе генерации метрических отношений в классических пространственно-временных представлениях.

18. Принятие идеи о вторичной, производной природе классических пространственно-временных представлений позволяет под новым углом зрения взглянуть на свойства мира в больших масштабах, в частности на объяснение космологического красного смещения, на так называемое ускоренное расширение Вселенной и на гипотезы темной энергии и темной материи.

В связи с этим уместно напомнить слова академика В.А. Фока, который 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, соответствующих свойствам изучаемых

объектов и применяемым средствам их познания, а тогда выявляются и пределы применимости теории, притом возникают новые гносеологические вопросы» [13. С. 200].

19. Как нам представляется, изложенные идеи и уже полученные результаты на основе бинарной предгеометрии позволяют реализовать ряд идей и гипотез, ранее высказанных выдающимися мыслителями как далекого прошлого, так и настоящего. Здесь имеются в виду идеи, высказанные Аристотелем, Г. Лейбницем, Э. Махом, В. Гейзенбергом, Д. ван Данцигом, П.К. Рашевским, Р. Пенроузом и рядом других авторов (см. [1]).

20. Более того, как нам представляется, реляционная бинарная предгеометрия соответствует ключевым метафизическим принципам, лежащим в основаниях всех разделов науки и вообще мировой культуры. Среди них следует особо выделить принципы: выбора исходных оснований (редукционизма или холизма), триединства, дополнительности, фрактальности и процессуальности [7].

Изложенные выше идеи и результаты более подробно изложены в наших публикациях [4–9].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Владимиров Ю.С.* Природа пространства и времени: Антология идей. – М.: ЛЕНАНД, 2015.
2. *Кулаков Ю.И.* Теория физических структур. – М., 2004.
3. *Михайличенко Г.Г.* Математические основы и результаты теории физических структур. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2012.
4. *Владимиров Ю.С.* Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. Ч. 1: Теория систем отношений. – М.: Изд-во Московского университета, 1996.
5. *Владимиров Ю.С.* Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. Ч. 2: Теория физических взаимодействий. – М. Изд-во Московского университета, 1998.
6. *Владимиров Ю.С.* Физика дальнего действия: Природа пространства-времени. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012.
7. *Владимиров Ю.С.* Метафизика. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009.
8. *Владимиров Ю.С.* Реляционная концепция Лейбница–Маха. – М.: ЛЕНАНД, 2017.
9. *Владимиров Ю.С.* Метафизика и фундаментальная физика. Кн. 3: Реляционные основания искомой парадигмы. – М.: ЛЕНАНД, 2018.
10. Сборник «Природа электрического тока» (Беседа-диспут в Ленинградском политехническом институте). – М-Л.: Изд-во Всесоюзного электротехнического общества, 1930.
11. *Van Dantzig D.* On the relation between geometry and physics and concept of space-time // *Funfzig Jahre Relativitats theory. Konferenz.* – Bern, Basel. – 1955. – Bd. 1. – S. 569.
12. *Фок В.А.* Атом водорода и неевклидова геометрия // *Известия АН СССР.* – 1935. – Т. 2. – С. 169–184.
13. *Фок В.А.* Квантовая физика и современные проблемы // *Ленин и современное естествознание: сб.* – М.: Мысль, 1969.

RELATIONAL BASES OF REQUIRED THEORY

Yu.S. Vladimirov

*Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University,
Institute of Gravitation and Cosmology of RUDN University*

It is asserted that the relational approach is most suitable for constructing the desired unified theory of physical universe. The main features of the relational binary pregeometry are indicated and the main results obtained within the framework of the relational statistical approach to the nature of the physical universe are listed.

Keywords: three dualistic paradigm, relational paradigm, the theory of systems of relations, spinors, Finsler spinor, atom theory, cosmology.

ПРОБЛЕМЫ ОПИСАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В РЕЛЯЦИОННОЙ ПАРАДИГМЕ

А.В. Соловьев

Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Обсуждаются существующие в общепринятых теориях воззрения на пространство-время и взаимодействия. Формулируются основные идеи реляционной парадигмы. Показывается, что без привлечения координат и времени можно описывать не только свободные частицы, но и их взаимодействия. Выявляется реляционный характер диаграммной техники Фейнмана в импульсном представлении.

Ключевые слова: пространство-время, взаимодействия, реляционная парадигма, диаграммы Фейнмана.

С возникновением физики как самостоятельной науки одной из ее главных задач стало изучение взаимодействий между материальными объектами. В самом деле, именно взаимодействия вызывают изменения в характере движения тел как на макро-, так и на микроуровне. Даже само измерение какого-либо физического свойства объекта есть взаимодействие измерительного прибора и изучаемого объекта. А физика, в широком ее понимании, как раз исследует движение и свойства материи в природе.

По мере совершенствования измерительной аппаратуры и техники эксперимента открывались новые типы фундаментальных физических взаимодействий. Вслед за гравитационным были обнаружены электромагнитное, слабое и сильное взаимодействия. Параллельно с экспериментальными исследованиями фундаментальных взаимодействий создавались теории, описывающие эти взаимодействия. Прежде всего следует назвать две великие теории классической физики: механику Ньютона и электродинамику Максвелла. Первая была сугубо нерелятивистской с ее абсолютными пространством и временем. Вторая оказалась по сути своей релятивистской. Эта коллизия была разрешена созданием теории относительности и релятивистским обобщением механики. Примерно в то же время возникла новая коллизия. На этот раз между классической электродинамикой и планетарной моделью атома: электроны в атоме должны непрерывно излучать электромагнитные волны и терять энергию, так что атомы не могут быть стабильными образованиями. Разрешение данной коллизии привело к созданию еще более парадоксальной теории – квантовой механики. Релятивистским обобщением последней, как известно, явилась квантовая теория поля.

Во всех перечисленных теориях взаимодействия описываются с помощью *полей*. Это не должно удивлять, поскольку уравнения движения в данных теориях представляют собой дифференциальные уравнения (обыкновен-

ные или в частных производных) относительно числовых или операторно-значных функций координат и времени. Эти функции и есть поля на пространстве-времени, задающие в каждой его точке какое-либо физическое свойство: силу взаимодействия, амплитуду вероятности, оператор рождения (уничтожения) частицы и т.п. Важно здесь то, что операции дифференцирования по координатам и времени подразумевают существование сколь угодно близких точек пространства и моментов времени. Поэтому пространство-время просто обязано быть континуумом. Такова общая, чисто математическая, черта указанных теорий.

Возникает вполне закономерный вопрос: является ли окружающее нас реальное пространство-время континуумом или это всего лишь свойство используемой математической модели пространства-времени? Например, хорошо известно, что в атомах энергия и момент импульса квантуются, то есть принимают дискретные значения. Может быть, на малых расстояниях пространство и время тоже становятся дискретными? Тогда пространство-время следует считать не континуумом, а решеткой. В этом случае уравнения движения превращаются из дифференциальных в алгебраические. Однако все еще остается представление о пространстве-времени, пусть и дискретном, как о самостоятельной сущности, оторванной от помещенной в него материи. Такое пространство-время является чисто геометрическим вместилищем, сосудом для материальных объектов.

Более радикального взгляда на пространство и время придерживался Г. Лейбниц. В переписке с Кларком он утверждал: «Если бы не было созданных вещей, то не было бы ни времени, ни места, следовательно, не было бы и действительного пространства» [1. С. 496]. Иными словами, пространство и время вторичны по отношению к материальным объектам, а не наоборот. Но тогда необходимо предъявить конкретный способ построения точек пространства при помощи материальных объектов. Лейбниц делал это следующим образом: «Если дать что-то вроде определения, то местом (place) является то, что для А и В одинаково, если отношение, которое В имеет в своем сосуществовании к С, Е, F, J и т. д., целиком совпадает с отношением, которое А имеет в своем сосуществовании к ним, предполагая, что нет никакой причины для изменения соотношения самих С, Е, F, J и т. д. Можно было бы также сказать, не вдаваясь в подробности, что под местом мы понимаем то, что присуще разным существованиям в разные времена, когда они совершенно совпадают в своих отношениях сосуществования к некоторым состояниям, предполагаемым в тот или иной момент фиксированными. Фиксированными существованиями называются такие, для которых не было основания изменить свой порядок сосуществования с другими, следовательно, в которых, иными словами, не произошло движения. Пространство, наконец, – это то, что получается из совокупности всех мест» [1. С. 479]. Здесь под А, В, С и т. д. Лейбниц понимает тела (макрообъекты), а под отношениями – их взаимные расположения, определяемые в конце концов расстояниями.

Ключевым словом в приведенной цитате Лейбница является слово «отношение» (relation). Возвращаясь в сегодняшний день, можно сказать, что

Лейбниц стоял у истоков *реляционной парадигмы*. В этой парадигме принимается, что *на микроуровне материальные объекты (элементарные частицы) существуют вне пространства и времени, но, тем не менее, способны взаимодействовать друг с другом (устанавливать «отношения» между собой)*. И только на макроуровне, как статистический итог огромного количества таких взаимодействий, возникает классическое пространство-время.

Но как строить физическую теорию, имеющую дело с взаимодействиями, в которой среди первичных понятий нет пространства и времени, а значит, нет полей? Прежде всего, следует внимательнее приглядеться к математическим объектам, которыми описываются элементарные частицы в квантовой теории. И здесь обнаруживается любопытная ситуация. Существует всего лишь два типа таких объектов: тензоры и спиноры. Причем самое интересное, что тензоры являются частными случаями спиноров. Кроме того, простейшие спиноры образуют свое собственное пространство, не имеющее никакого отношения к пространству-времени ни по размерности, ни по типу геометрии. Таким образом, спиноры позволяют описывать спиновые состояния элементарных частиц без привлечения априорных пространственно-временных представлений. Уже поэтому в основу реляционной теории естественно положить именно спиноры.

Двухкомпонентные спиноры над полем комплексных чисел обладают удивительным математическим свойством: они порождают в своих тензорных произведениях четырехмерное псевдоевклидово пространство с сигнатурой метрики нашего пространства-времени (пространства Минковского). Это свойство заставляет задуматься всерьез о первичности спиноров по отношению к точкам пространства Минковского. В своей твисторной программе Р. Пенроуз как раз исходил из только что указанного свойства спиноров: «Если принимать всерьез мысль о том, что все свойства пространства-времени должны выводиться из более фундаментальных спинорных свойств, то нам нужно было бы найти подход, при котором точки пространства-времени можно было рассматривать как производные объекты. Спинорная алгебра недостаточно богата, чтобы служить основой такого подхода, но определенное ее расширение, а именно алгебра твисторов, действительно может рассматриваться как первичное по отношению к пространству-времени» [2. С. 56]. На самом деле унивалентный твистор – это тоже спинор, но только четырехкомпонентный и отвечающий шестимерному псевдоевклидовому пространству с двумя времениподобными измерениями. Таким образом, с чисто геометрической точки зрения спиноры опять оказываются наиболее многообещающими объектами для реляционной теории.

Если связать двухкомпонентные спиноры со спиновыми частями волновых функций фундаментальных фермионов, то порождаемые ими четырехмерные векторы будут относиться, скорее, к токам вероятности, нежели к точкам пространства-времени. Кроме того, реальные частицы характеризуются не только спином. Есть еще энергия, импульс и ряд других так называемых

квантовых чисел. Но самое главное – частицы находятся в отношениях взаимодействия друг с другом, и эти взаимодействия необходимо научиться описывать реляционным образом, то есть без привлечения пространственно-временных координат.

Наиболее последовательно реляционные взгляды на пространство-время и физические взаимодействия реализуются в подходе Ю.С. Владимирова [3]. Его идейную основу составляют реляционно-статистическое понимание пространства-времени, описание взаимодействий в рамках концепции дальнего действия и принцип Маха (локальные свойства объектов обусловлены воздействиями со стороны всего окружающего мира). Его математическую основу составляет комплексифицированный вариант теории физических структур, предложенной Ю.И. Кулаковым [4] и развитой Г.Г. Михайличенко [5]. В этом подходе рассматриваются два множества абстрактных объектов. Каждой паре элементов из разных множеств ставится в соответствие комплексное число («парное отношение»), и все эти числа связываются функциональной зависимостью («законом системы отношений»), выражаемой равенством нулю определителя конечного порядка. Важно, что в данной схеме естественным образом возникают не только двухкомпонентные спиноры, но и их далеко идущие обобщения – финслеровы спиноры [6]. Элементы, сами по себе, не являются элементарными частицами, а их парные отношения не есть отношения взаимодействия частиц. Частицы и их взаимодействия конструируются из элементов и их парных отношений посредством нетривиальной и весьма громоздкой процедуры. Нельзя сказать, что эта процедура логически безупречна. В ряде пунктов она требует использования принципа соответствия и пока не может рассматриваться как полностью самостоятельная.

Автор предлагает подняться на уровень элементарных частиц и проанализировать возможности существующей квантовой теории в плане реляционного описания взаимодействий. Здесь безусловный интерес вызывает знаменитая диаграммная техника Р. Фейнмана. Диаграммы имеют ярко выраженный корпускулярный характер и отражают следующие фейнмановские интуиции. Линии диаграмм изображают свободные частицы, а вершины (пересечения линий) – их взаимодействия. Акт взаимодействия является фундаментальным процессом испускания или поглощения одной частицей другой частицы. Каждый процесс с элементарными частицами изображается своей диаграммой, и каждой диаграмме по правилам Фейнмана сопоставляется амплитуда вероятности соответствующего процесса.

Правила Фейнмана в импульсном представлении обладают подкупающей простотой. Вот, что об этом писал сам Фейнман: «У меня нет уверенности в том, что следует начинать с теории поля, так как она не является внутренне последовательной теорией. Во всяком случае, я хочу оставить место для новых идей... Вместо всего этого мы сразу дадим правила для построения результирующей амплитуды – поскольку эти правила гораздо проще, чем шаги, ведущие к ним» [7. С. 80–81]. Покажем, что правила Фейнмана идеально укладываются в реляционную парадигму.

В релятивистской квантовой механике все одночастичные волновые уравнения для невзаимодействующих частиц имеют вид

$$L(x)\Psi(x) = 0,$$

где $L(x)$ – линейный дифференциальный оператор, $\Psi(x)$ – волновая функция частицы, а x – пространственно-временные координаты. Это самое распространенное координатное представление волновых уравнений. Ясно, что оно несовместимо с реляционной парадигмой. Однако если совершить четырехмерное преобразование Фурье волновой функции $\Psi(x)$, то вышеупомянутое дифференциальное уравнение превратится в чисто алгебраическое уравнение

$$L(p)\Psi(p) = 0,$$

где $L(p)$ – линейный оператор в конечномерном векторном пространстве, $\Psi(p)$ – образ Фурье функции $\Psi(x)$, а p – четырехмерный вектор переменных интегрирования в интеграле Фурье. Последнее уравнение обычно называют волновым уравнением в импульсном представлении, интерпретируя p как 4-импульс частицы. На самом деле, p приобретает смысл 4-импульса только в результате взаимодействия частицы с классическим макроприбором. Но самое существенное, что пространственно-временные координаты больше не входят в волновое уравнение. Таким образом, импульсное представление позволяет описывать свободные частицы в реляционном духе.

Рассмотрим простейший пример свободной релятивистской частицы с массой m и нулевым спином. Она описывается уравнением Клейна–Гордона–Фока, которое в импульсном представлении имеет вид

$$(p^2 - m^2)\Psi(p) = 0,$$

где скорость света и постоянная Планка положены равными единице. Это уравнение не содержит ничего, кроме двух утверждений:

1. Состояние частицы задается ненулевой скалярной волновой функцией $\Psi(p)$.

2. 4-Импульс p частицы удовлетворяет классическому соотношению $p^2 = m^2$ между энергией, импульсом и массой.

Конечно, как и любое однородное уравнение, оно допускает так называемое тривиальное решение $\Psi(p) \equiv 0$, но такое решение неинтересно с физической точки зрения.

Естественно ожидать, что импульсное представление позволяет описывать реляционным образом не только свободные, но и взаимодействующие частицы. В самом деле, все обсуждавшиеся до сих пор волновые уравнения были однородными. Но это не самая общая форма линейных уравнений. С математической точки зрения, однородные уравнения можно рассматривать как неоднородные уравнения с нулевыми правыми частями («источниками»). Что произойдет, если в волновое уравнение для свободной частицы добавить

ненулевой источник? О физической мотивировке введения источников замечательно сказал Ю. Швингер: «Таким образом, раз частица определяется столкновениями, в которых она рождается, детали конкретной реакции не имеют существенного значения и роль других частиц, участвующих в столкновении, можно идеализировать, считая, что они просто обеспечивают необходимый баланс физических характеристик – составляют *источник* интересующей нас частицы. При такой идеализации остается лишь задание... способности источника порождать различные импульсы, которая характеризуется... функцией $S(p)$ » [8. С. 58].

В импульсном представлении модифицированное указанным способом волновое уравнение сохраняет свой чисто алгебраический характер и имеет вид

$$L(p)\Psi(p) = S(p).$$

Оно может быть решено при заданном источнике $S(p)$ и при 4-импульсе p , удовлетворяющем условию $\det L(p) \neq 0$. Решение находится элементарными средствами линейной алгебры в следующей форме:

$$\Psi(p) = L^{-1}(p)S(p),$$

где $L^{-1}(p)$ – оператор, обратный к оператору $L(p)$. Оператор $L^{-1}(p)$ называется пропагатором, изображается внутренней линией на диаграммах Фейнмана и является одним из важнейших элементов диаграммной техники.

Возвращаясь к примеру скалярной частицы, запишем уравнение Клейна–Гордона–Фока с источником $S(p)$ и его решение:

$$(p^2 - m^2)\Psi(p) = S(p), \quad \Psi(p) = (p^2 - m^2)^{-1}S(p).$$

Из последних формул видно, что источник порождает 4-импульсы p , для которых $p^2 \neq m^2$, то есть переводит частицу в виртуальное состояние с пропагатором $(p^2 - m^2)^{-1}$. Это может произойти только в результате какого-то взаимодействия. Значит, в самом источнике должна содержаться информация о взаимодействии частицы с ее окружением. Какова общая структура источника?

В реляционной парадигме взаимодействие частиц может осуществляться лишь путем прямого обмена между ними какими-нибудь физическими величинами: энергией, импульсом, зарядом и т.д. При этом, конечно, должны выполняться все известные законы сохранения. В импульсном представлении необходимо учитывать, прежде всего, обмен 4-импульсом. Но для того чтобы частицы могли обменяться ненулевым 4-импульсом, они должны обладать ненулевыми волновыми функциями до акта взаимодействия. Поэтому источник должен зависеть от волновых функций взаимодействующих частиц. Конкретный вид этой зависимости определяется используемой моделью взаимодействия.

Пусть, например, имеются две скалярные частицы с волновыми функциями $\Psi_i(p_1)$ и $\Phi(p_2)$. Простейшее взаимодействие, которое можно придумать, имеет вид $g\Phi(p_2)\Psi_i(p_1)$, где g – константа связи, изображаемая вершиной на соответствующих диаграммах Фейнмана. Предположим, что частица, находящаяся в начальном состоянии $\Psi_i(p_1)$, поглощает 4-импульс p_2 другой частицы, находящейся в состоянии $\Phi(p_2)$, и переходит в конечное состояние $\Psi_f(p)$. Согласно закону сохранения 4-импульса, $p = p_1 + p_2$. Но этот процесс может произойти многими способами при каждом фиксированном p (существует множество 4-импульсов p_1 и p_2 , дающих в сумме один и тот же 4-импульс p). Согласно принципу суперпозиции, необходимо просуммировать все эти возможности, так что источник в данном случае будет

$$S(p) = g \int \Phi(p - p_1)\Psi_i(p_1) dp_1,$$

а уравнение Клейна – Гордона – Фока с источником примет вид

$$(p^2 - m^2)\Psi_f(p) = g \int \Phi(p - p_1)\Psi_i(p_1) dp_1.$$

Правая часть этого уравнения выражает отношение взаимодействия между скалярными частицами.

Таким образом, все элементы диаграмм Фейнмана можно проинтерпретировать в реляционном духе, не привлекая вовсе пространственно-временных координат. Следует отметить, что рассуждения самого Фейнмана и, тем более, построения квантовой теории поля, непосредственно приводят к правилам диаграммной техники в пространственно-временном представлении и никак не могут интерпретироваться реляционным образом. Лишь после преобразования Фурье они приобретают свою наиболее простую форму, и именно эти правила Фейнмана в импульсном представлении подразумевались в данной статье.

Автор предлагает смотреть на правила Фейнмана не как на правила соответствия между диаграммами и членами ряда теории возмущений для S -матрицы, а как на точное выражение фундаментальных законов распространения и взаимодействия элементарных частиц. Приведенные выше построения в импульсном представлении, местами, могут показаться излишне интуитивными. Однако они вполне убеждают автора в правильности выбранного общего направления рассуждений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лейбниц Г.В. Переписка с Кларком // Лейбниц Г.В. Сочинения: в 4 т. – Т. 1. – М.: Мысль, 1982. – С. 430–528.
2. Пенроуз Р., Риндлер В. Спиноры и пространство-время. Спинорные и твисторные методы в геометрии пространства-времени. – М.: Мир, 1988.
3. Владимиров Ю.С. Реляционная концепция Лейбница–Маха. – М.: ЛЕНАНД, 2017.
4. Кулаков Ю.И. Теория физических структур. – М.: Доминико, 2004.

5. Михайличенко Г.Г. Математические основы и результаты теории физических структур. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2012.
6. Соловьев А.В. Реляционные основания финслеровых спиноров // *Метафизика*. – 2014. – № 2. – С. 100–105.
7. Фейнман Р.П. Теория фундаментальных процессов. – М.: Наука, 1978.
8. Швингер Ю. Частицы, источники, поля. – М.: Мир, 1973.

PROBLEMS OF DESCRIPTION OF PHYSICAL INTERACTIONS IN THE RELATIONAL PARADIGM

A.V. Solovyov

Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University

Views on space-time and interactions existing in conventional theories are discussed. Basic ideas of the relational paradigm are formulated. It is shown that, without the use of coordinates and time, it is possible to describe not only free particles, but also their interactions. The relational character of Feynman diagram techniques in the momentum representation is revealed.

Keywords: space-time, interactions, the relational paradigm, Feynman diagrams.

К ВОПРОСУ СООТНЕСЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО И РЕЛЯЦИОННОГО ПОДХОДОВ

С.В. Болохов

*Институт гравитации и космологии
Российского университета дружбы народов*

Рассмотрены возможные идейные пересечения геометрического и реляционного подходов к построению физических теорий в ряде ключевых аспектов: принцип Маха, взаимосвязь свойств пространства-времени и материи, описание электромагнетизма и гравитации в теориях прямого межчастичного взаимодействия, а также в моделях Калуцы–Клейна.

Ключевые слова: реляционный подход, геометрический подход, пространство-время, гравитация, теории Калуцы–Клейна, принцип Маха.

Введение

На волне развития теоретической физики последних десятилетий значительный интерес представляет собой осмысление и анализ фундаментальных оснований нашей физической картины мира. Анализ развития физических идей позволяет выделить три ключевые физические парадигмы, в рамках которых шло развитие фундаментальных теорий XX столетия: теоретико-полевая, геометрическая и реляционная парадигма [1].

Напомним, что в основе *теоретико-полевой парадигмы* лежит фундаментальная концепция поля, определенного на заданном пространственно-временном многообразии. Последнее трактуется как априори существующий субстанциальный фон. Классическое поле предполагает процедуру дальнейшего квантования, в ходе чего возникает представление о квантах материи и полей – переносчиков взаимодействий.

Основу *геометрической парадигмы* составляет общая теория относительности А. Эйнштейна (ОТО) и различные ее обобщения. Пространство-время становится искривленным псевдоримановым многообразием и приобретает динамические степени свободы, описывающие гравитационное взаимодействие. Геометрический подход может быть расширен и на описание других видов взаимодействий. Это достигается либо введением дополнительных геометрических степеней исходного 4-мерного многообразия (кручение, конформные преобразования, неметричность), либо увеличением размерности пространства-времени. В последнем случае говорят о так называемых моделях типа Калуцы–Клейна. Пространство-время в данном подходе по-прежнему трактуется в субстанциальном ключе.

Многими авторами достаточно давно высказываются соображения в пользу того, что традиционная трактовка пространства-времени имеет суще-

ственные ограничения в микромире [1–3], а на планковских масштабах вообще теряет смысл. В связи с этим особую роль приобретает третья, *реляционная парадигма*, в рамках которой пространство-время имеет вторичный статус и трактуется как специфическая система отношений между объектами микромира. Наблюдаемые макроскопические свойства пространства-времени (протяженность, размерность и сигнатура) мыслятся как усредненно-статистический итог от наложения свойств ансамблей взаимодействующих микрочастиц.

Как отмечается в работах Ю.С. Владимирова [1], последовательный реляционный подход содержит три составляющие: реляционную трактовку понятий классического пространства-времени; описание физических взаимодействий на базе релятивистски-инвариантной концепции дальнего действия; принцип Маха. Ниже мы коснемся этих составляющих и покажем, что отдельные их элементы можно проследить также и в геометрическом подходе, равно как и элементы геометрического подхода имеют определенное звучание в некоторых вариантах реляционных моделей. Это делает данные подходы в ряде аспектов созвучными друг другу. Более подробное обсуждение идей и особенностей реляционного подхода можно найти в [1; 4].

Общая методология реляционного подхода предполагает такой способ построения теории, при котором физические и геометрические характеристики взаимодействующих систем выражаются в терминах определенных отношений между элементами некоторых множеств. Элементами могут служить точки, события, частицы, 4-токи, импульсы и другие объекты более абстрактной природы. Заметим, что определенные мотивы реляционного понимания пространства-времени прослеживаются уже в *геометрическом подходе*: так, теория относительности, в отличие от ньютоновской концепции абсолютного пространства, строится на операционалистской методологии, придавая смысл всем пространственно-временным понятиям в рамках измерительных процедур на множестве событий или материальных объектов.

1. Взаимосвязь пространства-времени и материи

Одной из центральных идей реляционного подхода является обусловленность свойств макроскопического пространства-времени свойствами материи. Идею вторичности пространства-времени иногда иллюстрируют мысленной ситуацией, восходящей к Лейбницу и Маху, согласно которой пространство-время должно исчезать при удалении всех материальных объектов¹. В геометрическом подходе (прежде всего в ОТО) свойства пространства-времени также связаны со свойствами вложенной в него материи, что

¹ С подобными мысленными ситуациями следует быть осторожными ввиду трудностей их верификации/фальсификации: устранение материи означало бы принципиальную невозможность реализовать наблюдателя и эмпирически удостовериться наличие или отсутствие пространства-времени. Поэтому подобные рассуждения имеют в значительной мере метафизический статус.

отражено в уравнениях Эйнштейна. Однако в ОТО возможны и чисто вакуумные решения, что отвечает общей интенции геометрического подхода трактовать пространство-время как онтологически автономную категорию. Возникает проблема, связанная с принципом соответствия между теориями: для широкого класса геометрических вакуумных решений в реляционных моделях утрачивается осмысленный физический аналог. Для соблюдения принципа соответствия в таком случае следовало бы либо признать вакуумные решения ОТО нефизической идеализацией, либо допустить, что в реляционном подходе возможно смоделировать ситуацию отсутствия классической материи. В последнем случае роль субстрата пространственно-временных отношений мог бы выполнять некий эквивалент вакуума, трактуемого в реляционном духе как специфический модус материи (флуктуирующее море виртуальных частиц) [4].

2. Принцип Маха

Одним из ключевых элементов реляционного подхода является принцип Маха. В литературе имеется достаточно много трактовок данного принципа. Формулировка, восходящая к Маху, состоит в утверждении, что инертные свойства тел определяются влиянием глобального распределения удаленных масс. Известно, что в рамках *геометрического подхода* данный принцип был использован Эйнштейном при построении ОТО. В дальнейшем принцип Маха неоднократно подвергался ревизии и возникал в целом ряде геометрических теорий. В статье Г. Бонди с соавт. приводятся десять различных формулировок принципа Маха [5].

В *реляционном подходе* принцип Маха трактуется в широком смысле как идея обусловленности локальных свойств систем глобальным распределением окружающей материи. В такой формулировке, безусловно, имеется созвучие и с геометрическим подходом, где распределение материи, согласно уравнениям Эйнштейна, влияет на геометрию пространства и на характер инерциального движения пробных частиц. Однако столь общая формулировка принципа Маха может показаться тривиальной: очевидно, любая физическая система не является абсолютно изолированной и с течением времени естественным образом испытывает влияние всё более отдаленного окружения в пределах своего причинного конуса прошлого. Чтобы придать обобщенной трактовке принципа Маха содержательность, следует подчеркнуть, что в реляционном подходе влияние частиц друг на друга реализуется нелокальным образом, то есть по принципу *дальнодействия*. Причина в том, что отсутствие на фундаментальном уровне гладкого пространственно-временного фона делает невозможным введение классического понятия поля, реализующего локальную передачу взаимодействий.

Одним из следствий реализации принципа Маха в реляционной модели, развиваемой в работах Ю.С. Владимирова, является, например, возможность вывести эффективное действие свободной частицы как результат ее взаимодействия с окружением [6].

3. Прямое межчастичное взаимодействие

Концепция дальнего действия в реляционном подходе должна быть совместима с принципами релятивистской инвариантности и причинности. Здесь в первую очередь следует назвать теорию прямого межчастичного электромагнитного взаимодействия [7], предложенную в работах Тетраде и Фоккера 1920-х гг. и усовершенствованную Фейнманом и Уилером в 1940-х гг. [8]. В данной теории среди первичных понятий отсутствует понятие поля – переносчика взаимодействий. Действие взаимодействия пары частиц выражается непосредственно через их токовые характеристики и дельта-функцию от квадрата интервала между точками на мировых линиях частиц, а электромагнитное поле приобретает вторичный («эффективный») характер. В работах Я. Грановского и А. Пантюшина и других авторов [9] было предложено обобщение принципа Фоккера на случай линеаризованного гравитационного взаимодействия, соответствующее первому порядку разложения по константе G в ОТО.

Нелинейные гравитационные вклады в рамках теории прямого межчастичного взаимодействия можно описывать различными способами. В работе [7] была предложена пертурбативная схема, обобщающая гравитационный принцип Фоккера на случай тройных, четверных и т. д. взаимодействий, что соответствует следующим порядкам разложения по G . Иной способ – в рамках реляционной теории пространства-времени Ю.С. Владимирова – исследован в работах [6; 10], где исходный лагранжиан Фоккера рассматривается как композиция двух систем отношений², заданных на пространстве 4-токов и на пространстве событий. Строится обобщенное действие Фоккера путем замены ток-токовых членов на произведения токов большего количества взаимодействующих частиц и в более сложных комбинациях, отвечающих минорам некоторых характерных детерминантов типа Грама, задающих структуру систем отношений. Учет диагональных миноров 2-го ранга приводит к фоккеровскому лагранжиану линеаризованной гравитации, а учет миноров 3-го ранга дает первую нелинейную гравитационную поправку в действие, позволяющую описывать эффекты ОТО в постньютоновском приближении [10]. Характерным свойством данной реляционной схемы является объединенный способ описания гравитации и электромагнетизма путем выбора миноров нужного порядка в обобщенном действии Фоккера. При этом в рамках реляционного подхода гравитация имеет характер *вторичного взаимодействия*, фактически порожденного композицией элементарных ток-токовых отношений электромагнитного типа [6].

² Основы теории систем отношений под названием «теория физических структур» были заложены в 1960–1970-х гг. в трудах новосибирских математиков под руководством Ю.И. Кулакова и в дальнейшем приложены к физике пространства-времени и взаимодействий в работах Ю.С. Владимирова.

4. Многомерные теории

В рамках *геометрического подхода* связь гравитации и электромагнетизма носит иной характер. Так, в многомерных геометрических теориях типа Калуцы первичным объектом выступает гравитационное действие, записанное в 5-мерном искривленном пространстве-времени. В ходе процедуры 4+1-расщепления и размерной редукции из скалярной кривизны 5-мерного многообразия выделяется кривизна 4-мерного сечения и добавок, отвечающая лагранжиану электромагнитного поля, которое, таким образом, в геометрическом подходе является вторичным по отношению к 5-мерной гравитации.

Обобщение теории Калуцы на случай других видов взаимодействий может идти двумя путями. Первый путь состоит в привлечении калибровочного принципа: на пространство дополнительных измерений накладывается симметрия той калибровочной группы, которая отвечает рассматриваемому взаимодействию. Вторым путем разрабатывался в работах группы Ю.С. Владимирова, где в качестве пространства дополнительных измерений выбирался n -мерный тор без наложения калибровочной симметрии [11; 12]. При этом возникает концепция ступенчатой размерной редукции, позволяющая трактовать различные каналы взаимодействий как результаты последовательного спуска от исходной многомерной теории к 4-мерной через цепочку промежуточных размерностей [13].

Возможная реализация идей многомерных геометрических теорий в рамках *реляционного подхода* также может идти несколькими путями. Первый способ состоит в постулировании действия линеаризованной гравитации фоккеровского типа на плоском 5-мерном фоне. После процедуры 4+1-расщепления получается эффективное действие, содержащее 4-мерную линеаризованную фоккеровскую гравитацию, фоккеровский электромагнетизм и вклад прямого межчастичного скалярного взаимодействия. Иной возможный способ реализации многомерия в реляционном подходе может состоять в обобщении пертурбативной схемы Владимирова–Турьгина, разработанной в [7], на случай многомерной гравитации. Если за основу взять модель Калуцы–Клейна и построить для нее данную схему, то гравитационные степени свободы, отвечающие полям – переносчикам взаимодействий, получают характер эффективных полей в духе прямого межчастичного взаимодействия, что открывает возможность реляционного описания неабелевых калибровочных полей. Сказанное наглядно демонстрирует, что принципы многомерных теорий могут быть успешно синтезированы с методологией реляционного подхода в рамках теорий прямого межчастичного взаимодействия.

Наконец, идейное содержание многомерных теорий можно перенести на случай геометрий иного класса – основанных на бинарных системах отношений [1]. Для описания различных каналов взаимодействий используется та же

идея, что и в многомерных геометрических моделях: бинарная система отношений подходящей размерности (ранга) трактуется как композиция систем отношений меньших рангов, отвечающих геометрии 4-мерного пространства и внутренним степеням свободы взаимодействующих частиц.

5. Эмпирический сектор

Еще одним примечательным аспектом соотнесения реляционного и геометрического подходов являются их возможные эмпирические следствия, для которых не было найдено достаточно веских обоснований в рамках общепринятого теоретико-полевого подхода. В частности, можно назвать гипотетический эффект сверхмалой зарядовой асимметрии легких и тяжелых частиц (гипотеза, высказанная еще в ранних работах А. Эйнштейна). В рамках *реляционной теории* подобный эффект возникает при анализе обобщенного фоккеровского функционала взаимодействия пары частиц, содержащего недиагональные миноры 2-го ранга. После процедуры суммирования по частицам окружающего мира в эффективном действии электромагнитного взаимодействия появляются малые добавки, сводящиеся к перенормировке зарядов взаимодействующих частиц и зависящие от их масс [14]. Аналогичный эффект возникает в рамках *геометрического подхода* при рассмотрении 6-мерной модели типа Калуцы–Клейна с двумя абелевыми векторными полями [15]: при определенном способе размерной редукции у заряженных частиц индуцируется дополнительный зарядовый вклад, определяемый массой. Данный вклад ввиду чрезвычайной относительной малости ($\sim 10^{-21}$) ненаблюдаем в лабораторных условиях, однако на астрофизических масштабах может приводить к дополнительным факторам генерации магнитного поля планет [15].

Заключение

В заключение выскажем несколько слов о перспективах реляционного подхода. Есть все основания предполагать, что общепринятая субстанциальная трактовка пространства-времени, сыграв важную и плодотворную роль в построении фундаментальных физических теорий XX в., постепенно исчерпывает свои концептуальные ресурсы ввиду отмеченных выше проблем с применимостью традиционных пространственно-временных представлений на микромасштабах. Более того: теории субстанциального типа, по-видимому, следует счесть феноменологическими в сравнении с реляционными теориями, поскольку в последних не ограничиваются постулативно-описательным заданием свойств пространства-времени, а предпринимают попытки их вывода из более глубоких конструкций. Исходя из этого, можно спрогнозировать, что на дальнейших витках эволюции наших научных представлений физическая наука должна неизбежно столкнуться с необходимостью учета реляционной парадигмы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Владимиров Ю.С.* Основания физики. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.
2. *Блохинцев Д. И.* Пространство и время в микромире. – М.: Наука, 1982.
3. *G. F. Chew*, The dubious role of the space-time continuum in microscopic physics // *Science Progress*. – 1963. – Vol. LI. – № 204. – P. 529–539.
4. *Болохов С.В.* К некоторым аспектам реляционного подхода в физике // *Метафизика*. – 2014. – № 2 (12) – С. 29–48.
5. *Bondi H, Samuel J.* The Lense-Thirring effect and Mach's principle // *Physics Letters A*. – 1997. – Vol. 228 (3). – P. 121–126.
6. *Vladimirov Yu. S.* Gravitational Interaction in the Relational Approach // *Grav. Cosmol.* 2008. – Vol.14. – P. 41-52.
7. *Владимиров Ю.С., Турыгин А.Ю.* Теория прямого межчастичного взаимодействия. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
8. *Wheeler J.A., Feynmann R.P.* Interaction with the absorber as the mechanism of radiation // *Rev. Mod. Phys.* – 1945. – V. 17. – P. 157–181.
9. *Грановский Я.И., Пантюшин А.А.* К релятивистской теории тяготения // *Изв. АН Каз. ССР, сер. физ.-мат.* – 1965. – No. 2. – С. 65–69.
10. *Bolokhov S.V., Klenitsky A.N.* On the Construction of Effective Metrics in a Relational Model of Space-Time // *Grav. Cosmol.* – 2013. – Vol. 19. – P. 35-41.
11. *Владимиров Ю.С.* Геометрофизика. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.
12. *Vladimirov Yu.S., Bolokhov S.V.* The mechanism of generating fermion masses in the 8-dimensional geometric theory // *General Relativity and Gravitation*. – 2005. – V. 37. – № 12. – P. 2227–2238.
13. *S. V. Bolokhov.* On Stepwise Dimensional Reduction in Kaluza–Klein Models // *Gravitation and Cosmology*. – 2012. – Vol. 18. – № 1. – P. 61–64.
14. *Владимиров Ю.С., Болохов С.В.* К теории прямого межчастичного электро-гравитационного взаимодействия // *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*. – 2016. – № 2. – С. 27–37.
15. *Владимиров Ю.С.* Происхождение магнитного поля астрофизических объектов // *Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия*. 2000. – № 2. – С. 6–8.

TO THE ISSUE OF RELATIONSHIP BETWEEN GEOMETRIC AND RELATIONAL APPROACHES

S.V. Bolokhov

Institute of Gravitation and Cosmology of RUDN University

Possible ideological correlations are considered between geometric and relational approaches to the construction of physical theories in a number of key aspects: Mach's principle, interrelation of properties of spacetime and matter, description of electromagnetism and gravity in the "action-at-a-distance" theories as well as in the multidimensional Kaluza – Klein models.

Keywords: relational approach, geometric approach, spacetime, gravitation, Kaluza – Klein theory, Mach's principle.

АНАЛИЗ ОСНОВАНИЙ РЕЛЯЦИОННОЙ ТЕОРИИ АТОМА

Д.А. Терещенко

*Институт гравитации и космологии
Российского университета дружбы народов*

Обсуждаются основания реляционно-статистической теории водородоподобных атомов и проводится их сравнение с общепринятыми положениями квантовой теории поля, а также с описанием взаимодействий в рамках пятимерной теорией Калуцы. Отмечено, что в рамках реляционно-статистического подхода достигается обоснование $O(4)$ -симметрии водородоподобных атомов, открытой В.А. Фоком в 1930-х годах.

Ключевые слова: теория атома, $O(4)$ -симметрия, реляционный подход, бинарная предгеометрия.

Одной из основных задач квантовой теории с момента ее создания является описание спектров поглощения и излучения атомов разных химических элементов, полученных экспериментальным образом. Как известно, эти данные подчиняются эмпирическим закономерностям – формулам Бальмера, Ридберга и др., которые имеют дискретный характер, что вызывало определенную трудность в их теоретическом обосновании, так как известная до этого классическая механика была основана на дифференциальных уравнениях и представляла по своей сути субстанциальную теорию. После работ Луи де Бройля, оформивших представления о волновой природе материи, Шредингером был найден соответствующий математический аппарат, состоящий в решении задач на собственные значения и собственные функции волновых уравнений.

Однако такое решение проблемы для ряда физиков представлялось недостаточно обоснованным. Из эксперимента было видно, что для физики микромира характерны дискретные величины, такие, как квант энергии, квантовые числа. Их получение, исходя из уравнений для непрерывных функций, вызывало ряд вопросов. Для ряда физиков более предпочтительным представлялось использование сугубо алгебраических методов. Так, Н. Бор в своей статье «Атомная теория и механика» за 1925 год [1] высказывался в пользу матричной формулировки квантовой механики В. Гейзенберга, характеризуя ее как «попытку выразить механические понятия и все их применения таким образом, чтобы они соответствовали природе теории квантов». При этом он с сожалением отмечал, что «ввиду больших затруднений математического характера пока еще не удалось применить теорию Гейзенберга к проблеме строения атома».

Теория атома на основе уравнения Шредингера строится на фоне априорно заданного классического пространства-времени. Но так как классическое пространство-время является непрерывным четырехмерным

континуумом, приспособленным для описания поведения макрообъектов, то его использование для построения физики микромира вызывает сомнение. Уже начиная с середины XX века рядом авторов высказывалась идея о макроскопической природе классического пространства-времени. Подобно тому как при создании термодинамики использовалось субстанциальное представление о теплоте в виде теплорода, высказывалась мысль, что и континуальное представление о пространстве и времени есть лишь промежуточный этап создания более верного описания взаимосвязи между событиями. Подчеркнем, что кулоновское поле ядра атома также основано на представлении о векторном поле, определенном на фоне непрерывного пространства-времени.

Развиваемый в группе Ю.С. Владимирова реляционный подход к мирозданию [2; 3] позволяет реализовать идею о построении теории атомов на основе алгебраического подхода, а также приступить к решению ключевой задачи XXI века – к выводу представлений классического пространства-времени из понятий и закономерностей физики микромира. Для этой цели был развит математический аппарат, названный бинарной предгеометрией, который основан на теории бинарных систем комплексных отношений. Основными понятиями в этой теории являются комплексные парные отношения между абстрактными элементами. В этой теории элементы одного или двух множеств системы являются первичными понятиями и не требуют дальнейшего доопределения. При этом ни элементы, ни отношения между ними не зависят от классических пространственно-временных представлений.

На данном пути открываются возможности чисто алгебраического описания такого квантового объекта, как атом. Подробное изложение реляционной теории атома можно найти в работах [3–5]. Проанализируем основания реляционной теории атома и выделим основные результаты и проблемы данного подхода. В указанных работах показано, что исходные положения реляционной теории согласованы с основными метафизическими принципами фундаментальной теоретической физики [6].

Как известно, атом водорода представляет собой связанное состояние двух частиц – протона и электрона. Для связанного состояния характерно наличие трех составляющих, что в некоторой степени созвучно метафизическому принципу триединства. В качестве двух таких составляющих можно выделить две частицы – протон и электрон, а в качестве третьего компонента выступает множество комплекснозначных отношений между этими частицами и всей окружающей материей. Именно эта третья компонента наилучшим образом характеризует суть принципа Маха, который следует понимать как «зависимость характеристик локального объекта от свойств и распределения всей окружающей его материи» [2]. Этот принцип является одним из основных в реляционной теории атома.

В бинарной предгеометрии массивные частицы определяются с помощью специальных условий на спинорные параметры двух элементов (левых и правых компонент в начальном и конечном состояниях). Для атома водорода, состоящего из протона и электрона, записывается в некотором смысле

аналогичное условие. При этом в качестве левой и правой компонент выступают спиноры, составленные из разностей параметров элементов одной и другой частиц. В этой аналогии можно усмотреть один из метафизических принципов – принцип фрактальности: условия связи для элементарной частицы или атома аналогичны на разных уровнях сложности организации связанных состояний.

В.А. Фок в своей работе «Атом водорода и неевклидова геометрия» [7] отмечал, что связанное состояние двух частиц (атом) характеризуется гиперсферой, то есть геометрией Римана, тогда как несвязанные состояния частиц описываются в рамках пространства Лобачевского, то есть геометрией четырехмерного гиперболоида вращения. С точки зрения реляционной теории пространство Лобачевского описывает взаимодействие двух токов в теории прямого межчастичного электромагнитного взаимодействия, что отражается в записи действия Фоккера.

Электромагнитное взаимодействие двух частиц описывается в рамках теории бинарных систем комплексных отношений (БСКО) ранга (5,5) (приближенно – в рамках БСКО ранга (4,4)), где показывается, что состояние данной системы характеризуется именно 3-мерной гиперсферой в абстрактном четырехмерном пространстве с сигнатурой (++++).

При переходе от алгебраического уравнения, задающего точку на трехмерной гиперсфере, к непрерывному дифференциальному уравнению посредством условия стационарности возникает вопрос о мере суммирования этих фундаментальных взаимодействий. В качестве такого фундаментального взаимодействия предлагается считать вклады излученных, но еще не поглощенных электромагнитных излучений окружающего мира. При излучении фотона для всех возможных его поглотителей устанавливаются отношения с излучателем. Эти отношения описываются комплексными числами. В реляционном подходе нет понятия поля как самостоятельной сущности (категории), распространяющейся в непрерывном пространстве. Вместо него выступают отношения между всеми возможными поглотителями.

Эти представления о виртуальной (вспомогательной) природе фотонов находят экспериментальное подтверждение в работах А.В. Белинского [8] по трехфотонной интерференции. Действительно, в рамках квантовой механики фотон, обычно понимаемый как реально существующий в пространстве и времени, в этих экспериментах становится «виртуальным», не существующим в действительности. Проблему особого вида существования квантовых объектов с точки зрения философии можно найти в работах А.Ю. Севальникова [9]. Факт существования фотона в пространстве может являться лишь удобной формой представления экспериментальных данных.

Полученное в итоге уравнение Пуассона приводит к той же задаче на собственные значения и собственные функции, как и уравнение Шредингера. Однако смысл операторов и собственной функции уравнения Пуассона имеет совершенно другое значение. Собственная функция описывает распределение точек по гиперсфере, а соответствующий оператор Лапласа задает усло-

вие самосогласованности отношений между частицами атома и окружающими возможными поглотителями. Можно говорить, что условие стационарности аналогично некоторому резонансу между отношениями атома с окружающим миром.

При решении условия стационарности методом разделения переменных возникает уравнение на одну из координат, решение которого представляется в виде экспоненциального закона с мнимой фазой. Это в полной мере соответствует представлениям о компактификации по скрытой пятой координате в пятимерной теории Калуцы. $O(4)$ -Симметрия гиперсферы и четыре пространственно-подобных координат в теории Калуцы имеют определенную взаимосвязь.

Так как уравнение гиперсферы записывается в 4-мерном абстрактном пространстве, где все четыре координаты имеют пространственно-подобный характер, то это соответствует использованию в квантовой механике условия стационарности уравнения Шредингера. С точки зрения метафизических принципов можно было бы возразить, указав на то, что такое статичное решение противоречит принципу процессуальности, однако это не так. Отношения между частицами атома определяются огромным числом излученных в разные моменты времени виртуальных фотонов, которые на данный момент времени еще не поглощены. Эти виртуальные фотоны с точки зрения атома находятся в процессе перехода от излучателя к поглотителю. С точки зрения самого фотона его переход происходит только по световому конусу. Атом также находится на световом конусе, и множество отношений, устанавливающих связь между частицами атома, составлено для излучателей, находящихся на световом конусе прошлого. Только благодаря тому, что во Вселенной существует большое число излучателей (в прошлом) имеют место наблюдаемые свойства атомов. Если бы число частиц во Вселенной было бы мало, то в разные моменты времени свойства атома могли бы меняться. При этом не было бы возможности перейти от дискретных точек на гиперсфере к непрерывной функции, для которой записывается дифференциальное уравнение Пуассона.

В реляционном подходе важную роль играют фазы комплексных отношений. Эти фазы являются конформными факторами соответствующих преобразований. Их учет позволит произвести необходимое суммирование, которое обосновывает переход от дискретного множества к непрерывному континууму.

Единый способ описания как квантовых объектов, так и механизма возникновения классического пространства и времени дает надежду на решение многих задач, возникших на данный момент при объединении физических теорий микро- и макромира. Одним из путей такого объединения представляется развитие теории в рамках реляционно-статистической парадигмы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бор Н. Атомная теория и механика // Избранные научные труды: в 2 т. – Т. 2. – М.: Наука, 1971. – С. 7–24.
2. Владимиров Ю.С. Реляционная концепция Лейбница–Маха. – М.: ЛЕНАНД, 2017.
3. Владимиров Ю.С. Метафизика и фундаментальная физика. Кн. 3: Реляционные основания искомой теории. Ч. 1: Теория систем отношений. – М.: ЛЕНАНД, 2018.
4. Владимиров Ю.С., Терещенко Д.А. Реляционно-статистическое обоснование $O(4)$ -симметрии атома водорода // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. – 2016. – № 1 (14). – С. 43–53.
5. Vladimirov Yu.S., Tereshchenko D.A. Relational statistical nature of the metric // Abstracts of XIIIth International Conference on Gravitation, Astrophysics and Cosmology. – 2015. – P. 61–62.
6. Владимиров Ю.С. Метафизика. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
7. Фок В.А. Атом водорода и неевклидова геометрия // Известия АН СССР. – 1935. – Т. 2. – С. 169–184.
8. Белинский А.В., Лапшин В.Б. Модель фотона: электромагнитное поле или концепция дальнего действия? // Метафизика. – 2015. – № 1 (15). – С. 37–49.
9. Севальников А.Ю. Концепция существования в современной квантовой механике // Метафизика. – 2015. – № 1 (15). – С. 50–67.

ANALYSIS OF THE BASIS OF THE RELATIONAL THEORY OF ATOM

D.A. Tereshchenko

Institute of Gravitation and Cosmology of RUDN University

The bases of the relational-statistical theory of hydrogen-like atoms are discussed and compared with the generally accepted positions of quantum field theory and also with the description of interactions within the framework of the five-dimensional theory of Kaluza. It is noted that within the framework of the relational-statistical approach, the $O(4)$ symmetry of hydrogen-like atoms, discovered by VA Fock in the 1930's.

Keywords: atom theory, $O(4)$ symmetry, relational approach, binary pregeometry.

РЕЛЯЦИОННЫЙ ПОДХОД К КОСМОЛОГИИ

А.Б. Молчанов

Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

В статье приводятся ключевые идеи реляционно-статистического подхода к космологии. Подчёркивается ведущая роль испущенного, но не поглощённого электромагнитного излучения в формировании пространственно-временных понятий. На этой основе даются новые интерпретации космологического красного смещения и космологической постоянной, указывается связь рассматриваемых явлений с моделью де Ситтера в геометрической парадигме.

Ключевые слова: реляционно-статистический подход, электромагнитное излучение, модель де Ситтера, космология.

Введение

В настоящее время исследования в области космологии и релятивистской астрофизики представляют большой интерес для физиков-теоретиков. Описание наблюдательных данных в этих областях является серьёзной задачей даже для самых фундаментальных теорий, поскольку для этого почти всегда требуется увязать явления в мегамире с физикой микромира.

В основе современных космологических моделей лежит общая теория относительности (ОТО) с уравнениями Эйнштейна

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R + \Lambda g_{\mu\nu} = \kappa T_{\mu\nu}, \quad (1)$$

задающими метрику $g_{\mu\nu}$ искривлённого пространства-времени с космологической постоянной Λ , в присутствии всей материи мира с тензором энергии-импульса $T_{\mu\nu}$, который можно записать, приняв определённые упрощения [1. С. 110]. В самом общем смысле уравнения Эйнштейна связывают геометрические величины в левой части с физическими – в правой.

Результаты экспериментов последней декады XX в. позволили выделить из всего многообразия космологических моделей одну единственную – Λ CDM (Λ – cold dark matter). Основные эмпирические факты и их интерпретации, способствовавшие этому, можно разделить на три группы:

1. Закон Хаббла, открытый в 1928 г., – пропорциональность красного смещения z астрономического объекта расстоянию до него. Когда начали набирать популярность космологические модели Фридмана, за этим законом

закрепилась доплеровская интерпретация, означающая расширение Вселенной.

2. Отклонение от линейного закона Хаббла для далёких (имеющих $z > 0,1$) астрономических объектов, характеризующееся так называемым параметром замедления [2. С. 55]. Его измерения по сверхновым типа Ia в 1998 г. дали отрицательное значение, и этот факт сразу же был интерпретирован ускоренным расширением Вселенной.

3. Измерения первого акустического пика реликтового излучения, проведённые в 1997–2003 гг. Размер самой крупной неоднородности реликтового излучения принято понимать как размер причинно-связанной области Вселенной в эпоху рекомбинации. Измеренное значение оказалось близко к вычисленному для случая евклидовой геометрии.

Чтобы связать эти явления воедино, необходимой мерой стало введение в теорию двух новых видов материи: тёмной энергии, вызывающей ускоренное расширение, и тёмной материи, компенсирующей недостаток наблюдаемого вещества, поскольку евклидово пространственное сечение характеризуется конкретным значением критической плотности. Плотность тёмной энергии соответствует космологическому члену Λ , перенесённому в правую часть уравнений Эйнштейна, поэтому, в рамках геометрического подхода, о физической природе этой субстанции невозможно что-либо сказать. Кроме того, тёмная энергия не поддаётся прямому обнаружению. Тёмное вещество гравитирует, но так же недоступно для наблюдения в электромагнитном спектре.

Несмотря на то что Λ CDM стала общепринятой, вопросы, которые она поднимает, носят межпарадигмальный, метафизический характер. Законно ли переносить слагаемое с Λ , геометрическое по своему смыслу, в правую часть уравнений? Должна ли тёмная энергия в ОТО соответствовать энергии нулевых колебаний квантово-полевого вакуума? Пожалуй, самым основным является вопрос о применимости ОТО на космологических масштабах. В этой связи следует вспомнить позицию академика В.А. Фока по этому вопросу, изложенную в его работе «О движении конечных масс в общей теории относительности» [3]: «Рассмотренная нами физическая задача не имеет никакого отношения к так называемой космологической проблеме. <...> Нам представляется, что при современном состоянии наших знаний всякая попытка рассматривать Вселенную в целом неизбежно должна носить спекулятивный характер».

К настоящему моменту решение названных выше проблем не найдено ни в теоретико-полевой парадигме, ни в геометрической, представленной многими расширениями ОТО. Поэтому сейчас, когда идёт поиск новой физической парадигмы, особенно интересно обратиться к оставленному в стороне реляционному подходу и посмотреть на космологию с его точки зрения.

Реляционный подход и излучение

Истоки реляционного миропонимания прослеживаются ещё в древности, а основы современной концепции были заложены в трудах Г. Лейбница, Э. Маха, Р.И. Бошковича и других мыслителей. В XX веке эти идеи обретали форму в работах Р. Фейнмана, А. Фоккера, Я.И. Френкеля, Ф. Хойла и ещё ряда физиков-теоретиков [4]. В настоящее время этот подход наиболее активно развивается в группе Ю.С. Владимирова.

Реляционная концепция оперирует с двумя обобщёнными категориями: пространственно-временными отношениями и испущенным, но не поглощённым излучением. Пространство-время, как самостоятельная сущность, отсутствует, его свойства полностью определяются отношениями между частицами и событиями. Выделяются три основных аспекта построения теорий на основе реляционной парадигмы [5. С. 30]: 1) реляционный подход к природе пространства-времени; 2) описание взаимодействий в рамках концепции дальнодействия; 3) обусловленность локальных свойств материи глобальными свойствами всего окружающего мира (принцип Маха).

Первый аспект указывает на статистическую (макроскопическую) природу пространственно-временных понятий. Схожие идеи высказывались видными учёными, среди которых Луи де Бройль, Р. Пенроуз, Б. Грин и наш соотечественник – П.К. Рашевский [6. С. 258]. Второй аспект с необходимостью следует из первого. Поскольку пространство-время не является априорно заданным, то для описания взаимодействий в микромире уже нельзя вводить поля в привычном понимании, поэтому концепция дальнодействия – единственно возможный вариант. Наконец, третий аспект также следует из двух предыдущих и сразу устанавливает связь между явлениями в микро- и мегамире.

В реляционном подходе предлагается вводить взаимодействия с использованием категории испущенного, но не поглощённого излучения. Поскольку на самом фундаментальном уровне классического пространства-времени не существует, то невозможно определить фотон в привычном понимании, ему не по чему распространяться. Вместо этого испущенное излучение описывается так называемыми фотонными матрицами, в которых содержатся отношения между излучателем и всеми возможными поглотителями.

Сразу может быть поднят вопрос, который обсуждался на рубеже 20–30-х годов прошлого века в Ленинградском политехническом институте, когда шёл спор о выборе одной из двух концепций – близкодействия или дальнодействия. Я.И. Френкель отстаивал концепцию дальнодействия, согласно которой излучение не распространяется в пространстве, а передается (с запаздыванием) непосредственно от излучателя к поглотителю. Его оппонент В.Ф. Миткевич на это задал вопрос: Пусть излучатель *A* испустил фотон, который через десять лет поглотит система *B*. «*A* в промежутке, в течение десяти лет, где находится излученная энергия, где

находится физический агент, который должен в конце концов воздействовать на приемник B ? С точки зрения Я.И. Френкеля, **нигде**. Такое объяснение физически не допустимо» [7. С. 55].

Френкель, отвечая Миткевичу, говорил, что энергию испущенного фотона можно считать распределенной во всем пространстве. В свете сказанного выше этот ответ не был в полной мере соответствующим реляционному подходу. Энергия испущенного, но не поглощённого излучения, должна быть распределена по отношениям между всеми возможными поглотителями.

Реляционная интерпретация космологического красного смещения

Во Вселенной, как системе большого числа массивных излучателей и поглотителей, это приводит к следующему эффекту: относительно любого наблюдателя все окружающие его объекты должны восприниматься как обладающие некой дополнительной энергией. То есть фактически восприниматься удаляющимися от наблюдателя, поскольку реальное поглощение света всегда приводит к отталкиванию.

Вычисления, проведённые в 2015 году [8], показали, что плотность энергии испущенного, но не поглощённого излучения совпадает с плотностью энергии наблюдаемого расширения в области линейности закона Хаббла (для объектов с $z < 0,1$). Обратное рассуждение, основанное на тождественности этих величин, позволяет независимо получить значение параметра Хаббла.

В интерпретации приведённых результатов, несомненно, возникают новые вопросы. Главный из них: действительно ли Вселенная расширяется или факт её расширения следует считать кажущимся наблюдателю? Фридмановские модели в геометрической парадигме не допускают разночтений, привлекая к описанию принцип Доплера, но в реляционной концепции заложена более глубокая идея.

Главной задачей реляционно-статистической парадигмы является вывод классических пространственно-временных представлений из более фундаментальных закономерностей физики микромира. В качестве последних выступают элементарные процессы излучения и поглощения. Таким образом, на передний план выходит идея, которая высказывалась в том или ином виде ещё с древних времён разными мыслителями, а в современном понимании была сформулирована Ю.С. Владимировым [9], что именно **«море» испущенного, но не поглощённого излучения ответственно за формирование классического пространства-времени.**

Это, в свою очередь, позволяет дать новую интерпретацию эффекта космологического красного смещения. Энергия принятого излучения оказывается меньше энергии испущенного за счёт того, что часть её идёт на формирование пространственно-временных величин, характеризующих пару источник–наблюдатель, в частности, величины расстояния между ними. И чем больше разница энергий, тем дальше друг от друга оказываются

источник и приёмник, то есть расстояние пропорционально красному смещению.

Красное смещение на больших расстояниях

Теперь рассмотрим вопрос о том, какие эффекты будут иметь место для очень далёких астрономических объектов, имеющих красные смещения $z > 0,1$. Для таких объектов действует обобщённый (содержащий нелинейность) закон Хаббла. Член, квадратичный по расстоянию, характеризуется параметром замедления q_0 . Вместе с тем существуют, конечно, координаты, в которых закон Хаббла остаётся линейным.

В работе 2017 года [10] была произведена оценка параметра замедления с привлечением идей П.К. Рашевского и В.Л. Рвачёва о возможной неархимедовости наблюдаемых расстояний на больших масштабах [11]. Закон для красного смещения, полученный В.Л. Рвачёвым [12] и использованный для оценки параметра замедления, имеет в ведущем порядке квадратичную зависимость от расстояния. Более того, оказалось, что этот закон совпадает с формулой для космологического красного смещения в метрике де Ситтера с отрицательной космологической постоянной. Квадрат интервала записывается в виде [1. С. 122]

$$ds^2 = \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) (dx^0)^2 - \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)^{-1} dr^2 - r^2 d\Omega^2, \quad (2)$$

где $R = \sqrt{-3/\Lambda}$ – предельное расстояние.

Можно заключить, что неархимедовость координат в реляционном подходе, обусловленная вкладами испущенного, но не поглощённого излучения, соответствует неевклидовости в геометрическом подходе, обусловленной вкладом лямбда-члена.

Обратим внимание ещё на один факт. Предельное расстояние в модели де Ситтера (либо радиус космологического горизонта частиц) совпадает или, по крайней мере, является очень близким к гравитационному радиусу наблюдаемой части Вселенной (его оценка приведена в работе [10]). Это позволяет установить своеобразное сопряжение метрики де Ситтера с метрикой Шварцшильда в космологии, отождествив области одинаковой сигнатуры.

Данные идеи согласуются с принципами реляционного подхода, и на их основе получается значение параметра q_0 , близкое к наблюдаемому. Становится возможным, в соответствии с изложенным в предыдущем разделе, указать связь неархимедовости координат с «морем» испущенного, но не поглощённого излучения.

Оценить верхнюю границу энергии E_{MAX} всего «моря» испущенного излучения в наблюдаемой части Вселенной можно, сравнив её с суммарной

массой всех наблюдаемых излучателей: $E_{MAX} = Mc^2$. В итоге, используя формулу для гравитационного радиуса, приходим к связи R и E_{MAX} , Ли E_{MAX} :

$$R = \frac{2GE_{MAX}}{c^4} \rightarrow \Lambda = -\frac{3}{R^2} = -\frac{3c^8}{4G^2E_{MAX}^2}. \quad (3)$$

Полученное соотношение устанавливает прямую связь геометрической величины с главной характеристикой испущенного, но не поглощённого излучения. То есть в экстремальном случае, не раскрывая конкретный механизм, иллюстрирует обусловленность классических пространственно-временных понятий элементарными процессами излучения и поглощения.

Обсуждение и выводы

Примечательно, что первая интерпретация эффекта космологического красного смещения, предложенная Эддингтоном, опиралась именно на модель де Ситтера [13]. Однако, поскольку космологическая постоянная тогда не связывалась с энергией излучения и в мире де Ситтера не было гравитирующего вещества, эта модель не претендовала на описание реальной Вселенной.

Тем не менее, возможно, что как раз модель де Ситтера является адекватным описанием реальной Вселенной в геометрическом подходе. Как уже упоминалось, академик В.А. Фок считал, что задача движения конечных масс, решаемая в ОТО, неправомерна в космологии. Если допустить, что динамический вклад от вещества заканчивается на масштабах гравитационно-связанных систем, то есть не выходит за пределы ячейки однородности, то оставшийся вклад приходится на космологическую постоянную, которой предлагается дать изложенную выше интерпретацию.

Вопрос, который сразу же возникает, связан со статичностью модели де Ситтера и наличием во Вселенной наблюдаемого реликтового излучения. В геометрической парадигме наличие реликтового излучения принято трактовать в рамках эволюционных моделей Вселенной, как «отголосок» эпохи рекомбинации. Реляционный подход допускает существование подобного вида излучения и в статическом мире.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Владимиров Ю.С.* Классическая теория гравитации: учебное пособие. – М.: Книжный дом ЛИБРОКОМ, 2009.
2. *Вайнберг С.* Космология / пер. с англ.; под ред. и предисл. И.Я. Арефьевой, В.И. Санюка. – М.: УРСС: Книжный дом ЛИБРОКОМ, 2013.
3. Фок В.А. О движении конечных масс в общей теории относительности // ЖЭТФ. – 1939. – № 9 (4).
4. *Владимиров Ю.С.* Метафизика и фундаментальная физика / Кн. 2: Три дуалистические парадигмы XX века. – Изд. 3-е, сущ. перераб. и доп. – М.: ЛЕНАНД, 2017.
5. *Владимиров Ю.С.* Реляционная концепция Лейбница–Маха. – М.: ЛЕНАНД, 2017.

6. Раишевский П.К. Риманова геометрия и тензорный анализ. – М.: Наука, 1967.
7. Природа электрического тока (Беседы и диспут в Ленинградском политехническом институте). – М.-Л.: Изд-во Всесоюзного электротехнического объединения, 1930.
8. Vladimirov Yu.S., Molchanov A.B. Relational Justification of the Cosmological Redshift // Gravitation and Cosmology. – 2015. – Vol. 21. – № 4. – P. 279–282.
9. Владимиров Ю.С. От метафизики света к физике электромагнитного излучения // Метафизика. 2017. – № 3 (25). – С. 8–23.
10. Владимиров Ю.С., Молчанов А.Б. Обобщенный закон Хаббла в реляционном подходе // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2017. – № 2. – С. 24–35.
11. Рвачев В.Л. Релятивистский взгляд на развитие конструктивных средств математики // Препринт АН Украины. – Ин-т проблем машиностроения. – № 337. – Харьков, 1990.
12. Рвачев В.Л. Неподвижные объекты дальнего космоса имеют красное смещение своих спектров // Препринт АН Украины. – Ин-т проблем машиностроения. – № 377. – Харьков, 1994.
13. Вайнберг С. Проблема космологической постоянной // Успехи физических наук. 1989, август. – Т. 158. – Вып. 4. – С. 640–678.

RELATIONAL APPROACH TO COSMOLOGY

A. B. Molchanov

Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University

The article presents key ideas of the relational-statistical approach to cosmology. The leading role of emitted, but not absorbed, electromagnetic radiation in the formation of space-time concepts is emphasized. On this basis, new interpretations of the cosmological redshift and the cosmological constant are given and the connection of the phenomena under consideration to the de Sitter model in a geometric paradigm is indicated.

Keywords: relational-statistical approach, electromagnetic radiation, de Sitter model, cosmology.

РЕЛЯЦИОННО-ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

И.А. Бабенко

*Институт гравитации и космологии
Российского университета дружбы народов*

В работе изложены основные представления и гипотезы, выдвинутые по проблеме генерации магнитного поля у астрофизических объектов, такие как динамо-процесс, гипотезы Сузерленда и Эйнштейна. Приведено теоретическое обоснование гипотез Сузерленда и Эйнштейна о разделении зарядов в рамках реляционно-геометрической концепции.

Ключевые слова: магнитное поле Земли, планет, генерация магнитного поля, разделение зарядов, объемный положительный и поверхностный отрицательный заряды, динамо-процесс, начальное магнитное поле, гипотезы Сузерленда и Эйнштейна, реляционно-геометрический подход к обоснованию магнитного поля планет.

Введение

Несмотря на многолетние и многочисленные усилия исследователей многих стран, знание о природе магнитных полей планет и спутников к настоящему времени остается на уровне гипотез. Эта проблема является проблемой «номер 1» в физике Земли. При этом, как отмечают некоторые авторы работ по геомагнетизму, Эйнштейн считал решение задачи генерации геомагнитного поля одной из пяти ключевых проблем в физике. Реальное понимание природы земного магнетизма позволило бы существенно продвинуться в решении таких вопросов, как внутреннее устройство Земли, причины движения материков, причины возникновения и исчезновения магнитного поля на Луне, Марсе, спутнике Юпитера Ио и еще множества других проблем. При этом необходимо рассматривать магнитное поле Земли совместно с полями других астрофизических объектов, так как механизмы происхождения и генерации магнитного поля у них одинаковы.

Краткий исторический обзор

В начале поиска объяснения физической природы магнетизма небесных тел, в первую очередь геомагнетизма, лежали теория Гильберта (Земля как большой постоянный магнит), открытие явления Кюри (разрушающее влияние высокой температуры на остаточное намагничивание), открытие в 1891 году А. Шустером [1] магнитного поля Солнца и ряд других идей и предположений. Только в немногих книгах, в том числе в пользующемся заслуженной известностью труде Б.М. Яновского «Земной магнетизм» [2], можно прочитать о гипотезе разделяющихся зарядов. По этой гипотезе, выдвинутой

в начале XX века В. Сузерлендом (1900–1908 гг.) [3], магнетизм планет и звезд – хотя бы частично – обязан тому, что в этих небесных телах происходит перераспределение зарядов: Земля обладает положительным электрическим объемным зарядом, который компенсируется поверхностным отрицательным зарядом. А магнитное поле Земли возникает как суммарный эффект от наложения двух противоположных вкладов магнитных полей, генерируемых вращающимися с Землей объемным и поверхностными зарядами. Таким образом, фактически были высказаны две главные идеи: во-первых, то, что магнитное поле обусловлено вращением астрофизических объектов и, во-вторых, что имеет место разделение противоположных электрических зарядов внутри астрофизических объектов на объемный и поверхностный. В дальнейшем эти две идеи критически обсуждались многими авторами, в частности, в работах П.Н. Лебедева (1911 г.), А. Шустера (1912 г.), Бранта (1913 г.), Т.А. Вильсона (1923 г.), П.М.С. Блекета (1947 г.) и ряда других авторов. Главной трудностью было обоснование разделения двух зарядов на объемный и поверхностный.

В 1925 году Эйнштейн (см. [4; 5]) высказал предположение об очень малом (вне пределов разрешимости современной аппаратурой) различии значений зарядов тяжелых положительно заряженных и легких отрицательно заряженных частиц. Это приводит к возникновению избытка заряда у достаточно массивных астрофизических объектов, для которых характерен объемный положительный заряд, кулоновское поле которого компенсируется редуцируемыми отрицательными частицами. А вращение астрофизических объектов приводит к генерации наблюдаемого магнитного поля. Однако принятие этой гипотезы требовало обоснования различия положительно и отрицательно заряженных частиц на основе каких-то более фундаментальных соображений, которые до настоящего времени не были представлены.

В 1925 году А. Piccard и Е. Kessler показали, что значения зарядов протона и электрона одинаковы до 20-го знака (10^{-20}) [6], и тем самым поставили под сомнение гипотезу Эйнштейна, которая в итоге стала неактуальной и была забыта. На данный момент экспериментально подтверждается сохранение зарядов протона и электрона до 21-го знака (10^{-21}) [7].

Надо отметить, что во второй половине XX века идеи «не динамо» генерации магнитного поля Земли возникали регулярно. Идея генерации поля за счет возникновения тока Хола развивалась Вестином (1954). Известны и другие идеи: использование эффекта Нернста предлагалась Ганном (1936), возбуждение электрических токов под воздействием давлений – Инглисом (Inglis, 1955) и т.п. Следует отметить, что данные модели также основывались на не всегда ясном механизме образования и разделения электрических зарядов, суточное вращение которых обеспечивало бы начальное поле, впоследствии усиленное гальваномангнитным эффектом (эффектом Холла).

В настоящее время идеи о наличии неких физико-химических процессов, которые приводят к разделению зарядов, представлены в работах В.В. Кузнецова (термодиффузионное разделение) [8], а также в работах В.И. Григорьева (бароэлектрический эффект) [9].

Магнитные поля астрофизических объектов

На сегодняшний день нет единой точки зрения на механизм возникновения магнитного поля у планет, звезд, галактик. При этом общепринятой гипотезой возникновения магнитных полей у планет выступает идея магнитного гидродинамо, которая основана на признании существования токопроводящего жидкого внешнего ядра [10]. Перемещение вещества во внешнем ядре является источником образования кольцевых электрических токов. По сути, динамо-процессы в астрофизике – это процессы, которые приводят к усилению магнитных полей за счет энергии движения зарядов. Чтобы запустить подобный процесс, необходимо начальное, пусть даже очень слабое магнитное поле, которое впоследствии усиливается гиромангнитным эффектом, когда вращающееся тело намагничивается в направлении оси его вращения [11]. Поиск этого слабого, так называемого «затравочного поля» на сегодняшний день является одной из основных проблем данной теории.

Однако магнитными полями обладают не только космические тела, но и галактики, для объяснения которых также встает вопрос о начальном «затравочном поле». На сегодняшний день наблюдения показывают, что наша Галактика обладает крупномасштабным магнитным полем, параллельным ее плоскости и ориентированным примерно вдоль спиральных рукавов. Согласно радиофону Галактики в ее центральных частях, поле, возможно, сильнее. Как показывает теоретический анализ, крупномасштабное поле Галактики не может иметь догалактического происхождения. Но при этом нет механизма, способного создать регулярное магнитное поле Галактик, если изначального магнитного поля в ней совсем не было [11].

Достоверно установлено, что магнитное поле Земли всегда реагирует на солнечную активность. При этом вспышки на Солнце (поток заряженных частиц, в основном протонов и электронов, идущих от Солнца) не могут оказать заметного влияния на ядро Земли (источник магнитного поля для динамо-процессов). Также если связывать возникновение магнитного поля планет с токами в жидком внешнем ядре, то, следовательно, планеты Солнечной системы с одинаковым направлением вращения должны иметь одинаковое направление магнитных полей. Но для Урана и Нептуна характерно несоответствие вращения магнитного поля относительно вращения вокруг своей оси [12]. При этом для Земли также характерны районы, где магнитное поле направлено в противоположную для данного полушария сторону [13].

Теоретическое обоснование разделения зарядов в рамках реляционно-геометрической концепции

Все попытки обоснования происхождения магнитных полей астрофизических объектов, а также гипотезы Сузерленда и Эйнштейна предпринимались главным образом в рамках доминирующей на сегодняшний день теоретико-полевой концепции. Однако в современной физике присутствуют еще две концепции: геометрическая и реляционная.

Основу геометрической теории составляют общая теория относительности и ее естественные обобщения в виде использования неримановых

геометрий, а также многомерных геометрических моделей физических взаимодействий типа теорий Т. Калуцы или О. Клейна.

В основу реляционной концепции положены отношения между событиями и физическими объектами, абстракциями от которых являются классические пространственно-временные представления и сами физические взаимодействия. Основы реляционного подхода к мирозданию были заложены в трудах Г. Лейбница, Р.И. Бошковича, Э. Маха и ряда других мыслителей. В XX веке эти идеи развивались в трудах А. Фоккера, Я.И. Френкеля, Р. Фейнмана, Ф. Хойла и ряда других физиков-теоретиков.

Обоснование гипотез Сузерленда и Эйнштейна возможно в рамках реляционной и геометрической концепций, которые, как оказывается, дополняют друг друга и позволяют дать этим идеям новое развитие [14].

Как известно [15], в многомерных геометрических моделях электромагнитное поле описывается смешанными компонентами многомерного метрического тензора. Соответствующий полю заряд описывается через циклическую зависимость волновой функции заряженной частицы от 5-й или иных дополнительных координат.

В работе [15] показано, что в рамках общего термина «5-мерная теория Калуцы–Клейна» говорится о двух разных теориях, имеющих дело с разными дополнительными размерностями и описывающих разные стороны физической реальности, а именно геометризацию электромагнитных взаимодействий («вариант Калуцы») и геометризацию масс («вариант Клейна»). При этом синтез теорий Калуцы и Клейна–Фока–Румера осуществляется в рамках 6-мерной геометрической модели с двумя дополнительными координатами, в рамках которой масса индуцирует дополнительный («массовый») электрический заряд, что созвучно гипотезе Эйнштейна о наличии малой зарядовой асимметрии элементарных частиц. Но учитывая, что для электрона отношение дополнительного заряда к основному пропорционально 10^{-21} , такая поправка к электромагнитному взаимодействию частиц лежит за пределами современных экспериментов. Однако для масс, подобных планетам и звездам, «массовый вклад» в электромагнитное взаимодействие может быть довольно существенным.

Обычно полагается, что реальные массивные астрофизические объекты типа Земли, планет или звезд в среднем являются электрически нейтральными, однако, согласно упомянутому геометрическому подходу, такие объекты должны быть электрически заряженными. Следовательно, пространство-время вокруг таких вращающихся сферически симметричных объектов должны описываться метрикой Керра–Ньюмена, где дополнительная константа – электрический заряд – определяется их массой. Как известно, дипольный магнитный момент источника Керра–Ньюмена пропорционален электрическому заряду и моменту импульса источника. Таким образом, затравочное магнитное поле можно выразить через дипольный магнитный момент этого первичного поля [16].

В рамках реляционной теории естественно допустить, что электрические заряды тяжелых элементарных частиц несколько отличаются

от электрических зарядов электронов. В работе Ю.С. Владимирова и С.В. Болохова на более фундаментальном уровне дается обоснование малой зарядовой асимметрии у различающихся по массе частиц, что могло бы критическим образом сказываться на определенных квантово-полевых представлениях о характере электромагнитных взаимодействий [17]. Принимая эту гипотезу и учитывая, что тела окружающего нас мира в основном состоят из нейтронов, положительно заряженных тяжелых протонов и легких электронов, получается, что астрофизические объекты должны обладать объемным, положительным, электрическим зарядом. При этом кулоновское поле объемного электрического заряда напрямую не наблюдается по той причине, что дополнительный электрический заряд подобных объектов будет компенсироваться поглощенными электронами из окружающего мира. Однако, поскольку астрофизические объекты вращаются, то результирующее магнитное поле будет слагаться из магнитного поля, создаваемого объемным положительным зарядом, и противоположно направленного магнитного поля, создаваемого отрицательными зарядами, которое зависит от условий распределения индуцированных зарядов.

Эти рассуждения эквивалентны проведенным в работе Ю.С. Владимирова [15], что показывает, что упомянутая 6-мерная модель и расчеты на основе сформулированной здесь гипотезы являются эквивалентными, то есть представляют собой описание одного и того же явления на двух разных языках – геометрическом и реляционном. Таким образом, предложенное здесь реляционно-геометрическое обоснование механизма происхождения магнитного поля Земли и других астрофизических объектов позволяет обосновать и объединить приведенные выше гипотезы Сузерленда и Эйнштейна.

Заключение

Таким образом, в рамках геометрического и реляционного подходов удастся обосновать ранее высказанные гипотезы Сузерленда и Эйнштейна, согласно которым магнитные поля астрофизических объектов слагаются из двух частей: 1) первичного магнитного поля дополнительного электрического заряда, обусловленного массой и 2) вторичного магнитного поля, создаваемого поглощенными электрическими зарядами.

Магнитные поля у астрофизических объектов отсутствуют, если эти два магнитных поля полностью компенсируют друг друга. Но если эти два поля компенсируют друг друга лишь частично, то астрофизические объекты обладают магнитными полями разной напряженности в зависимости от физических и химических условий, влияющих на распределения поглощенных зарядов.

Так как первичный электрический заряд и дипольный магнитный момент остаются практически неизменными, то такие эффекты, как изменения полярности дипольного момента Земли, Солнца, дрейф магнитного полюса, отклонение магнитного полюса от географического можно связать с процессами перераспределения поглощенных электрических зарядов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Schuster A.* A Critical Examination of the Possible Causes of Terrestrial Magnetism // Proc. Phys. Soc. – London, 1912. – V. 121, 24.
2. *Янковский Б.М.* Земной магнетизм. – Т. 1. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1964.
3. *Sutherland W.* Solar magnetic fields and the cause of **terrestrial** magnetism // Terr. Mag. Planet Sci. – 5, 73 (1900); 8, 49 (1903); 9, 167 (1904); 13, 155 (1908).
4. *Schwinger J.* Einstein's Legacy: The Unity of Space and Time. – Dover Publications, December 13, 2002.
5. A Festschrift in Honor of Vernon W. Hughes / ed. M E Zeller. – Yale University, 13 April 1991.
6. *Piccard A., Kessler E.* Determination of the ratio between the electrostatic charges of the proton and of the electron // Arch. Sci. Phys. et nat. – 7, 340 (1925).
7. *Bressi G., Carugno G., Della Valle G., Galeazzi G., Ruoso G., Sartori G.* Testing the neutrality of matter by acoustic means in a spherical resonator. URL: arXiv:1102.2766v2[physics.atom-ph], 18 Mar. 2011.
8. *Кузнецов В.В.* Введение в физику горячей Земли. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамГУ, 2008.
9. *Григорьев В.И., Григорьева Е.В., Ростовский В.С.* Бароэлектрический эффект и электромагнитные поля планет и звезд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
10. *Зельдович Я.Б., Новиков И.Д.* Структура и эволюция вселенной. – М.: Изд-во Наука, 1975.
11. *Бочкарев Н.Г.* Магнитные поля в космосе. – Изд. 2-е, доп. – М.: Изд-во ЛИБРОКОМ Книжный дом, 2011.
12. *Уилл Ф.Л.* Семья Солнца. – М.: Изд-во Мир, 1984.
13. *About BGS Geomagnetism.* URL: <http://www.geomag.bgs.ac.uk/>
14. *Владимиров Ю.С.* Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. Ч. 2: Теория физических взаимодействий. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1998.
15. *Владимиров Ю.С.* Геометрофизика. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
16. *Владимиров Ю.С.* Происхождение магнитного поля астрофизических объектов // Вестник Московского ун-та. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2000. – № 2. – С. 6–8.
17. *Владимиров Ю.С., Болотов С.В.* К теории прямого межчастичного электро-гравитационного взаимодействия // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. – 2016. – № 2 (15).

RELATIONAL-GEOMETRIC JUSTIFICATION OF MAGNETIC FIELDS IN ASTROPHYSICAL OBJECTS

I.A. Babenko

Institute of Gravitation and Cosmology of RUDN University

The paper presents the main ideas and hypotheses put forward on the problem of a magnetic field generation in astrophysical objects, such as the dynamo process, the hypotheses of Sutherland and Einstein. The theoretical substantiation of the hypotheses of Sutherland and Einstein on the separation of charges within the framework of the relational-geometric concept is given.

Keywords: the magnetic field of the Earth, the planets, magnetic field generation, the separation of charges, volumetric positive and surface negative charges, dynamo process, the initial magnetic field, hypotheses of Sutherland and Einstein, relational-geometric approach to the justification of the magnetic field of planets.

ТЕОРИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СТРУКТУР

ТЕОРИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СТРУКТУР КАК ОСНОВАНИЕ МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ

Ю.И. Кулаков

Горно-Алтайский государственный университет

С позиций развитой в Новосибирской школе теории физических структур охарактеризованы математические основания физического мироздания. Сформулирована цель теории физических структур: последовательно изложить все фундаментальные проблемы и достижения современной математики. Предложен пересмотр фундаментальных понятий, которые у Бурбаки называются структурами, и сделана попытка найти общие закономерности в самых различных разделах математики, физики и других разделах науки.

Ключевые слова: теория физических структур, основания математики, эйдосы, корты, дуальные свойства, сакральная теория.

В самом конце XIX века считалось, что физика в основном построена. Оставалось навести порядок в деталях – в двух облачках на горизонте. Но из них родились теория относительности и квантовая механика. В начале XXI века тоже сложилась предгрозовая атмосфера, предопределяющая собой появление принципиально нового мышления. В частности, об этом говорят крупнейшие математики России: В.И. Арнольд, С.П. Новиков и др., а также физики, в числе которых лауреат Нобелевской премии Фримен Дайсон.

Основной вывод, к которому приходит квантовая теория, можно кратко сформулировать следующим образом: материя, то есть вещество и все известные физические поля, не являются основой окружающего мира, а составляют лишь незначительную часть совокупной квантовой реальности.

На наш взгляд, причина общего кризиса как в физике, так и в математике – раздельное изучение основных шести форм знания: 1) математики, 2) физики, 3) биологии (генетики), 4) информатики, 5) лингвистики, 6) теологии. Область пересечения основных форм знания представляет собой универсальное **ядро всего мироздания**.

Поскольку весь мир как единое целое построен по единому Проекту, должна существовать общая метафизическая область пересечения основных форм знания.

Каждая область знания в процессе своего развития проходит через две фазы – доядерную (прокариотическую, мифическую) и ядерную (эукариотическую). Современные математика и физика находятся в прокариотической фазе с отсутствующим ядром. Установление общего ядра математики и физики переведёт их в эукариотическую фазу.

Как нам представляется, **суть дела заключена в самой математике.** В ней отсутствуют фундаментальные понятия, необходимые для адекватной формулировки оснований таких важных областей знания, как, прежде всего, сама математика, теоретическая физика, математическая логика, генетика, лингвистика и информатика, теория и практика музыкальной гармонии, теория и практика квантовых компьютеров и многих других областей знания.

Теоретическая физика представляет собой ортодоксальную математику, дополненную многочисленными связями с миром материальной действительности.

Принято считать, что в основании математики лежит теория множеств. Но из аксиом теории множеств Цермело–Френкеля или аксиом Неймана–Бернсайда–Гёделя нельзя получить ни геометрии Евклида–Гильберта, ни теории групп, ни линейной алгебры. Нужны каждый раз дополнительные системы аксиом.

Тогда в каком смысле нужно понимать утверждение, что в основании математики лежит теория множеств? Только на том основании, что в теории множеств вводятся общие понятия, присущие каждому языку, – «множество», «кортеж», «подмножество», множество всех подмножеств – «булеан» и операции пересечения, объединения, дополнения и т. п.?

По сути, теория множеств уловила лишь общие свойства и закономерности языка (множества, кортеж, соответствие, функция, отношение), на котором формулируется не только математика, но и многое другое. В ней отсутствует главное – именно суть математики, то есть то, что присуще самой математике и только ей.

Отсутствие понимания сущности математики приводит к непониманию не только Теории физических структур, но и двух важнейших следствий из нее – математических основ теории относительности и квантовой механики.

Назрела необходимость пересмотра оснований всей ортодоксальной математики. По большому счету, необходимо отказаться и от метода аксиоматизации. Вместо него на первом этапе нужно использовать принцип построения математической модели всего Мироздания.

Теперь, когда общее здание математики в первом приближении закончено, настало время пересмотра, модернизации и перепланировки её оснований. Необходимо в новой априорной математике понять, что же является её сущностью, сохранить при этом всё богатейшее наследие ортодоксальной математики и по возможности избавиться от всего лишнего.

Так, прежде всего, нужно со всеми почестями отправить на периферию Теорию множеств, как в свое время отправили на периферию «королеву ма-

тематики» – Теорию чисел – и вместо неё провозгласить строительство пандуса к единой вершине Мироздания, включающего в себя Математику, Физику, Биологию, Психологию.

Идея «пандуса» состоит в том, чтобы последовательно, шаг за шагом, вводить *ad hoc* новые абстрактные символы (эйдосы) и соответствующие операции, раскодирующие ранее закодированные понятия, прежде всего понятия математики, физики, генетики, психологии.

Пандус, ведущий с вершины Мироздания вниз к общеизвестным и ещё неизвестным понятиям и законам традиционных математики, теоретической физики, современной генетики, устроен так, что при наличии предварительного, черного, полунтуитивного знания университетских курсов физики, математики и генетики можно догадаться, исходя из сверху лежащего понятия, как ввести очередное понятие. Далее, шаг за шагом, мы будем вводить по единому правилу новые символы и понятия и в конце концов получим набор абстрактных формул, с самого начала обладающих свойством обобщенной сакральной симметрии.

Что же касается трансфинитных теорий, то они сознательно вынесены мной за рамки финитной «априорной математики», предоставляя тем самым широкое поле исследований для мужественных борцов с многочисленными парадоксами и с неизбежной неопределенностью ортодоксальной математики.

В наше время принято ценить формулы, уравнения, теоремы и трудные, почти неразрешимые задачи. Но фарватер развития науки определяет не решение суперсложных задач типа задачи Ферма или задачи Пуанкаре. Фарватер науки определяет на каждом новом этапе принципиально новый способ мышления.

Начинать строительство «пандуса» нужно с самого простого – с расшифровки и раскодирования натурального ряда. При этом мы сразу же обнаружим существование двух («белого» и «черного») абстрактных символов и фундаментального для всей априорной математики понятия **корта**.

После формулировки известных аксиом итальянским математиком Джузеппе Пеано (1858–1934) стало казаться, что вопрос о натуральных числах полностью исчерпан. Во всяком случае, он стал банальностью. После этого математикам стало трудно заставить себя думать над сущностью натуральных чисел. Они убеждены, что из такой банальности, как натуральное число, ничего нового получить нельзя. Но грандиозные следствия опираются на ничтожные причины.

И именно в глубинной сущности натурального ряда содержится новое математическое понятие «*корт*», с помощью которого адекватным образом формулируется физическая структура, представляющая собой естественное обобщение чрезвычайно общего и хорошо знакомого понятия симметрии. Таким образом, благодаря введению нового абстрактного понятия «корта» открывается возможность альтернативного описания оснований априорной математики на новом надежном фундаменте – фундаменте априорной теории кортов.

Как нами было показано, в результате такого обогащения априорная математика включает в себя, как частные случаи, основания математической

логики, основания матричной генетики и основания других областей знания, лежащих вне сферы интересов ортодоксальной математики.

В течение пятидесяти лет наша школа получила большое количество удивительных результатов, относящихся к мало изученной области, лежащей на границе между теоретической физикой и математикой, среди которых особый интерес для многочисленных приложений представляет теорема Михайличенко о существовании и единственности решения некоторого сакрального уравнения.

Несколько лет тому назад мне удалось показать, что Теория физических структур (ТФС) является частным случаем еще более общей теории, тесно связанной с существованием первоначал всего сущего – **монадологии XXI века**. Таковыми являются первокирпичики мироздания эйдосы (дискретные и непрерывные, мужского и женского рода, белые и черные).

Я надеюсь, что в конце концов мой вдумчивый читатель поймет, что эйдосы, с одной стороны, – это последние кирпичики мироздания, из которых состоит все сущее (лоскутные математические, физические и биологические одеяла), и в частности лептоны и кварки трех поколений, с другой – это те самые монады, о которых писал в 1670 году Лейбниц, но, естественно, с учетом новых знаний о микромире, и наконец, – это те самые бусинки, на которые распадаются натуральные числа ранга n .

Кстати, Лейбницу, открывшему в 1673 году двоичную систему счисления, не хватило буквально полшага, чтобы прийти к интерпретации своих монад как бусинок, на которые распадаются натуральные числа конечного разряда n . Дело в том, что абстрактные «белые» и «черные» эйдосы (мужского и женского рода), являясь нематериальным строительным материалом, из которого строится весь мир, гораздо богаче, чем цифры 0 и 1, лежащие в основании двоичной системы счисления, открытой тем же Лейбницем.

Можно предложить следующее понимание математики. Математика – это наука об **эйдосах и кортах**.

В основании математики лежат не теория множеств и не ассерторическая система аксиом, но:

- 1) небольшой набор исходных специальных символов, называемых **эйдосами**,
- 2) соответствующий набор операций, определенных на множестве эйдосов и
- 3) конечные последовательности (цепочка) эйдосов, называемых **кортами**.

Благодаря тому, что эйдосы и корты представляют собой предельно общие и абстрактные сущности, они охватывают не только всю математику, но и каждую достаточно развитую область знания: математику, теоретическую физику, информатику, биологию (генетику), химию, лингвистику, теологию.

Весь мир закодирован с помощью конечного числа символов, называемых эйдосами. Все эйдосы делятся на женские и мужские. Кроме того, все эйдосы делятся на дискретные (постоянные) и непрерывные (континуальные). Имеются всего два постоянных (дискретных) эйдоса женского рода

и два постоянных эйдоса мужского рода. Далее имеются континуальное множество эйдосов женского рода и континуальное множество эйдосов мужского рода. Постоянные эйдосы характеризуются разрядом, то есть местом, которое они занимают в соответствующем корте. Континуальные (непрерывные) эйдосы объединяются в цепочки (последовательности) конечной длины – корты ранга s женского рода и корты ранга r мужского рода.

Раскодировать то или иное понятие – это значит получить его в виде конечной или бесконечной последовательности дискретных и континуальных эйдосов женского и мужского рода.

Итак, можно сформулировать следующую главную задачу – на едином языке эйдосов и кортов раскодировать сущность натуральных чисел, нуля, единицы, числа π , числа e , золотого сечения ϕ , операций сложения и умножения, евклидовой геометрии, декартовых координат, чисел Фибоначчи, чисел Бернулли, комплексных чисел, гиперкомплексных чисел тензора, цепных дробей, p -адических чисел и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаков Ю.И. (С дополнением Г.Г. Михайличенко). Элементы теории физических структур. – Новосибирск: Изд-во Новосибирского гос. университета, 1968.
2. Кулаков Ю.И. Геометрия пространств постоянной кривизны как частный случай теории физических структур // Доклады АН СССР. – 1970. – Т. 193. – № 5. – С. 985-987.
3. Кулаков Ю.И. О новом виде симметрии, лежащей в основании физических теорий феноменологического типа // Доклады АН СССР. – 1971. – Т. 201. – № 3. – С. 570-572.
4. Кулаков Ю.И., Владимиров Ю.С., Карнаухов А.В. Введение в теорию физических структур и бинарную геометрофизику. – М.: Изд-во «Архимед», 1991.
5. Кулаков Ю.И. Теория физических структур. – М., 2004.
6. Михайличенко Г.Г. Математические основы и результаты теории физических структур. – Горно-Алтайск: РИО Горно-Алтайского госуниверситета, 2012. Второе издание, 2016.

THEORY OF PHYSICAL STRUCTURES AS THE BASIS OF MATHEMATICS AND PHYSICS

Yu.I. Kulakov

Gorno-Altai State University

From the standpoint of the theory of physical structures developed in the Novosibirsk school, the mathematical foundations of the physical universe are characterized. The purpose of the theory of physical structures is formulated: to consistently state all the fundamental problems and achievements of modern mathematics. A revision of the fundamental concepts, which are called structures in Bourbaki, is proposed, and an attempt is made to find common patterns in various sections of mathematics, physics and other sections of science.

Keywords: theory of physical structures, foundations of mathematics, eidos, courts, dual properties, sacred theory.

КОММЕНТАРИЙ К СТАТЬЕ (ПРОГРАММЕ ТФС) Ю.И. КУЛАКОВА

Ю.С. Владимиров

*Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова,
Институт гравитации и космологии РУДН*

Произведено сопоставление двух реляционных программ: теории физических структур (ТФС), развиваемой группой Ю.И. Кулакова в Новосибирске, и бинарной геометрофизики (бинарной предгеометрии), развиваемой в нашей группе в Москве на базе своеобразного обобщения математического аппарата ТФС.

Ключевые слова: теория физических структур, бинарная геометрофизика, системы отношений, эйдосы, пространство-время.

В нашей группе развивается программа бинарной геометрофизики (бинарной предгеометрии), самым существенным образом опирающаяся на математический аппарат, основы которого были заложены в группе Ю.И. Кулакова в созданной ими теории физических структур (ТФС) (конец 1960-х годов). В 1980-х годах мы тесно сотрудничали и совместно с Кулаковым провели около десятка школ-семинаров по теории физических структур (на озере Баланкуль, в Пущино-на-Оке, в Казани, Новосибирске, Львове). В процессе многочисленных дискуссий мы имели возможность достаточно глубоко вникнуть в суть этой теории и проанализировать возможности ее применения в физике. Однако в конце концов оказалось, что наше понимание сути этой теории и, главное, ее физических приложений оказалось существенно отличным от развиваемой Кулаковым программы, причем это касается как ее философской трактовки, так и круга физических задач, где использование математического аппарата ТФС (точнее, ее обобщений) просто необходимо. В частности, это сказалось уже в совместно написанной нами книге «Введение в теорию физических структур и бинарную геометрофизiku» (1992) [1].

В дальнейшем наши позиции еще больше разошлись. Так, Ю.И. Кулаков в своей книге «Теория физических структур» (2004) писал: «Кстати, должен заметить, что мой друг и давний коллега, профессор МГУ Юрий Сергеевич Владимиров в своих работах по “реляционной теории пространства-времени и взаимодействий” по-своему переизлагает Теорию физических структур (вводя между прочим свою неудачную терминологию) не как теорию отношений между кортами, а как теорию отношений между отдельными элементами, тем самым «выплескивая из ванны самого ребенка», что в значительной степени обесценивает эвристическое содержание Теории физических структур» [2. С. 192].

В данном комментарии проведено сравнение содержания наших двух программ.

1. Поскольку в работах и в выступлениях Ю.И. Кулакова, как правило, упоминается философия Платона и утверждается, что программа ТФС фактически продолжает развитие его идей, то сразу же подчеркнем, что развиваемая нами программа бинарной геометрофизики значительно ближе к идеям Аристотеля. Это, в частности, у Кулакова проявляется в основополагающей роли принципа двоичности в его программе ТФС.

В нашей же программе БГФ в основу заложен принцип триединства, использованный Аристотелем при объяснении сути движения (эволюции).

2. В основе как программы ТФС Кулакова, так и нашей программы БГФ лежат два множества элементов и отношения между элементами двух множеств, однако у нас используется принципиально различная интерпретация этих двух множеств. У Кулакова два множества интерпретируются как наличие двух начал в мироздании: мужского и женского или, как в китайской философии, «инь» и «ян», тогда как в нашей программе два множества элементов интерпретируются как начальные и конечные состояния эволюционирующих систем (главным образом микросистем).

3. Существенно отличается целевая направленность наших двух программ. В самое последнее время четко выявилась нацеленность программы ТФС Кулакова на обоснование всей математики, тогда как наша программа БГФ нацелена на реляционное построение физики микромира и вывод из закономерностей микромира представлений классического пространства-времени [3]. Как нам представляется, в настоящий момент именно эта проблема является ключевой для продвижения в решении актуальных проблем современной фундаментальной теоретической физики. Об актуальности решения проблемы вывода понятий классического пространства-времени писали Л. де Бройль, Л.И. Мандельштам, Д. ван Данциг, П.К. Рашевский и многие другие мыслители.

Помню, в одной из частных бесед, когда я пытался объяснить Кулакову важность проблемы вывода классических пространственно-временных представлений из неких более элементарных закономерностей микромира, Кулаков недоуменно спросил меня: «Зачем вы ломитесь в открытую дверь? Есть закон теории вещественных отношений на одном множестве ранга (5), – вот отсюда и следует 3-мерная геометрия Евклида».

4. Самым существенным образом отличается наше понимание соотношения математики и физики. Ю.И. Кулаков во главу угла ставит именно математику, полагая, что только в результате ее существенного развития (на базе ТФС) будет достигнут прогресс в решении проблем теории относительности и квантовой теории. Мы же придерживаемся иной точки зрения, что именно физика, ее идеи имеют первичный характер. История развития физики убедительно свидетельствует в пользу того, что сначала выдвигаются идеи физического (может быть, даже метафизического) характера и только потом для их реализации подбирается подходящий математический аппарат. Так было при создании общей теории относительности, когда математик Марсель Гроссман подсказал А. Эйнштейну для развития его идей уже разработанный математиками аппарат римановой геометрии; так было и при создании квантовой

механики, когда после изучения спектров электромагнитного излучения атомов и идей Л. де Бройля о волновом характере микрочастиц был использован уже развитый математиками аппарат решений дифференциальных уравнений на собственные значения. Это привело к написанию ключевых волновых уравнений квантовой механики: Шредингера, Клейна–Фока и Дирака.

5. Важным отличием программы Кулакова и нашей является отношение к соотношению вещественных и комплексных чисел. В школе Ю.И. Кулакова считают, что именно вещественные числа должны лежать в основе развиваемой ими программы, поскольку, как они считают, именно они являются физически наблюдаемыми. Мы же считаем, что в основу мироздания должны быть положены числа с меньшим числом свойств. Таковыми, в частности, являются комплексные числа, поскольку во множестве комплексных чисел нет свойства линейной упорядоченности, что присуще вещественным числам. Напомним, что наша позиция разделяется Р. Пенроузом, который считает комплексные числа не менее «божественными», чем вещественные.

Данное различие в понимании характера исходных чисел определяет тот факт, что в группе Кулакова основное внимание сосредоточено на развитии ТФС на двух множествах элементов с вещественными отношениями, тогда как в основе нашей бинарной предгеометрии лежит теория бинарных систем комплексных отношений (БСКО).

6. Характерно, что в своих работах Ю.И. Кулаков цитирует Г. Лейбница, особенно его «Монадологию», пишет об аналогиях между элементами ТФС и монадами Лейбница, однако он не обращает внимание на чрезвычайно важный момент, – на то, что Лейбниц заложил основы реляционной парадигмы в физике, затем отстаиваемой в трудах Э. Маха и других мыслителей. У этих мыслителей не было подходящего математического аппарата для развития своих идей. Основы такого аппарата как раз и были предложены в теории физических структур Кулакова. Как нам представляется, именно это позволило возродить на новой основе идеи реляционной парадигмы.

В работах Кулакова не признается тот факт, что в XX веке фундаментальная теоретическая физика развивалась в рамках трех парадигм: теоретико-полевой (доминирующей), геометрической (на идеях Клиффорда–Эйнштейна) и реляционной. К сожалению, последняя в XX веке оказалась на обочине магистрального развития теоретической физики, однако, тем не менее, способствовала созданию Эйнштейном общей теории относительности и фейнмановской формулировке квантовой механики. Математический аппарат ТФС Кулакова позволяет возвысить роль реляционной парадигмы и, как нам представляется, даже помогает этой парадигме занять лидирующее место в фундаментальной теоретической физике XXI века.

7. Существенным недостатком программы ТФС является ограниченность ее применения лишь для описания классических закономерностей (теорий) типа второго закона Ньютона, закона Ома и т.д., что многими физиками воспринимается как неактуальные задачи, лежащие в глубоком тылу современной физики. Это не означает, что названные задачи не важны, – ТФС позволила взглянуть на ряд классических закономерностей физики и геометрии под

новым оригинальным углом зрения. Тем не менее физики обратили бы на ТФС должное внимание, если бы на ее основе удалось бы продвинуться в решении актуальных задач современной физики.

8. Выше уже отмечалась неудовлетворенность Ю.И. Кулакова тем фактом, что мы не следуем его терминологии, а используем свою собственную. Как нам представляется, математический аппарат теории физических структур более естественно назвать алгебраической теорией систем отношений, его можно применять для описания отношений в системах элементов произвольной природы.

Нас не удовлетворяет используемый Кулаковым для обозначения своей теории термин «сакральная теория», так же как используемый некоторыми физиками термин «теория всего». Только время может показать, насколько величественна та или иная теория.

В наших работах используется скромный термин «элементы», тогда как Кулаков их называет «эйдосами», чем пытается подчеркнуть их фундаментальный характер. В какой-то степени он, может быть, прав, однако в науке принята более спокойная терминология. Термин «корты» более приемлем, однако у нас прижилась терминология фундаментальные, базовые, а также иные отношения между специальными наборами элементов. Имеются и другие отличия.

Видимо, какие-то из названных и некоторые другие факторы послужили основанием для распада школы Кулакова по ТФС. В частности, из нее выделилась успешно ныне действующая в области сугубо математических аспектов ТФС школа Г.Г. Михайличенко, работающая в Горно-Алтайском университете.

В заключение можно отметить, что многочисленные расхождения в понимании сути теории систем отношений (теории физических структур в терминологии Ю.И. Кулакова) не мешают нам поддерживать теплые дружеские отношения. Вряд ли имеется еще кто-то, кто столь высоко оценивает заслуги Ю.И. Кулакова в развитии теории физических структур, и кто столь много цитирует его работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаков Ю.И., Владимиров Ю.С., Карнаухов А.В. Введение в теорию физических структур и бинарную геометрофизику. – М.: Изд-во «Архимед», 1992.
2. Кулаков Ю.И. Теория физических структур. – М., 2004.
3. Владимиров Ю.С. Метафизика и фундаментальная физика. Кн. 3: Реляционные основания искомой парадигмы. – М.: ЛЕНАНД, 2018.

**COMMENT TO THE ARTICLE (TFS PROGRAM) WRITTEN
BY YU. I. KULAKOV**

Yu.S. Vladimirov

*Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University,
Institute of Gravitation and Cosmology of RUDN University*

The article made a comparison of two relational programs: the theory of physical structures (TFS) developed in the group of Y.I. Kulakov in Novosibirsk, and Binary Geometrophysics (Binary Pregeometry) developed in our group in Moscow on the basis of a kind of generalization of the mathematical apparatus of TFS.

Keywords: theory of physical structures, binary geometrophysics, systems of relations, Eidos, space-time.

НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ О ВОЗМОЖНОМ НАПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Г.Г. Михайличенко

Горно-Алтайский государственный университет

Отмечены исторические корни исследований геометрий с симметриями, которые в середине 60-х годов привели к открытию теорий физических структур на одном и на двух множествах элементов. Построенные теории физических структур на одном множестве элементов соответствуют общепринятым геометриям с симметриями, тогда как теории на двух множествах элементов предназначены для более глубокого осмысления проблем современной фундаментальной теоретической физики.

Ключевые слова: геометрии с групповыми симметриями, геометрии Гельмгольца, теория физических структур, феноменологические симметрии.

Хорошо известно, что наиболее значимые достижения фундаментальной теоретической физики связаны с содержательной физической интерпретацией математических объектов геометрии, анализа и алгебры. Теория относительности, квантовая механика и теория элементарных частиц подтверждают это заключение.

Соответствующие физические интерпретации возникали на интуитивном уровне у тех физиков, которые хорошо знали математику. Впервые особое внимание на геометрии максимальной подвижности обратил Гельмгольц [1]. Он предположил, что объекты таких геометрий могут быть наполнены богатым физическим содержанием. Гельмгольц попытался построить полную классификацию n -мерных геометрий, наделённых групповой симметрией (максимальной подвижностью) степени $n(n+1)/2$. Однако кроме известных геометрий Евклида, Лобачевского и Римана в ней появлялись геометрии с экзотическими свойствами, интерпретация которых была ему неясна. Это, прежде всего, неевклидова геометрия Минковского, а также его «собственные» геометрии, которые мы сейчас называем геометриями Гельмгольца. Поскольку специальная теория относительности (СТО) ещё не была открыта, Гельмгольц ввёл дополнительную аксиому, с помощью которой геометрия Минковского была из его классификации исключена. Аналогично исключены были им и другие «неудобные» геометрии.

В середине 1960-х годов появилась теория физических структур [2], в которой были определены феноменологически симметричные геометрии на одном множестве и на двух множествах. Феноменологически симметричные геометрии на одном множестве совпали с геометриями первоначальной классификации Гельмгольца. Феноменологически симметричные геометрии на двух множествах (так называемые физические структуры) ранее в математике

не были известны. Однако все они оказались геометриями максимальной подвижности.

В настоящее время построены полные классификации двумерных и трёхмерных феноменологически симметричных геометрий на одном множестве, наделённых групповой симметрией (максимальной подвижностью) степени 3 и 6 (см. [3, § 2]). Особое внимание в этой классификации следует обратить на геометрии Гельмгольца, а также на расширения геометрий Евклида и Минковского, физическая интерпретация которых остается пока нераскрытой. На наш взгляд, установление их интерпретации даст новый стимул развитию фундаментальной теоретической физики.

Построена также полная классификация феноменологически симметричных геометрий на двух множествах произвольной размерности m и n , наделённых групповой симметрией (максимальной подвижностью) степени mn (см. [3, § 9]). Для этих геометрий были найдены такие физические интерпретации, которые позволили более глубоко осмыслить некоторые тенденции развития основ фундаментальной теоретической физики [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Гельмгольц Г. О фактах, лежащих в основании геометрии // Об основаниях геометрии. – М.: Гос. изд-во технико-теоретической литературы, 1956. – С. 366–388.
2. Кулаков Ю.И. Теория физических структур. – М.: Доминико, 2004. – 847 с.
3. Михайличенко Г.Г. (*Mikhailichenko G.G.*). Математические основы и результаты теории физических структур (The mathematical basics and results of the theory of physical structures). – Горно-Алтайск: ГАГУ, 2016. (Gorno-Altaiisk: GAGU, 2016.)
4. Владимиров Ю.С. Основания физики. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.

SOME CONSIDERATIONS ABOUT THE POSSIBLE DIRECTION OF THE DEVELOPMENT OF FUNDAMENTAL THEORETICAL PHYSICS

G.G. Mikhailichenko

Gorno-Altaiisk State University

The historical roots of studies of geometries with symmetries that in the mid-sixties led to the discovery of theories of physical structures on one and two sets of elements are noted. The constructed theories of physical structures on one set of elements correspond to the generally accepted geometries with symmetries, whereas the theories on two sets of elements are intended for a deeper understanding of the problems of modern fundamental theoretical physics.

Keywords: geometries with group symmetries, Helmholtz geometry, theory of physical structures, phenomenological symmetries.

К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ ВИДА ФИЗИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ

А.А. Симонов

*Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет*

Предложено обоснование необходимости построения и дальнейшего развития теории физических структур, основания которой заложены в работах Ю.И. Кулакова и Г.Г. Михайличенко. Названы основные факторы, диктующие использование теории физических структур: понятия измерений, вещественные и иные числа, феноменологические симметрии.

Ключевые слова: измерения, эталоны, число, феноменологическая симметрия, теория физических структур, законы.

Физика становится физикой в тот момент, когда мы переходим от качественного описания к количественному и можем производить сравнения с экспериментальными данными. Ключевой момент появления физики – и научного знания вообще – это количественные измерения. В этом вопросе можно сослаться на Лорда Кельвина: «Если вы можете измерить и выразить в числах то, о чем вы говорите, то об этом вы кое-что знаете. Если же вы не можете сделать этого, то ваши познания скудны. Они представляют первые шаги исследования, но это не настоящее знание». Галилею принадлежит другое, краткое и точное высказывание: «Измерить все, что измеримо, и сделать измеримым всё, что таковым ещё не является».

В таком случае возникает задача – что и как измерять? Вооружившись некоторыми знаниями, можно спросить и о единицах измерений, ведь измерение возможно лишь в сравнении. Идеальный вариант, когда сравнивать можно с некоторым эталоном. Тогда эталон задаёт как единицу измерений, так и размерность – соизмеримость с выбранным эталоном.

Второй аспект измерений кажется очевидным и по этой причине даже и не озвучивается, так как главным результатом измерений является число. Кажется само собой разумеющимся, что число может быть лишь натуральным или целым, в крайнем случае дробным, то есть рациональным. Для удобства, как о результате представления измерений, можно говорить о вещественном числе.

Заострим внимание на этом вопросе, возможно, это один из ключевых моментов. Так что же такое число? Не является ли число следствием и результатом измерений?

Действительно, сначала появляются натуральные числа как результат пересчитывания пойманной дичи или найденных плодов. Если яблоко одно, а желающих его отведать больше, то придётся делить яблоко на части. Как только начинаем делить земельный участок, то приходим к элементарной гео-

метрии и новым, иррациональным числом. Квадратный корень из натурального числа не всегда натуральное. Например, квадратный корень из двойки является алгебраическим числом и возникает при делении квадрата по диагонали.

Далее, связывая радиус с длиной окружности, получим пример другого иррационального, но уже и не алгебраического числа. Число «пи» возникает как предел последовательности. В данной последовательности каждое приближение этого числа является рациональным числом, а оно само таковым уже не считается и принадлежит множеству вещественных чисел.

Можно ли пойти дальше?

Для измерения тока, сопротивления и напряжений в электрической цепи с постоянным током используются обычные, вещественные числа. Но в реальности токи всегда переменные. Для расчётов параметров электрической цепи с переменным током нужно воспользоваться обобщением вещественных чисел – комплексными числами. Несмотря на то что такие числа первоначально и называли мнимыми, они являются такими же естественными, как и натуральные, целые, алгебраические или вещественные числа. А поскольку эти числа работают в физических измерениях, то они вполне физические, как и все остальные. В отличие от других комплексные числа, при измерении, проявляются в виде пары вещественных чисел.

Проявление результата одного измерения в виде пары или даже нескольких чисел не является чем-то из ряда вон выходящим. Действительно, в каких числах можно измерить скорость? Вопрос простой. Мы измеряем скорость и видим результат измерения на спидометре автомобиля или на экране GPS навигатора. Но на спидометре мы видим не саму скорость, а её абсолютное значение. Помимо величины скорости надо знать ещё и направление движения. С появлением нового понятия, такого как направление, появляется и новое «число» – вектор. Векторы имеют вполне нормальные атрибуты обычных чисел: их можно складывать и вычитать, получая при этом новые векторы. С умножением, правда, не совсем привычная ситуация. Есть три умножения. Можно говорить об умножении вектора на обычное число или об умножении векторов друг на друга, тогда можно получить как новый вектор, так и новое число. В результате придём к дальнейшему расширению понятия числа – гиперкомплексным числам, построенным над вещественными числами.

Есть ли другие числа? Есть, но главное, что вопрос о числах не такой простой, как мог показаться в самом начале. Вместе с тем каждая числовая система, какую бы мы ни выбрали, имеет свои внутренние законы. А что если у нас имеется несколько неэквивалентных чисел одной размерности? Какую из этих числовых систем нам выбрать в некотором, конкретном измерении? При помощи опытных данных мы будем вынуждены выбирать те числа, которые соотносятся с действительностью лучше всего. Ведь, как только мы перевели измерения в область чисел, то сразу возникли собственные ограничения, обусловленные законами используемых чисел. При этом после измере-

ний весь экспериментальный материал должен быть связан между собой таким образом, чтобы не противоречить уже и законам выбранных нами чисел. По этой причине становится важным знать и законы числовых систем.

Подытожим. При измерениях, будь то физических, геометрических или каких-либо ещё, мы отображаем те объекты или процессы из измеряемого опыта в математические объекты – числовые системы. При этом происходит потеря части информации о том, что же мы измеряли. Дополнительная информация находится в понятии размерности, в свойствах эталонных объектов. Итак, в нашем арсенале имеются:

- 1) числовые измерения;
- 2) размерные величины, связанные с эталонами.

С каждым из этих пунктов связаны ограничения на возможный вид законов. Изучение этих ограничений и возможностей реализуется в построении соответствующих теорий.

Теория измерений, возникшая при изучении аспектов измерений, приводит нас к понятию шкалы и инвариантности закона относительно выбора шкал [1; 2. С. 247].

Теория размерности [3. С. 148; 4. С. 440] позволяет по входящим в зависимости размерностям выводить точные формулы. При решении многих физических задач теория размерности и подобия даёт возможность оценить искомое значение и получить приемлемый результат с точностью до порядка величины, полагаясь только на физическую интуицию.

Теория размерности начала своё развитие с конца XIX века, с первых работ по ρ -теореме [5; 6]. Работы по теории измерений начались также достаточно давно, родоначальником данной теории можно считать метрологию. Более глубокий математический анализ появился во второй половине прошлого века [1]. Тем не менее ни одна из этих теорий, по отдельности и вместе, не могут заранее указать вид возможных физических законов. Возможно, задача нерешаема в принципе или не хватает чего-то ещё?

Имея качественное понимание, научившись измерять и обладая набором экспериментальных данных, получим ли мы научную теорию? Наверное, пока нет, так как не хватает самого главного, а именно предсказаний, которые, в свою очередь, можно проверить новыми экспериментами и новыми измерениями. Теория должна не только объяснять происшедшие, но и предсказывать ещё не совершённые, но возможные события, измерения. Иными словами, возможность на основании измеренных процедур точно предсказывать новые измерения, их не производя, – это и есть научное знание. Сама процедура получения новых данных – это и есть знание закона, закона физического, геометрического или какого-либо ещё.

Понятие закона, как и понятие числа, «...относится к начальным понятиям, которые могут быть разъяснены, но не могут быть строго определены, ибо всякая попытка дать строгое определение такого понятия неизбежно сведётся к замене определяемого понятия ему эквивалентным...» [1; 7].

Когда речь заходит о понятии закона, то на интуитивном уровне всем понятно, что это такое. Но при более пристальном рассмотрении всё становится

не так очевидно. Можно сказать, что закон – это некоторое ограничение. Но тогда любое ограничение – это закон? Нет. Знание закона должно позволять осуществлять предсказания. С одной стороны, это ограничение, а с другой – предсказание. Иными словами, имея какие-то предварительные данные о поведении объекта, мы, на основании этих данных, можем предсказать, как он поведёт себя дальше. Если закон строгий, а предварительных данных достаточно, то предсказание последующего поведения должно быть полным.

Закон – это устойчивая повторяющаяся связь между явлениями, отношениями, процессами и состояниями тел. Закон должен быть универсальным и справедливым для всех объектов. Закон должен обладать некоторой симметрией относительно выбора произвольных, подчиняющихся ему тел. Если мы рассматриваем закон всемирного тяготения, то какое бы тело мы ни взяли, оно должно участвовать в законе одним и тем же образом.

Такая симметрия рассматривается в теории физических структур [8; 9]. В некотором смысле эта теория органичным образом включает в себя как теорию измерений, так и теорию размерностей, естественным образом их обобщая.

В основании теории физических структур лежат две функции и один принцип. Первая функция связана с измерительной процедурой. Причём при таком измерении может получаться как одно число, так и набор чисел. Вторая функция связана с существованием связи между измеренными значениями. Основным принцип – феноменологическая симметрия, проявляющаяся в виде связи этих двух функций на произвольных телах, элементах множества [8, 9]. Фиксируя некоторые эталонные элементы, можно произвести переход записи второй функции к записи некоторого закона, выраженного в обычном виде.

Несмотря на длительный путь развития данной теории, пока имеется ограниченный набор законов, позволяющий описывать их в рамках теории физических структур. Прежде всего это связано с тем, что только простые законы описываются одномерными числовыми системами [8], либо их можно свести к таковым достаточно просто [10]. В большинстве своём физические законы описываются многомерными числовыми системами [9]: векторы, спиноры, тензоры и пр. Задачи поиска решений в теории физических структур до последнего времени проходили в плоскости поиска всех возможных решений малой размерности. Востребованными решениями как раз должны быть многомерные, чей поиск в общем виде весьма затруднителен. По этой причине сейчас активно развивается алгебраический и групповой подход в поисках новых решений, который проще переносится на многомерный случай.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Krantz D.H., Luce R.D., Suppes P., Tversky A.* Foundations of Measurement. V. 1-3, Acad. Press. – NY, London, 1971, 1989, 1990.
2. *Пфанцгаль И.* Теория измерений. – М.: Мир, 1976.
3. *Бриджмен П.* Анализ размерностей. – Ижевск: РХД, 2001.
4. *Седов Л.И.* Методы подобия и размерности в механике. – Изд. 8-е. – М.: Наука, 1977.

5. Sur l'homogénéité dans les formules de physique // Comptes rendus. – 1878. – Т. 86:15. – S. 916–920.
6. On physically similar systems: illustrations of the use of dimensional equations // Physical Review. – 1914. October. – Vol. 4. – Issue 4. – С. 345–376.
7. Ильин В.А. Садовничий В.А., Сендов. Бл.Х. Математический анализ / под ред. А. Н. Тихонова. – 2-е изд., перераб. – М.: Изд-во МГУ, 1985.
8. Кулаков Ю.И. Теория физических структур. – М., 2004.
9. Михайличенко Г.Г. (Mikhailichenko G.G.). Математические основы и результаты теории физических структур (The mathematical basics and results of the theory of physical structures). – Горно-Алтайск: ГАГУ, 2016. (Gorno-Altaiisk: GAGU, 2016).
10. Владимиров Ю.С. Основания физики. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.

TO THE SUBJECT OF JUSTIFICATION OF THE TYPE OF PHYSICAL LAWS

A.A. Simonov

Novosibirsk National Research State University

A substantiation of the necessity of constructing and further development of the theory of physical structures, the foundations of which are laid in the works of Yu.I. Kulakov and G.G. Mikhailichenko. Named the main factors dictating the use of the theory of physical structures: the notion of measurement, real and other numbers, phenomenological symmetries.

Keywords: measurements, standards, number, phenomenological symmetry, theory of physical structures, laws.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАМКАХ РЕЛЯЦИОННОЙ ПАРАДИГМЫ

ПОСТРОЕНИЕ РЕЛЯЦИОННОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ И НОВЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

В.В. Аристов

Вычислительный центр имени А.А. Дородницына Российской академии наук

Предлагается реляционная статистическая концепция пространства и времени, где строятся конструкции, описывающие масштабы от атомарных до космологических. Построение основано на анализе и формализации операций фундаментальных физических приборов: часов и линеек. Структуры и свойства таких приборов репрезентируют математические способы описания физического мира. Соответствие между процессом измерения пространственных отношений и конфигурацией масс элементов, а также времени и изменения координат элементов задает исходные связи. Из новых соотношений выводятся известные физические уравнения. Получены уравнения, описывающие и гравитационные, и квантовые эффекты. Обсуждаются возможные тесты по проверке теории.

Ключевые слова: пространство и время, реляционная статистическая модель, фундаментальные приборы, гравитационные и квантовые эффекты.

Необходимость построения моделей пространства и времени определяется проблемой создания единой физической теории, способной связать существующие части современного теоретического описания. Существенная задача – преодоление рассогласования физического и математического аппарата квантовой механики и ОТО, получение общих уравнений на микро- и макроуровнях для квантовых и гравитационных явлений. Важная физическая проблема состоит в интерпретации темной материи и темной энергии. Обще-теоретическая задача – установление связи между системами аксиом математики и физики. В базисе нынешней теории пространство и время являются изначально заданными понятиями с подразумеваемыми свойствами. Построение пространства и времени позволяют подойти к решению данных задач.

На наш взгляд, главное состоит не в решении некоторых «технических вопросов», может быть, весьма важных самих по себе в рамках существующей физической картины, но в том, чтобы обозначить принципиальные

концептуальные проблемы, связанные с новыми реляционно-статистическими представлениями. При этом изменение физических оснований влечет и требование развивать в предлагаемой реляционной статистической концепции новую технику, физический и математический аппарат.

В предлагаемой реляционно-статистической схеме пространство операционально через процедуру измерения расстояния связывается с конфигурациями исходных элементов (частиц, атомов), над которыми производится данная операция, тем самым по размерности длина и масса сопоставляются. Аналогично анализ операции измерения времени позволяет записать уравнение, где временной интервал связан с осредненным движением, выраженным через пространственные приращения между соответствующими опытами. Так сопоставляются размерности пространства и времени. Предполагается описать все уравнениями в безразмерных переменных, поскольку две новые связи сопоставляют массу, пространство и время. Тогда известные физические уравнения могут воспроизводиться с использованием мировых постоянных.

В уравнении, где связаны временной интервал и сумма пространственных интервалов, возникает новый физико-математический образ, в котором соединены инфинитезимальные величины интервалов и некоторая интегральная величина, в которой присутствует сумма по рассматриваемым элементам (частицам). Также происходит, по сути, теоретическое моделирование свойств фундаментальных приборов – часов и линеек: статистическая природа данных приборов позволяет предложить новые схемы для измерения временных и пространственных характеристик, связанных с большими массами данных.

Внедрение статистических методов представления пространственно-временных отношений подразумевает ряд обобщений. Рассматривается теоретическая модель часов – темпорометр, в которой дается конструктивное понятие момента времени, связанного с набором пространственных координат всех элементов, опознанных в мгновенной «фотографии». По изменению пространственного положения элементов между двумя фотографиями и определяется приращение времени. Но конструктивное определение мгновения через множество координат элементов позволяет также ввести необратимое время и оценить вероятность возвратов во времени, которая для глобального времени оказывается ничтожно малой. В ОТО допускаются решения с времениподобными замкнутыми кривыми. Необратимое время фактически вводит запреты на маловероятные события. Подобные выводы снимают ряд парадоксальных утверждений в ОТО и соотносятся с «гипотезой о защищенности хронологии» по Хокингу.

Получены уравнения, общие для описания и гравитационных, и квантовых эффектов. Для этого вводится схема дискретной геометрии, формализуемая с помощью теории графов. На микромасштабах нарушается аксиома о единственности прямой, проходящей через две точки. Это приводит к фундаментальным неточностям описания и определяет аналог соотношения неопределенности Гейзенберга. Неоднозначность нахождения пространствен-

ных и временных координат в силу статистичности модели вызывает индетерминизм движения на микромасштабах. Традиционный математический анализ с точным определением производной теряет смысл, так что воспроизводятся квантовые эффекты. Используется формализм Нельсона [1; 2], в котором с привлечением *ad hoc* соотношений диффузионного типа выводится уравнение Шрёдингера. В настоящей модели эти соотношения являются следствием исходных положений.

На макромасштабах происходит переход к евклидовой геометрии. Здесь уместно напомнить, что Циммерман в [3], Чу в [4] и другие физики и философы еще в 60-е годы обсуждали макроскопическое пространство и время, но все предложения носили в основном качественный характер. В некоторых работах говорилось о том, что надо пересчитывать или суммировать события, но в «событии» пространство и время связаны воедино, оказалось, что без разделения и новой связи в процессе измерения макроскопичность, статистичность не формализовывалась. В нашем подходе для некоторых моделей графов можно показать, как восстанавливается однозначность прямой (геодезической) на больших расстояниях, измеряемых числом частиц (элементов) на маршруте. При этом количество допустимых прямых возрастает, но отношение эффективной «толщины» трубки прямых путей для рассматриваемого отрезка к его длине стремится к нулю при стремлении длины к бесконечности. В такой дискретной среде, соответствующей идеальной среде измерительных линеек на больших расстояниях, справедлива евклидова геометрия.

Движение тела неединичной массы означает, что две или более частицы движутся одинаковым образом, это изменяет свойства пространства и времени по сравнению с теми фоновыми значениями, что задаются часами и линейками в модели для идеальной дискретной среды, состоящей из одинаковых элементов, движущихся стохастическим способом. Расстояния на отрезке прямой (геодезической), проведенной между двумя точками (элементами), проходящими через это тело, будут отличаться от расстояний, проходящих по однородной дискретной среде. При подсчете частиц на двух путях – «через тело» и «в обход него» может оказаться, что расстояние на первом маршруте будет больше, чем расстояние на втором маршруте. Геодезическая, отвечающая наименьшему расстоянию, то есть прямой в такой геометрии, при этом огибает данное тело. Такой эффект соответствует линзированию света в ОТО. Расстояния, определяемые по аналогу твердого стержня и с помощью аналога светового луча в данной модели, будут совпадать, поскольку уравнение света при нулевом интервале (пропорциональном приращению времени, определяемого в модели) дает осредненное движение по приращениям координат всех частиц. Это соответствует симметричному приращению с минимальным числом элементов на маршруте и согласуется с процедурой измерения с помощью твердого стержня, задающего физическую прямую линию.

Также получают количественные связи, аналогичные представленным в ОТО. Но существенно, что они выводятся из других построений, хотя ана-

логично релятивизму также связаны с новым пониманием пространства-времени, в частности, при получении приращения времени осреднением по приращениям координат всех частиц (элементов). Геометрическая схема здесь риманова. Фактически используется та же схема дискретной геометрии. Причем она позволяет связать увеличение расстояния с увеличением массы тела по сравнению с фоновым. Замедление часов в присутствии тела с массой, большей единичной, получается прямо из формул связи интервала времени и интервалов пространства. Описание реального распределения движущихся тел задает реальные значения статистического пространства и времени, которые отличаются от аналогичных величин, но для специально «приготовленной» дискретной симметричной измерительной среды со стохастичным движением. Пересчет одних значений в другие определяет некоторые коэффициенты, которые сопоставимы со значениями метрического тензора в ОТО. В сферически-симметричном случае выводится метрика, сходная с метрикой Шварцшильда, но с отличиями во втором порядке отношения гравитационного радиуса к расстоянию. Проверки таких отличий могут проводиться для классических эффектов ОТО. Это потребует совершенствования экспериментальных средств, по крайней мере, на три порядка точности по сравнению с достигнутой в современных опытах, в которых до сих пор обеспечивалась точность не выше 0,02%.

В настоящем подходе отмеченная проблема о связи физической и математической аксиоматики в принципе разрешается, так как фундаментальные приборы «проецируют» математическое знание в физическое. Связи массы, пространства и времени выбирают часть математических возможностей, и они становятся физическими постулатами. Причем, как отмечалось выше, безразмерные уравнения модели с использованием комбинаций мировых констант по принципу соответствия переходят в известные физические уравнения.

Данные математические соотношения позволяют вывести аналог гравитационного потенциала, исходя из вероятностных свойств предельной теоремы. В результате связи времени и пространства в модели часов записывается безразмерная сумма квадратов скоростей для всех элементов мира, которая сопоставляется с другой безразмерной суммой отношений масс тел к расстояниям до них от пробного тела. Отсюда получается обратная пропорциональность расстоянию, отвечающая ньютонову потенциалу. Характерно, что вероятностным образом данный потенциал может быть получен из сопоставления двух глобальных сумм разных знаков, соответствующих кулоновскому потенциалу для разноименных зарядов. Отметим, что Ю.С. Владимиров также рассматривает возможность «получения гравитации из электромагнетизма».

Подчеркнем, что в настоящих разработках впервые получено уравнение, способное передать динамику и кинематику на микромасштабах с квантовыми проявлениями, а также описывать на макромасштабах гравитационные эффекты. Это потребовало, конечно, большей сложности аппарата, в которых вводятся специальные суммы по частицам (элементам), взятых во всем

наблюдаемом объеме мира, что сопоставляется с принципом Маха. Махианская сущность модели подтверждается возможностью вывести эмпирические физические соотношения, известные как космологические совпадения, где связываются постоянные микроскопического и макроскопического уровней, в частности, соотношение между константами электромагнитных и гравитационных взаимодействий.

Хотя бы кратко определим связь развиваемых реляционных и статистических представлений с известными идеями авторов в настоящем и прошлом. Наш подход в философском плане близок к развиваемому подходу Ю.С. Владимировым и его сотрудниками и соавторами, см., например, [5–7]. Реляционные воззрения высказывает физик-теоретик Ли Смолин, писавший в [8]: «В картине мира Лейбница все сущее находится не в пространстве, а погружено в сеть взаимодействий. Эти связи определяют пространство (а не наоборот). ...Я называю революцию в физике XX века *реляционной*. ...Объединение квантовой теории с общей теорией относительности – задача по завершению реляционной революции». Ю.С. Владимиров указывает, что в квантовой механике, в теории суперструн и других теоретических моделях пространство-время, как правило, задается в виде подразумеваемого фона, а в новой теории пространство-время должно быть получено из более фундаментальных представлений. Сейчас наша модель распространена до атомных масштабов. Мы рассматриваем возможность переноса некоторых основных свойств (дополненных новыми) теоретических конструкций пространства и времени на меньшие масштабы. Можно также пытаться использовать аппарат, развитый Ю.С. Владимировым, для перехода на субатомный масштаб. Отметим также общность с реляционными взглядами на сущность пространства и времени, выражаемого, например, в таком суждении Ю.С. Владимирова: «Отношение в геометрии – это не что иное, как *метрика (расстояние)*». Важность концепции дальнего действия проявляется в сходных подходах различных реляционных статистических моделей. Мы подчеркиваем, что в нашем варианте одновременность пространственно-разделенных событий трактуется по-иному, чем принятая в теории относительности: одновременными полагаются события связанные световым лучом, тогда уходят вопросы о пребывании испущенного импульса взаимодействия в запаздывающем или опережающем потенциале. В реляционных подходах Ю.С. Владимирова и нашем предпринимается попытка описывать проявления темной материи, исходя из свойств пространства и времени.

Развивая представления Лейбница и Маха, Барбур и Сидхарт [9–10] фактически тоже выступают с некоторых реляционных позиций в построении теории.

Важные высказывания, соответствующие реляционным представлениям, принадлежат известному математику П.К. Рашевскому. Он, в частности, указывал на связь геометрии и физики (во вводной статье к переведенной книге Гильберта «Основания геометрии» (“Grundlagender Geometrie”)) [11]. Тем самым отмечается и заслуга Гильберта в поиске связи физики и математики. В работе «Основания физики» (“Grundlagender Physik”) [12], где он получил

уравнения поля ОТО, Гильберт подчеркивал, что физические понятия общей теории относительности определил Эйнштейн. Но как математик Гильберт говорит о перспективах общей теории, где физические константы будут найдены математически.

Различные философы и физики указывали на связь пространства и времени и свойств фундаментальных приборов – часов и линеек. Рашевский в своей упомянутой выше статье по сути говорит о том же, отмечая атомарную структуру геометрических приборов. Пуанкаре писал в [13]: «Заниматься геометрией – это значит изучать свойства наших инструментов, то есть свойства твердого тела... свойства времени – только свойства часов». Приведем высказывание Эйнштейна в [14]: «...теорию масштабов и часов следовало бы выводить из решений основных уравнений (учитывая, что эти предметы имеют атомарную структуру и движутся), а не считать ее независимой от них».

Вот некоторые детали реляционной картины, предлагавшиеся разными авторами. Мах вводил инерцию через суммы по далеким звездам с заданным движением. Вейль указал на значимость принципа Маха, обнаружив космологические совпадения между константами микро- и макромира. Бошкович (см. [15]) изучал, пусть в самой первичной форме, варианты дискретной геометрии. Исторически реляционные воззрения на пространство и время восходят к античности. Прежде всего, стоит назвать Платона и Аристотеля. Некоторые высказывания стоиков кажутся конспективными суждениями современных реляционистов, например, Зенон-стоик утверждал: «Время – расстояние движения».

Развитая нами реляционная, статистическая концепция рассматривалась и обсуждалась на протяжении многих лет отражена в публикациях [16–24].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Nelson E.* Derivation of the Schrödinger equation from Newtonian mechanics // *Phys. Review.* – 1966. – V. 150. – P. 1079–1085.
2. *Nelson E.* *Quantum Fluctuations.* – Princeton: NJ: Princeton University Press, 1995.
3. *Zimmerman E.J.* The macroscopic nature of space-time // *American Journal of Physics.* – 1962. – Vol. 30. – P. 97–105.
4. *Chew G.F.* The dubious role of the space-time continuum in microscopic physics // *Science Progress.* – 1963. – Vol. LI. – P. 529–539.
5. *Владимиров Ю.С.* *Метафизика.* – М.: Бином, 2008.
6. *Владимиров Ю.С.* Значение принципа Маха для космологии // *Метафизика.* – 2016. – № 1 (19). – С. 31-45.
7. *Белинский А.В., Владимиров Ю.С.* Реляционно-статистическая природа закономерностей квантовой теории // *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия.* – 2016. – № 1 (14). – С. 32–42.
8. *Смолин Ли.* *Возвращение времени.* – М.: АСТ, 2014.
9. *Barbur J.* *The End of Time.* Oxford University Press. – Oxford, 2000.
10. *Sidharth B.G.* *The Machian Universe.* URL: arXiv:physics/061024v1 [physics.gen-ph].
11. *Рашевский П.К.* *Геометрия и физика* // Предисловие к кн.: Гильберт Д. *Основания геометрии.* – М.-Л.: ОГИЗ ГИТТЛ, 1948.
12. *Гильберт Д.* *Основания физики (первое сообщение)* // Альберт Эйнштейн и теория гравитации. – М.: Мир, 1979. – С. 133–145.

13. *Вяльцев А.Н.* Дискретное пространство-время. – 2-е изд. – М.: КомКнига, 2006.
14. *Пуанкаре А.* Измерение времени // Пуанкаре А. О науке. – М.: Наука, 1990.
15. Бошкович или Боскович Ружер Иосип или Руджеро Джузеппе. URL: http://www.ras.ru/win/db/show_per.asp?P=.id-49650.ln-ru
16. *Аристов В.В.* Статистическая модель часов в физической теории // Доклады РАН. – 1994. – Т. 39. – С. 45–48.
17. *Aristov V.V.* Relative statistical model of clocks and physical properties of time / A.P. Levich ed. On the way to understanding the time phenomenon: the constructions of time in nature science, World Scientific. – Singapore, 1995. – P. 26–45.
18. *Aristov V.V.* On the relational statistical space-time concept // Nature of Time: Geometry, Physics and Perception. R. Bucchery et al. eds. Kluwer Academic Publishers. – Dordrecht, 2003. – P. 221–229.
19. *Аристов В.В.* Реляционное статистическое пространство-время, связь с квантовой механикой и перспективы развития теории // Основания физики и геометрии / ред. Ю.С. Владимиров. – М.: РУДН, 2008. – С. 119–132.
20. *Аристов В.В.* Конструкция реляционного статистического пространства-времени и физическое взаимодействие // На пути понимания феномена времени в естественных науках / ред. А.П. Левич. – М.: Прогресс-Традиция, 2009. – Ч. 3. – С. 176–206.
21. *Aristov V.V.* The gravitational interaction and Riemannian geometry based on the relational statistical space-time concept // Gravitation and Cosmology. – 2011. – Vol. 17. – № 2. – P. 166–169.
22. *Aristov V.V.* Relational statistical space-time for cosmological scales and explanation of physical effects // Theoretical physics and its applications. – Moscow: Moscow State Open University, 2013. – P. 9–14.
23. *Аристов В.В.* Реляционно-статистическая концепция пространства-времени и новые возможности описания // Метафизика. – 2015. – № 1 (15). – С. 25–36.
24. *Aristov V.V.* Relational statistical spacetime: a new approach to description of gravitation // Proc. 12th Asia-Pacific Intern. Conf. Gravitation, Astrophysics and Cosmology. World Scientific. Singapore. – 2016. – P. 218–221.

CONSTRUCTION OF THE RELATIVE STATISTICAL SPACE-TIME MODEL AND NEW PHYSICAL REPRESENTATIONS

V.V. Aristov

Dorodnitsyn Computing Centre of the Russian Academy of Sciences

A relational statistical concept of space and time is proposed, where constructions are constructed that describe the scales from atomic to cosmological. The construction is based on the analysis and formalization of the operations of fundamental physical instruments: watches and rulers. The structures and properties of such instruments represent mathematical methods of describing the physical world. The correspondence between the process of measuring spatial relationships and the configuration of the masses of the elements, as well as the time and the change in the coordinates of the elements, determines the initial relationships. From the new relations, known physical equations are derived. Equations describing both gravitational and quantum effects are obtained. Possible tests to test the theory are discussed.

Keywords: space and time, relational statistical model, fundamental instruments, gravitational and quantum effects.

ВРЕМЯ В КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ

А.Ю. Севальников

Институт философии Российской академии наук

В работе показано, как в квантовой теории работает аристотелевское определение времени как «число движения, по отношению к предыдущему и последующему». Движение понимается расширенно, как акт становления сущего, связанный с актуализацией потенциального. Время выступает как ритм и мера этого становления. Показано, что важную роль в этом определении времени играет реляционное «отношение к предыдущему и последующему». Акт времени при таком понимании тесно связан с прошлым и будущим, что демонстрируют наглядно опыты по проверке «неравенств Леггетта–Гарга».

Ключевые слова: время, метафизика, онтология, квантовая механика, становление, феномен, предгеометрия.

Мы находимся в некотором столетнем цикле, связанном с рождением квантовой механики. Вместе с Миллениумом мы отпраздновали столетие зарождения теории квантов, связанного с работой Планка. Впереди – столетие рождения формализма современной квантовой механики, заложенного работами В. Гейзенберга и Э. Шредингера в 1925–1927 гг. Приходится констатировать, что столетний рубеж, который перешагивает квантовая теория, не принес понимания ее оснований для большинства физиков. Мы хорошо знаем, что о «тайне» квантовой механики говорили Р. Фейнман, Гелл-Манн и ряд других теоретиков.

Мое утверждение состоит в следующем. Да, существует некоторая «тайна» квантовой механики, но она есть, когда вы используете только определенную «оптику». Если вы переходите к другой «оптике», то эта тайна исчезает. Речь идет о философии и метафизике. Наряду с хорошо известной из философии науки «теоретической нагруженности факта» можно говорить о «метафизической обусловленности теории». Каждая теория понимается и интерпретируется в рамках определенных метафизических, философских представлений. И рамки одной философии позволяют схватить и понять некоторый круг явлений, описываемых теорией, а другая философия ставит такому пониманию непреодолимое препятствие.

Современная наука сформировалась в рамках так называемой «декартовской парадигмы». Именно философия Декарта закладывает определенную «оптику», которая дала возможность появиться классической науке, но именно она и не позволяет осмыслить особенности квантовой механики. Я не первый, кто об этом говорит. В свое время об этом писал Гейзенберг, когда критиковал декартовский дуализм и утверждал, что необходимо переосмысливать дуализм «материи мыслящей» и «материи протяженной» и с чем было связано его введение понятия «наблюдателя» в современную физику.

Я утверждаю, что проблема «наблюдателя» не является проблемой квантовой механики. Это не значит, что ее вообще нет, она есть, но связана не с областью квантово-механической, а космологической. Человек занимает особое место в Универсуме, что осмысливается в космологии через «антропный принцип», квантовая же механика занята совершенно другим! Она говорит нечто иное и об ином. Она говорит о материальном и об особом понимании этой материальности. Квантовая теория раскрывает особый способ возникновения наблюдаемого материального мира, где философское понимание движения, реальности и времени выдвигается на первую роль, причем и первое, и второе, и третье тесно связаны друг с другом, существуя в тесном единстве. Впервые об этом говорил Аристотель в связи с его пониманием природы, движения и времени. Об этом значительно позднее говорит Гегель, и я также прирываю к такому способу понимания природного. В этой триаде понятий движение занимает центральное место.

Сразу отметим, что речь идет о философском понимании движения, а не физического, в частности, перемещения, хотя квантовая механика начиналась именно с этого – с проблемы понимания орбитального движения электронов в атоме водорода и их излучения. В 1925 году Гейзенберг понимает, что при таком движении электронам нельзя приписать траектории и даже периода обращения электрона. Именно об этом идет речь в самом первом предложении его ключевой работы «О квантотеоретической интерпретации кинематических и механических соотношений». Год спустя, на коллоквиуме в Берлине, именно об этом идет его спор с Эйнштейном, который оспаривал возможность такого понимания движения квантовых объектов.

Это было началом великого противостояния Эйнштейна с Бором, Гейзенбергом вокруг основ квантовой теории. Эйнштейн после коллоквиума поставил перед Гейзенбергом ряд вопросов, на которые он смог ответить только в 1927 году, после открытия «принципа неопределенности», усилившего позицию Гейзенберга. Из него явно следовало, что квантовый объект при своем движении не может одновременно обладать и координатой, и импульсом.

Спор Эйнштейна с основателями квантовой теории приводит его в конце концов к работе 1935 года, совместной с Подольским и Розеном, в которой был сформулирован известный ЭПР-парадокс. Вывод из этой работы однозначен и он четко формулируется Эйнштейном с сотрудниками. Из работы следует, что «или 1) квантово-механическое описание реальности посредством волновой функции неполно, или 2) когда операторы, соответствующие двум физическим величинам, не коммутируют, эти две величины не могут одновременно быть реальными».

Эйнштейн надеялся, что последующие эксперименты покажут неполноту квантовой механики, но никак «не реальность» квантовых объектов. Все современные эксперименты однозначно показывают, что позиция классического реализма, отстаиваемого Эйнштейном, не работает. Оказывается верной позиция квантового реализма, утверждающего, что до акта наблюдения квантовые объекты существуют иначе!

«Атомы – не вещи»: любил повторять Вернер Гейзенберг. После его смерти был опубликован манускрипт, который был написан им в 1939–

1942 гг. Во втором издании книга получила название «Ordnung der Wirklichkeit», или «Порядок действительности». Касаясь законов квантовой механики, рассматривая фундаментальное понятие состояния, он пишет: «“Состояние” атомарной системы может быть описано с помощью определенных “величин состояния” или “функций состояния”. Эти величины состояния не представляют собой непосредственно процесс или ситуацию в пространстве и времени, они не являются просто местоположением или скоростью частиц, которые характеризуют состояние» [1. S. 82]. Совершенно недвусмысленно утверждается, что «состояние системы», то есть квантово-механический процесс не может представлять собой процесс в пространстве и времени! И написано это было Гейзенбергом не позднее осени 1942 года. Развивая это утверждение, Гейзенберг утверждал позднее, что квантовая механика (КМ) возвращает нас к метафизике Аристотеля. Он даже и не подозревал, насколько был прав. Я просто не вижу иной «философской оптики», в рамках которой могли бы быть «схвачены» и проинтерпретированы все квантовые явления, включая понятие времени.

Кратко суть такого подхода можно свести к следующим утверждениям.

1. КМ описывает существование микрообъектов при помощи волновой функции, которая задает вероятность (возможность) нахождения ее в некотором состоянии. Это некоторое *возможное* состояние. Мы утверждаем и настаиваем, что бытие квантовых объектов отнесено к этому модусу бытия.

2. Этот модус бытия *не связан с пространством и временем!* Как теоретический уровень описания квантовой реальности, так и эмпирический указывают на то, что атомные объекты «не существуют» определенным образом до «наблюдения». Это «не существование» означает простой факт, что «до наблюдения» их бытие связано с иным, до-пространственным «слоем» реальности, что уже очень хорошо понимал А. Эйнштейн и чего он не мог никак принять.

3. Измерение, или то, что называют наблюдением, переводит потенциальное в актуальное. Квантовый объект не существует определенным образом до измерения. С точки зрения традиционной философии это «не существование» и есть потенциальное, меональное, то самое «недобытие», «Noch-nicht-Sein», которое «ждет» своего воплощения, явления. Это и иллюстрирует тезис Уилера утверждавшего, что «никакой квантовый *феномен* не является таковым, пока он не является наблюдаемым (регистрируемым) фотоном».

4. С актуализацией потенциального связано время, причем мы настаиваем, что работает аристотелевское понятие времени. В своей «Физике» он дает следующее определение: «Время, как число движения по отношению к предыдущему и последующему» (Физика, 219b).

Актуализация события дает *явленное, феноменальное. Феномен*, или *явление*, есть актуализация возможности, но возможность не существует сама по себе. Феноменальное является актуализацией чего-то, а именно сущности, заметим, существующей в рамках понимания античной философии *вне времени и до него*, для целей чего и служит возможность. *Осуществленное*,

ставшее в рамках западной метафизики есть *энтелехия*, то есть то *целое*, что получило свое завершение. *Сущностное*, или то, что выходит к *завершению*, описывается необходимым образом в терминах целевой причины. «Выход к завершению» и есть «движение», связанное со временем и «числом».

Есть два аспекта, касающиеся определения аристотелевского понятия времени. Первый касается понимания «числа». Русское слово «число», как и немецкое, английское или латинское нам ничего не скажет о первичных смыслах, вкладываемых в это слово греком. На греческом языке *число* – это «*αριθμός*». В начале стоит *α*-привативное с корнем *ριθμ*, а если точнее, в основе лежит слово *ρυθμός*, означающее ритм, такт (в музыке), стройность, соразмерность, пропорциональность, образ, фигура, вид, способ, лад и др. В основе греческого понимания *времени* лежит не просто число, а ритм, ритмом не являющийся! В основе греческого «*αριθμός*» лежит отрицание, то самое отрицание, утверждающее первичное – в данном случае «ритм» и «стройность» бытия.

Второй связан с тем, что само «число движения» определяется «*по отношению к предыдущему и последующему*». В этом определении входящая сюда относительность времени по отношению «*к предыдущему и последующему*» всегда ускользала от внимания исследователей. Но именно она выдвинулась сейчас на первое место в понимании и осмыслении сущности времени в связи с потрясающими экспериментами с «квантовым ластиком» и опытов по проверке «неравенств Леггетта-Гарга». Самым впечатляющим в них оказывается то, что мы реально наблюдаем, как эксперимент, проведенный в более поздний момент времени в одной точке пространства, может изменить картину в другом месте, полученную в более ранний момент времени. При этом эти две точки пространства-времени связаны таким соотношением, что причинная связь между ними оказывается невозможна!

Здесь не происходит обращения времени, нет нарушения причинности, нет влияния будущего на прошлое и не работает концепция «ретро-причинности», все те конструкции, что уже возникли при попытках интерпретации этих явлений. Мы здесь сталкиваемся с «иным»! Причем в полном смысле этого слова. Если мир есть проявление «иног», а именно таким образом существуют квантовые объекты, о чем писалось выше, то это «иное», существуя вне пространства и времени, может изменять наблюдаемое здесь и сейчас. Если время связано с вне-временным, а это основное наше утверждение, то время, будучи связано с этим «иным», его «чувствует» и отображает его в каждый момент настоящего.

Отметим далее, что такое понимание времени тесно связано с концепцией «квантового времени», восходящей к работам Сета Ллойда (Seth Lloyd). Время в таком подходе возникает в результате «декогеренции» изначального квантового состояния. «Квантовое состояние» задает потенциальное, и «стрела времени» возникает при актуализации потенциального, существующего до обычного пространства и времени. На то, что КМ имеет дело с чем-то «иным», выходящим за рамки обычного пространства-времени кроме Гейзенберга хорошо понимал Луи де Бройль.

Если существует нечто, выходящее за пространство и время, то можно поставить задачу вывода обычных пространственно-временных отношений. Об этом говорил еще в 1930-е годы Л.И. Мандельштам, а позднее – Дж.Ф. Чью, Д. ван Данциг, Е. Дж. Циммерман, писал у нас об этом математик П.К. Рашевский. «Твисторная программа» Р. Пенроуза была первой такой попыткой вывода структуры евклидова пространства. В дальнейшем эта программа была реализована в рамках кватернионной программы А.П. Ефремова и бинарной геометрофизики Ю.С. Владимирова. Остановлюсь только на последней программе, так как в ней удастся непротиворечиво согласовать принципы теории относительности, квантовой механики и представить контуры единой теории взаимодействия частиц. Для целей нашего анализа важным является то, что в бинарной геометрофизике структура единого четырехмерного пространства-времени выводится исходя из некоей «предгеометрии», математическая структура которой описывается комплексными числами.

Краткость тезисов не позволяет развернуть и коснуться множества тем, тут возникающих. В заключение отмечу лишь то, что современная физика на новом витке своего развития возвращается смело к тем самым первичным положениям, что были сформулированы еще в античной философии. Именно греки рассматривали мир как явленное, как феномен, за которым стоит единая и вечная сущность. Время же при таком подходе, как одновременно и пространство, *возникает*, оказывается вторичным по отношению к некоторому иному пласту реальности. Античная философия и современная физика, начало и конец, сошлись в одном важнейшем пункте, это может быть оценено как важное подтверждение того, что современная физика нащупала некие важнейшие положения, которые должны лечь в основание будущей новой науки, которая также имеет все шансы включать в себя, а точнее развертываться, исходя из метафизических положений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Werner Heisenberg. Ordnung der Wirklichkeit.* – München. Piper, 1989.

TIME IN THE QUANTUM THEORY

A.Yu. Sevalnikov

Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences

In the article it is shown how in the quantum theory operates Aristotelian definition of time as “number of the movement, in relation to previous and to the subsequent”. The movement is understood as the act of coming into being of the matter, connected with actualization of potential. Time acts as a rhythm and measure of this coming into being, it is shown what plays an important role in this definition of time it is namely relational “attitude to previous and to the subsequent”. The act of time by such an understanding is closely connected with the past and future that is obvious demonstrated by experiments focused on check of “Leggett-Garg inequalities”.

Keywords: time, metaphysics, ontology, quantum mechanics, coming into being, phenomenon, pregeometry.

МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ ПОСТУЛАТЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ, ОТ КОТОРЫХ СЛЕДУЕТ ОТКАЗАТЬСЯ

В.Э. Терехович

*Институт философии
Санкт-Петербургского государственного университета*

В статье рассмотрены семь метафизических постулатов, лежащих в основаниях современной физики. Это постулаты: о природе пространства-времени, о существовании, о направленности времени, о причинности, об элементарном событии, о природе информации и о неизменности законов. Кратко излагаются направления критического анализа и возможного радикального пересмотра указанных постулатов. Предполагается, что это может косвенно способствовать работе над теорией, обобщающей квантовые явления, гравитацию и эволюцию Вселенной.

Ключевые слова: метафизика, законы физики, пространство, время, причинность.

Одна из фундаментальных задач современной физики – построение теории, описывающей и квантовые явления, и гравитацию, и эволюции Вселенной. Многие физики до сих пор уверены, что это должна быть обобщенная теория поля, для которой уравнения классической релятивистской и квантовой теорий поля стали бы лишь предельными случаями.

Однако, как показывает история физики [1], созданию почти каждой новой фундаментальной теории предшествовал радикальный пересмотр тех или иных метафизических принципов, касающихся природы пространства, времени, сил, дальнего действия, субстанций, причинности, роли наблюдателя и т.д. Можно предположить, что и на этот раз следует ожидать чего-то подобного. Возможно, что для стимулирования работы над обобщающей теорией следует подвергнуть более решительной критике метафизические постулаты, лежащие в основании современной теоретико-полевой парадигмы. Каждый из таких постулатов в свое время сыграл позитивную роль в отказе от метафизических оснований предыдущих теорий. Но очень скоро новые постулаты сами стали своего рода парадигмальным тормозом. Причина кроется во вполне понятном стремлении обобщать онтологию каждой успешной физической теории на метафизические основания всей природы. Часто делается это без должной критики в рамках общепринятой эпистемологической концепции научного реализма.

Метафизический постулат, которым следует пожертвовать в первую очередь, это концепция **гладкого 4-мерного пространства-времени как внешнего заданного фона**, имеющего субстанциональную природу. Г. Минковский применил эту метафизическую идею к объяснению СТО, А. Эйнштейн перенес на ОТО, тем самым включив ее в основание геометрической пара-

дигмы физики. В квантовой теории поля рассматривается поле принципиально другой природы – поле амплитуд вероятностей. Но и оно описывается в категориях заранее заданного субстанционального фона пространства и времени. Таким образом, постулат о субстанциональности пространства-времени лежит в основе всей современной теоретико-полевой парадигмы.

В последние десятилетия возникли два обстоятельства, которые позволяют надеяться на то, что понятие «поля» со временем потеряет онтологическое содержание и останется лишь операциональным инструментом построения частных моделей, каким в свое время стало понятие «силы». Первое обстоятельство связано с большим числом новых квантовых экспериментов, результаты которых: (а) не согласуются с требованием локальности, не только в пространстве, но и во времени [2]; (б) не согласуются с постулатом о жесткой направленности причинно-следственных связей [3]. Второе обстоятельство связано с современными космологическими наблюдениями и теориями, подробно изучающими сингулярности пространства-времени и механизмы деформации его ткани.

Можно ожидать, что в хорошей обобщающей теории само пространство-время (возможно, разные пространства и времена) и его свойства должно возникать как следствие каких-то более фундаментальных процессов, например, эволюции сетей связей (графов) или отношений неких первичных элементов. В этом направлении развиваются теории петлевой квантовой гравитации и реляционная теория пространства-времени Ю.С. Владимирова.

Второй метафизический постулат, от которого следует отказаться, предполагает однозначный ответ на вопрос **о существовании**. Считается, что объект (событие) может или существовать (происходить), или нет. При этом часто уточняют «существовать реально» («происходить реально»), не поясняя, какой добавочный смысл несет слово «реально». Такая двоичная логика, заранее заложенная в вопросах, не позволяет дать адекватного описания физических явлений.

Более перспективным представляется переход на использование двухуровневой модели физического существования в потенциальном и актуальном модусах. Тогда в актуальном модусе существуют отдельные актуальные объекты и происходят отдельные актуальные события; в потенциальном модусе сосуществуют множество возможных состояний и происходит сразу множество возможных событий, несовместимых в актуальном модусе. Вопрос о том, какой из двух модусов фундаментальный, а какой вторичный, требует отдельного изучения. С одной стороны, актуальные состояния и события всегда основаны на множестве потенциальных состояний и событий, с другой стороны, каждое новое актуальное состояние и событие может породить множество новых состояний и событий, но уже в потенциальном модусе. Можно сказать, что каждому модусу соответствует своя сфера реальности, они существуют как бы «параллельно», непрерывно переходя друг в друга.

Язык модели двухмодусного существования имеет давнюю философскую традицию и хорошо разработан в рамках модальной онтологии и мо-

дальной логики. Вместе с тем пара понятий «потенциальное-актуальное» широко используется в физике. Достаточно упомянуть вариационные принципы в различных разделах физики и ряд интерпретаций квантовой механики. Придание легитимности физическому существованию в потенциальном модусе позволило бы достигнуть нескольких целей.

Во-первых, признание особого модуса существования квантовых состояний снимет онтологическую неопределенность вокруг квантовых парадоксов, возникших из-за попыток примирить свойства квантовых систем со свойствами классических явлений. Если на макроскопическом уровне с определенной степенью приближения можно обойтись описанием в терминах актуального существования, то на квантовом уровне уже трудно игнорировать процесс перехода из потенциального модуса в актуальный. Смысл комплексной фазы амплитуды вероятности можно было бы объяснить через ее отношение к потенциальному модусу существования, а смысл математической операции возведения в квадрат модуля амплитуды вероятности – к переходу от потенциального модуса к актуальному.

Во-вторых, можно полнее раскрыть физический смысл математической связи между формализмом Р. Фейнмана для квантовой механики, корпускулярно-волновым дуализмом и вариационными принципами.

В-третьих, концептуально облегчается путь для различных теорий макроскопического пространства-времени. Можно представить, как пространство-время, оставаясь метрическим фоном для объектов и событий исключительно в актуальном модусе существования, само возникает в результате суммирования множества событий (отношений, взаимодействий), происходящих в модусе потенциальном. При этом возникающее актуальное пространство-время вовсе не становится какой-либо субстанцией. Скорее оно становится способом существования и взаимодействия актуальных объектов, основное отличие которых от потенциальных состоит в их уникальности и несовместимости друг с другом. Пространство-время как раз и отражает эту уникальность и несовместимость. Аналогично, и для потенциальных событий можно вводить различные пространства и времена, скорее всего, комплексные, с различной размерностью и топологией. Но и они вовсе не должны быть субстанциями.

Отдельного исследования потребует механизм перехода от множества совместимых потенциальных состояний или событий к уникальным состояниям и событиям в актуальном модусе. В модальной онтологии рассматривались разные варианты. Аристотель считал, что одна из многих возможностей переходит в актуальность. Лейбниц утверждал, что только вся совокупность конкурирующих возможностей суммируется и тем самым образует актуальные вещи. Причем актуализироваться могут только возможности, объединяющие наибольшее число совместимых возможностей, а значит, имеющие максимальное количество сущности. Интересно, что, похожая разница наблюдается и в различных интерпретациях квантовой механики. В. Гейзенберг и В.А. Фок придерживались скорее модели Аристотеля, в то время как

Э. Шредингер, Р. Фейнман, М. Гелл-Манн, Дж. Хартл и другие были ближе к идеям Лейбница.

Дж. Уилер считал, что никакое объяснение не может считаться удовлетворительным, если оно не способно объяснить, как Вселенная возникла из ничего; не из физического вакуума с его флуктуациями и виртуальными частицами, но именно из ничего. Когда не было ни законов, ни частиц, ничего (Курс квантовых измерений 1977–1979 гг.) [4]. Возможно, потенциальный модус существования – это и есть та область, где «из ничего рождается нечто».

Третий метафизический постулат, от которого также придется отказаться, это **сведение времени исключительно к его метрическому аспекту** и игнорирование аспекта, связанного с возникновением и изменением систем. Метрическое время используется при описании 4-мерного пространства-времени в СТО и ОТО, а также в дифференциальных уравнениях классической и квантовой физики. В пространстве Минковского СТО с точки зрения метрического координатного времени расчетная одновременность событий относительна к скорости объектов. А из инвариантности уравнений классической и квантовой физики к знаку метрического времени часто делается вывод о всеобщей обратимости процессов. Эти два обстоятельства в совокупности с постулатом субстанциональности пространства-времени являются основанием для популярной метафизической концепции «блок-вселенной», в которой прошлое, настоящее и будущее онтологически равноценны или равно реальны.

Сторонники этой концепции с легкостью придают метафизический статус чисто операциональным понятиям СТО, таким как «событие», «интервал» и «одновременность». Основным объявляется внешнее координатное время, отражающее взаимное относительное расположение и движение объектов. При этом собственное время объектов, инвариантное к скорости и имеющее совсем другой смысл, рассматривается лишь как предельный случай координатного времени. Формальное отсутствие течения времени для фотонов постулируется без объяснения.

Чтобы как-то объяснить направленность наблюдаемых процессов, сторонники концепции «блок-вселенной» объявляют любое изменение в природе лишь кажущимся феноменом, вызванным принципом причинности и дополнительными условиями (вторым началом термодинамики, расширением Вселенной, редукцией волновой функции). При этом не принимаются в расчет очевидные противоречия «блок-вселенной» ни с космологическими следствиями ОТО, ни с экспериментально подтвержденными следствиями квантовой механики.

Такая сосредоточенность физики на метрическом аспекте времени явно затянулась. Достаточно проанализировать историю философских концепций времени, чтобы обнаружить неизменное разделение времени на два аспекта. Вот лишь некоторые примеры:

- Время как мера изменения и время как число движения (Аристотель).

- Время как мера движения и время как мера изменений сотворенных вещей (Бл. Августин).
- Длительность как атрибут субстанции и время как субъективный способ мыслить (Р. Декарт).
- Истинное математическое время как длительность и относительное, кажущееся время (час, год) как мера продолжительности (И. Ньютон).
- Длительность как атрибут монад и время как способ измерения длительности (Г. Лейбниц).
- Физиологическое время и физическое время (Э. Мах).

Если обобщить смысл двух аспектов времени, то метрическое время используется для синхронизации событий, определения их порядка и измерения интервалов между ними. Метрическое время как внешний и относительный аспект времени обычно привязывается к доступным эталонам периодических процессов. Время развития существования используется как мера изменчивости сложных систем, соответственно, это внутренний и абсолютный аспект времени. Оно может привязываться к изменению сложности, неопределенности, вероятности, устойчивости, информации, знанию и т.д.

Раздельный анализ двух аспектов времени может оказаться полезным в нескольких случаях. Например, язык времени развития может быть использован там, где метрическое время или отсутствует, или используется вынужденно и без всякого физического содержания: для безмассовых частиц; для уравнений Вселенной как целого, для запутанных квантовых частиц; для перехода квантовой суперпозиции в смешанное состояние, а затем к наблюдаемому; для фазовых переходов; для бифуркаций в сложных системах и т.д.

С учетом введения двух модусов существования, возможно, придется ввести третий аспект времени:

- (1) Метрическое время как мера актуального взаимного положения и взаимного движения в 3-пространстве.
- (2) Время возникновения и изменения актуальных состояний как мера перехода из потенциального модуса существования в актуальный.
- (3) Время изменения самих потенциальных состояний.

Последний аспект времени не имеет отношения к времени в уравнениях КМ и КТП (там используются первые два аспекта времени). Пока мы можем только предполагать, что этот третий аспект времени существует, но как его измерить неясно, ведь все наши инструменты и эталоны – актуальные.

Можно также надеяться, что временной аспект развития поможет объяснить совпадение направлений различных «стрел времени»: термодинамической, космологической, электромагнитной и психологической. Здесь возможно всего несколько вариантов. Источником времени развития может являться или 2-е начало термодинамики вместе с эволюцией Вселенной, или принцип причинности, или особенности нашего восприятия, или что другое, пока нам неизвестное.

Четвертый метафизический постулат, от которого давно пора отказаться, заключается в абсолютизации **физического принципа причинности**. В соответствии с философским принципом причинности все события связаны

друг с другом так, что каждое событие имеет основание для существования и одновременно является основанием других событий. Проще говоря, без причины ничего не происходит. Но в этом принципе не указывается ни количество причин, ни их свойства. В нем нет пространственно-временных ограничений. Нет требования локальности – непосредственного контакта причин и следствий в каком-то пространстве. Нет универсального направления причинных связей и требования последовательности в каком-то времени: основания могут быть как в прошлом, так и в будущем. Связь причин и следствий не обязана быть однозначной и повторяемой. Более того, этот принцип не выводится прямо из опыта, это чисто метафизический принцип.

Поскольку таким общим принципом неудобно пользоваться в познании физических явлений, на него обычно налагают ряд ограничений и в результате получают физический принцип причинности. Его простейшая классическая форма звучит так: состояние объекта и законы физики в момент t_1 однозначно определяют состояние объекта в момент t_2 . А. Эйнштейн полагал, что принцип причинности именно в такой форме лежит в основании СТО и ОТО.

Важно подчеркнуть, что ни в философском, ни в физическом принципах причинности наличие необходимых отношений между событиями не содержит прямого указания на то, какое из событий считать причиной, а какое – следствием. Вероятностный и процессный критерии разделения причин и следствий не являются достаточно надежными. А связь направления причинности со стрелой времени не решает проблемы, поскольку, как было сказано выше, направление потока времени само чаще всего объясняется через направление причинно-следственных связей. Для согласования формул с наблюдением, утверждения о том, что считать причиной, а что следствием обычно включаются непосредственно в формулировки физических законов. Направление времени предполагается совпадающим с общим для людей порядком психологических восприятий. Таким образом, формула «причина всегда предшествует следствию во времени» основана на конвенции.

По-настоящему метафизическое (а не феноменологическое) разделение причины и следствия требует введения понятия активного агента, обладающего внутренней активностью или потенциальной способностью действовать. Только так можно объяснить направленность отдельных событий, складывающихся в процессы. Только так можно объяснить возникновение нового, в частности возникновение и непрерывное усложнение материи. Спонтанных флуктуаций какого-то поля или спонтанного усложнения систем здесь явно недостаточно. Все это позволит приблизиться к главному вопросу метафизики, сформулированному Г. Лейбницем, – «почему существует нечто, а ни ничто?».

Используя двухмодусную модель существования, можно предположить, что активность объектов выражается в их стремлении реализовать имеющиеся у них возможности в актуальное существование в 4-мерном пространстве-времени. Похожая гипотеза была сформулирована Г. Лейбницем в формуле: «все возможное стремится к существованию» [4].

Пятый метафизический постулат, который следует пересмотреть, относится к **пониманию элементарного события**. Имеется в виду не событие в СТО – точка в пространстве Минковского, которая описывается четырьмя координатами. Подобное представление опирается на метафизическую идею бесконечной сходимости к точке и бесконечной делимости пространства и времени, унаследованной от аналитической геометрии Декарта и интегрального и дифференциального исчисления Ньютона, Даламбера и Лагранжа (Лейбниц опирался на другую метафизическую идею).

Под физическим событием обычно подразумевается динамический переход из одного состояния в другое за небольшой (достаточный, чтобы им можно пренебречь), но конечный промежуток времени. Такое событие – лишь небольшая часть физического процесса, где временем уже нельзя пренебрегать. Со времен Зенона Элейского существует проблема непрерывности пространства и времени или проблема минимального движения как перехода из одного состояния в другое. Каков минимальный интервал времени между ними? И какой метафизический статус имеет переход?

Использование двух модусов существования может помочь и в этой проблеме. С одной стороны, можно опираться на достижения философии (и снова Аристотеля и Лейбница), с другой стороны, можно использовать метод Р. Фейнмана для квантовой механики, когда для вычисления вероятности актуального события суммируются амплитуды вероятностей всех возможных переходов из одного состояния в другое. При этом необязательно вычислять эволюцию волновой функции, достаточно знать правило сложения (интерференции) потенциальных историй (переходов), а результат сложения возвести в квадрат. Тогда этот метод не просто математический трюк, а отражение того, что в действительности происходит.

Есть еще как минимум два метафизических постулата, требующих пересмотра. Постулат о том, что **информация связана исключительно с человеческим знанием**. Отсюда берут истоки различные интерпретации квантовой механики об особой роли наблюдателя в возникновении наблюдаемых состояний. И наконец, пожалуй, самый устойчивый метафизический постулат, лежащий в основаниях физики, свидетельствует о неизменности **фундаментальных физических законов**. Если не только материя, но и пространство-время, и Вселенная в целом возникают и развиваются, то почему законы также не могут возникать и изменяться вместе с эволюцией Вселенной?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Эйнштейн А., Инфельд Л.* Эволюция физики. – М., 2001.
2. *Ma X., Kofler J., Zeilinger A.* Delayed-choice gedanken experiments and their realizations // *Reviews of Modern Physics*. – 2016. – Vol. 88 (1). – P. 015005.
3. *Brukner Č.* Quantum causality // *Nature Physics*. 2014. – Vol. 10 (4). – P. 259-263.
4. *Misner C.W., Thorne K.S., Zurek W.H.* John Wheeler, relativity, and quantum information // *Physics Today*. – 2009. – Vol. 62. (4). – P. 40-46.
5. *Лейбниц Г.В.* Сочинения: в 4 т. – М., 1982. – Т. 1. – С. 235–284.

THE METAPHYSICAL POSTULATES OF MODERN PHYSICS, WHICH SHOULD BE ABANDONED

V.E. Terekhovich

Institute of Philosophy, St. Petersburg State University

In the article, I consider seven metaphysical postulates that lie in the foundations of modern physics. These are postulates: about the nature of space-time, about the existence, about the direction of time, about the causality, about the elementary event, about the nature of information and about the immutability of laws. The directions of critical analysis and possible radical revision of these postulates are briefly presented. It is supposed that this revision can indirectly contribute to the development of a theory that will be able to generalize quantum phenomena, gravity and the evolution of the universe.

Keywords: metaphysics, laws of physics, space, time, causality.

ОСНОВАНИЯ ФИЗИКИ И ТЕОРИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ОТНОШЕНИЙ

В.А. Панчелюга

Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН

Настоящая статья дает краткое изложение основ теории элементарных отношений и показывает ее связь с базовыми понятиями физики. Анализируются основные категории, связанные с понятием отношения. Вводится понятие полярности, позволяющее с единых позиций рассматривать различные типы элементарных отношений, а также понятие компенсированного состояния, дающего основу для развития многополярной теории качества и позволяющего многополярные обобщения основных физических категорий.

Ключевые слова: отношение, элементарное отношение, связь, качество, целостность, система, взаимодействие, полярность, многополярные отношения, принцип компенсации.

Введение

Существуют многочисленные работы, анализирующие базовые категории, лежащие в основании физики. В качестве примера можно привести работу [1], в которой в качестве такой базовой категории выделяются отношения и говорится, что «...вся физика имеет дело не с чем иным, как с различными отношениями между физическими объектами...» [1. С. 7]. Отмечается реляционный характер пространства-времени, утверждается, что «...роль отношений (и вообще реляционного подхода) еще более возрастает в квантовой физике» [2. С. 158]. Таким образом, можно показать, что в основе базовых физических категорий (пространство-время, частицы, взаимодействия) [3] лежит понятие «отношения». Можно также отметить связь базовых физических категорий [3] с категориями «вещи» – «свойства» – «отношения» – наиболее общими философскими категориями [4–6].

В силу большой общности понятия «отношения» и его «встроенности» в базовые физические категории представляет несомненный интерес рассмотрение элементарных, то есть неразложимых на более простые отношений.

Основы теории элементарных отношений. Бинарные отношения

Говоря о задаче исследования возможных типов элементарных отношений, мы хотим особо отметить, что, в отличие от существующих теорий отношений, рассматривающих, как правило, *системы отношений*, речь будет идти именно об *элементарных отношениях*. Различные аспекты теории элементарных отношений были рассмотрены в работах [7–9].

Как правило, отношения чаще всего определяются как множество упорядоченных пар [10], а существующие теории отношений [6] концентрируют внимание на таких свойствах отношения, как рефлексивность, симметрия,

транзитивность и др., неявно предполагая, что отношения всегда являются бинарными, то есть такими, которые могут быть охарактеризованы наличием двух противоположностей.

Действительно, этот случай является наиболее распространенным и его можно проиллюстрировать многочисленными примерами: в математике – это прямые и обратные операции; в физических системах – полярные зарядовые состояния, два возможных направления тока в проводнике и направления движения вдоль траектории физической системы; в химии – анализ и синтез химических веществ, ассоциация и диссоциация; в биологии – ассимиляция и диссимиляция, наследственность и изменчивость, жизнь и смерть, здоровье и болезнь; в физиологии высшей нервной деятельности – возбуждение и торможение; в лингвистике – бинарные оппозиции на уровне фонем, лексем, морфов, страдательный и действительный залог, совершенное и несовершенное время и т.д. Подобные перечисления можно продолжать до бесконечности, и в любой области науки существует множество работ, выявляющих полярный характер явлений, теорий и т.д.

При этом важно отметить, что рассмотренные выше противоположности имеют диалектический характер и представляют собой «взаимодействие противоположных, взаимоисключающих сторон качества, которые вместе с тем находятся во внутреннем единстве и взаимопроникновении» [11]. Характерной особенностью данных противоположностей является то, что, будучи полярными проявлениями качества, они в то же время неразрывно связаны, едины, немыслимы друг без друга. Подобные противоположности в дальнейшем будем называть *полярными атрибутами* (ПА), а по количеству ПА будем называть такие состояния двухполярными.

Конкретизируем понятие элементарного отношения. Для этого рассмотрим два произвольных, целостных объекта, между которыми существует элементарная связь. Наличие связи означает, что изменения свойств одного из объектов приводит к изменению свойств другого. Очевидно, что подобное изменение возможно в случае, когда между ними присутствует какое-либо взаимодействие. Таким образом, утверждения, что между объектами существует связь и что между ними существует взаимодействие, оказываются синонимичными. Поэтому мы можем рассматривать взаимодействие как онтологический аспект связи.

Вместе с тем понятие «связь» также синонимично понятию «отношение». При этом обычно отмечается, что «...любая связь есть отношение, но не всякое отношение есть связь» [6. С. 286], то есть отношение является более общим понятием: оно может характеризовать логический аспект связи, будучи в силу этого связанным с соответствующим взаимодействием, или же быть чисто логическим, характеризуя соотношенность неких мыслимых объектов. В силу предположения о наличии онтологического аспекта у рассматриваемой нами связи случай «не всякое отношение есть связь» автоматически исключается из рассмотрения.

Очевидно, что связь между объектами неотделима от них самих. Следовательно, определенные особенности объектов будут определять возможные

для них типы элементарных связей. Поэтому задаче нахождения базовых принципов, основывающих общую теорию отношений, должно предшествовать определение того, чем должны быть объекты, составляющие исследуемую нами систему.

Рассматриваемые нами объекты связаны. Говоря о связи, необходимо отметить, что она возможна только между различающимися вещами. Поэтому утверждение о существовании связи влечет за собой вывод о различии объектов. Но, как известно, «способность вещей, явлений, событий отличаться от всех других вещей, явлений, событий называется качеством» [12. С. 31]. Таким образом, исходя из факта существования рассматриваемых объектов и существования между ними связи, мы можем говорить о составляющих исследуемую систему объектах как о качествах [12–16].

Связь между рассматриваемыми нами объектами – элементарная. Требование элементарности связи тождественно требованию отсутствия частей, структуры, другими словами, неделимости объектов. Действительно, предположим, что рассматриваемые объекты имеют структуру, то есть в них можно выделить части. В таком случае связь между объектами может мыслиться как состоящая из связей между частями каждого из них. В этом случае вместо элементарной связи мы будем иметь систему связей. В то же время неделимость – определяющее свойство целостности [17]. Действительно, об объекте можно говорить как о целостном, только если он является неделимым, атомарным, лишенным частей. Таким образом, категории качества и целостности являются тесно связанными. Следовательно, рассматриваемая нами система состоит из двух связанных целостных объектов, имеющих характер полярных, взаимоисключающих качеств. В силу их целостности, а следовательно, – атомарности, связь между ними элементарная.

Рассмотрим некоторые примеры. По аналогии с рассмотренным выше двухполярным, можно говорить о трехполярном отношении, характеризующемся наличием трех полярных атрибутов. Атрибуты трехполярного отношения можно изобразить, как показано на рис. 1. Здесь три круга обозначают его полярные атрибуты, а связывающий их треугольник – связь между ними.

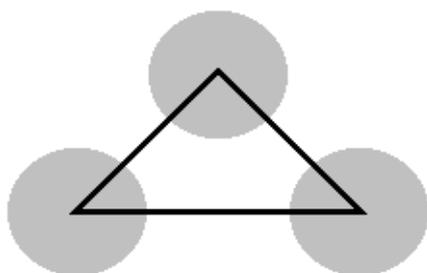


Рис. 1. Полярные атрибуты трехполярного качества

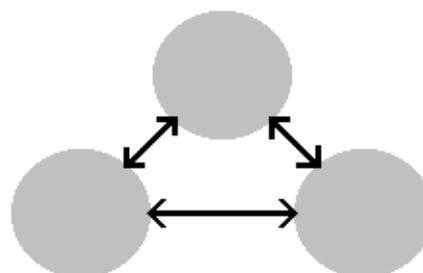


Рис. 2. Система из трех двухполярных качеств

Трехполярное отношение, показанное на рис. 1 в виде темного треугольника, не нужно путать со случаем системы, состоящей из трех двухполярных отношений, отраженной на рис. 2. Тогда как на рис. 1 показан целостный,

неделимый, бесструктурный объект, то система на рис. 2 имеет структуру и, соответственно, в ней могут быть выделены части или подсистемы.

Примером полярных атрибутов 3-полярного отношения могут служить три основных цвета – красный, синий и зеленый в цветоведении. Каждый из полярных атрибутов на рис. 3 соответствует одному из этих цветов. В зависимости от состояния связи между ними качество «цвет» для внешнего наблюдателя будет проявлять себя как один из цветов цветового спектра. Также существует бесцветное состояние, в котором качество «цвет» не проявлено.

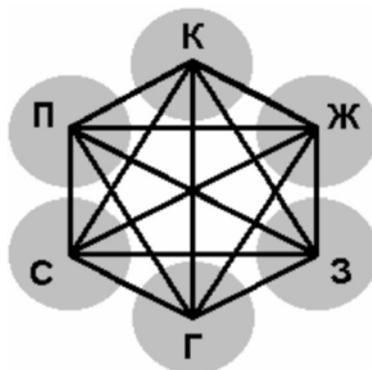


Рис. 3. Полярные атрибуты шестиполярного качества

Третьим, хорошо известным примером, которым мы хотим проиллюстрировать понятие полярных атрибутов, является взаимосвязь между шестью цветами: красным (К), синим (С), зеленым (З), голубым (Г), желтым (Ж) и пурпурным (П) (рис. 3). Данные цвета можно рассматривать как пример полярных атрибутов шестиполярного качества. Аналогично предыдущему примеру, в зависимости от связи между ПА 6-полярного качества, оно будет проявлять себя как один из цветов. Также для данного качества существует «нейтральное», бесцветное состояние.

Но, в отличие от двух предыдущих примеров, из цветов, являющихся полярными атрибутами 6-полярного качества, можно составить не одну, а следующие бесцветные комбинации: (КСЗГЖП), (КСЗ), (ЖГП), (КГ), (СЖ), (ЗП), каждая из которых соответствует одному из циклов полного графа, показанного на рис. 3.

Принцип компенсации

Можно заметить характерную особенность рассмотренных отношений: при определенных условиях их полярные атрибуты могут образовывать так называемое компенсированное состояние (КС), то есть такое состояние, в котором отсутствуют любые их проявления. Понятие компенсированного состояния позволяет дать строгое определение полярности как минимального числа полярных атрибутов, необходимого для достижения КС. Понятия полярных атрибутов, КС и полярности являются базовыми понятиями развиваемой здесь теории элементарных отношений.

Исходя из понятия КС сформулируем принцип, являющийся основой развиваемой в настоящей работе теории качества: *любое качество стремится к достижению компенсированного состояния*. Данный принцип, который мы называем *принципом компенсации* (ПК), постулирует, что естественным состоянием для любого качества является КС и внутренняя природа качества такова, что оно всегда стремится достичь этого состояния, то есть стремится минимизировать любые свои внешние проявления.

Понятие КС позволяет дать строгое определение рассмотренной выше полярности качества: полярностью качества называется минимальное число полярных атрибутов, необходимых для достижения компенсированного состояния. Важно отметить, что полярность есть именно минимальное количество полярных атрибутов, необходимых для достижения компенсированного состояния. Если число полярных атрибутов меньше полярности качества, то компенсированное состояние не может быть достигнуто.

Так, например, качество «электрический заряд» имеет полярность P , равную двум, так как для него КС достигается наличием двух полярных атрибутов: e^+ и e^- . Очевидно, что присутствие только одного из них никогда не даст компенсированного, нейтрального состояния. Во втором примере $P=3$, и, соответственно, КС достижимо в случае присутствия трех основных цветов, любые два из них дадут некомпенсированное, окрашенное состояние. То же и для случая $P=6$.

Поляризация

Изолированное качество, согласно ПК, находится в КС. Введем понятие поляризации: *поляризацией называется любой процесс, выводящий качество из состояния компенсации*. Поляризация дает возможность говорить о компенсированном состоянии как о состоянии с нулевой поляризацией. Поэтому ПК может быть сформулирован следующим образом: *любое качество стремится к состоянию с нулевой поляризацией*.

Поляризованное качество, согласно ПК, стремится вернуться в состояние с нулевой поляризацией. По отношению к вызывающему поляризацию окружению это тождественно возникновению сил, стремящихся скомпенсировать внешнее поляризующее воздействие. Таким образом, нарушение КС приводит к возникновению силового взаимодействия. Отсюда следует важный вывод: КС качества связано с концепцией взаимодействия. При этом понятие КС является первичным по отношению к понятию взаимодействия: тип взаимодействия будет зависеть от типа компенсированного состояния.

Предположим, что в качестве поляризующего окружения выступает другое качество. Тогда условием их взаимной поляризации должно быть наличие одинаковых КС у каждого из качеств. Поэтому двухполярное качество не может быть поляризовано при помощи трехполярного в силу различия их КС.

Заключение

Важным выводом из вышесказанного является то, что динамика, «развертывание», свойств двухполярного качества неизменно приводит к появлению множества линейных шкал. Так, результат любого измерения, как процесса сравнения двух качественно однородных величин, одна из которых имеет эталонное количество, выражается при помощи полярной пары «больше-меньше» и является двухполярным, что обуславливает двухполярный характер измерительной базы современного естествознания.

Процедура упорядочения произвольных величин, количеств, как правило, основанная на полярной паре «больше-меньше», лежит в основе формирования числового ряда – множества действительных чисел. Расширение понятия числа на гиперкомплексные числовые системы основано на суперпозиции двухполярных действительных числовых осей, что в конечном итоге приводит к числовым системам, которые также двухполярны.

В силу сказанного, по нашему мнению, понятия «классический» и «двухполярный» в большинстве случаев могут рассматриваться как синонимы. И когда мы говорим, что с уменьшением размеров объекта мы, с определенного момента, должны учитывать квантово-механические закономерности, то дело здесь, очевидно, не в размере, а в том, что объекты микромира качественно отличаются от макрообъектов – их существование связано с другими, не-двухполярными типами отношений. Если классический, двухполярный объект бесконечно уменьшать в размерах, то это не приведет к появлению у него новых свойств.

В заключение нам хотелось бы обратить внимание на важный для нашего рассмотрения факт, что границы человеческого восприятия определяются логической структурой субъект-объектного отношения, через призму которого преломляется восприятие, мышление личности. Данный факт можно рассматривать как существование некоторого двухполярного фильтра, ограничивающего возможности прямого восприятия только двухполярными качествами.

В контексте многополярной действительности двухполярная приборная база современного естествознания, двухполярность математических и физических моделей и, наконец, двухполярность сознания приводят к тому, что любой процесс, явление, для того чтобы быть воспринятыми, измеренными, должны быть «спроецированы» на тот или иной двухполярный процесс, понятие или логическую конструкцию.

Из всего вышесказанного о двухполярном качестве следует его чрезвычайная важность, выделенность как в окружающей нас действительности, так и во всех аспектах человеческой практики. Но эта выделенность не должна умалять значение других типов отношений, к рассмотрению которых мы переходим.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаков Ю.И., Владимиров Ю.С., Карнаухов А.В. Введение в теорию физических структур и бинарную геометрофизику. – М.: Изд-во «Архимед», 1992.

2. *Владимиров Ю.С.* Реляционные основания физики и метафизика // *Метафизика. Век XXI. Альманах. Вып. 2.* – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2007. – С. 150–204.
3. *Владимиров Ю.С.* Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. – Ч. 2: Теория физических взаимодействий. – М.: МГУ, 1998.
4. *Райбекас А.Я.* Вещь, свойство, отношение как философские категории. – Томск: ТГУ, 1977.
5. *Рыбалко В.К.* Становление диалектической концепции «вещь-свойство-отношение». – Харьков: Основа, 1991.
6. *Уемов А.И.* Вещи, свойства и отношения. – М., 1962.
7. *Панчелюга В.А., Добровольская Л.В.* Основы общесистемной модели качества // *Деп. в ВИНТИ*, 28.12.2000, № 3302-В00 – 43 с.
8. *Панчелюга В.А.* Генезис числовых систем и общая теория отношений // *Международная научная конференция «Число, время, относительность»*. Москва, 10–13 августа 2004 г. – С. 76–78.
9. *Панчелюга В.А.* Основы теории элементарных отношений // *Гиперкомплексные числа в геометрии и физике.* – 2009. – № 2 (12). – Т. 6. – С. 176–195.
10. *The Encyclopedia of Philosophy. V. 5 / ed. Paul Edwards. The Macmillan Company & The Free Press.* – N.-Y., 1967.
11. *Философский энциклопедический словарь.* – М.: Советская энциклопедия, 1989.
12. *Ахлибинский Б.В., Храленко Н.И.* Теория качества в науке и практике. – Л.: ЛГУ, 1989.
13. *Кравченко Л.Г.* Проблема качества в философии: историко-методологический очерк. – Минск: Наука и техника, 1971.
14. *Дмитриев Ю.Я.* Категории качества, количества и меры в историко-философском процессе: Генезис, закономерности развития, функции. – М.: Наука, 1995.
15. *Хайдаров И.М., Калачинова Б.Д.* Диалектика развития системности качества. – Ташкент: Изд-во «Фан» УзССР, 1990.
16. *Саркисян С.Д.* Проблема свойства (теория свойства). – Ереван: Изд-во Ереванского ун-та, 1978.
17. *Блауберг И.В.* Проблема целостности и системный подход. – М.: Эдиториал УРСС, 1997.

BASES OF PHYSICS AND THE THEORY OF ELEMENTARY RELATIONS

V.A. Panchelyuga

*Institute of Theoretical and Experimental Biophysics
of Russian Academy of Sciences*

Short reviews of elementary relations theory are given and interrelations of the theory with fundamentals of physics are shown. Basic categories related to notions of relation are analyzed. Notion of polarity allowing consideration of different types of elementary relations are introduced. Polarity together with notion of compensated state give a basis for developing of multipolar quality theory.

Keywords: relation, elementary relation, quality, wholeness, system, interaction, polarity, multipolar relations, principle of compensations.

В ПОИСКАХ МОНИСТИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ

В.Ф. Панов, Е.В. Кувшинова

Пермский государственный национальный исследовательский университет

Совершена попытка разграничить понятия отражения и отображения применительно к физике. Отмечены перспективные задачи в трех дуалистических метафизических парадигмах. Например, в реляционной физике целесообразно исследовать возможность управления гравитацией за счет электромагнитного поля. В теоретико-полевого подходе нужно исследовать возможность разработки калибровочной теории времени. Сделана гипотеза, что всё развитие Вселенной идет из монистической Суперкатегории, из неё образуются пространство – время и «вакуумозфир», и далее из «вакуумозфира» рождаются частицы и поля. Высказана гипотеза о дофизической реальности.

Ключевые слова: отражение, отображение, Вселенная, суперструны, метафизические категории, парадигмы, теоретико-полевого понимание, геометрическое миропонимание, реляционное миропонимание, дофизическая реальность.

Введение

Когда говорят об отражении одного объекта на другой, то в математике обычно понимается взаимоднозначное соответствие «элементов» одного объекта и «элементов» другого объекта. Когда в математике говорят об отображении одного объекта на другой, не предполагается «взаимоднозначность» соответствия: одному элементу одного объекта может соответствовать множество элементов другого объекта. Можно говорить об отражении объектов классической физики в нашем сознании: они воспринимаются нашими органами чувств. А вот электрон мы наглядно представить не можем, поэтому лучше говорить об «отображении электрона» на наше сознание.

Современная физика немыслима без использования сложного математического аппарата, применяемого для описания фундаментальных свойств пространства, времени и движения материи. Отметим монографию Баксанского [1], посвященную исследованию взаимоотношения физики и математики, которое является ключевым для понимания проблемы адекватности отражения (или отображения) физикой явлений, свойств и законов материального мира. Природа – исходная предпосылка познания в целом, в том числе и математического. Именно окружающим миром обусловлены онтологические основания математического познания. Положительная роль математики в решении проблем физики заключается в соответствии математических результатов физическим экспериментам, а это обусловлено тем, что математические понятия и теории создаются на основе абстракции от объектов и явлений действительности. Классическая теория Ньютона описывает не только земные

явления, но и движение астрономических объектов, однако она оказалась неприменимой для описания всей Вселенной. Таким образом, имеется предел отражения природы в рамках ньютоновской картины мира. На основе уравнений общей теории относительности Фридман построил модель расширяющейся Вселенной, которая была подтверждена астрономическими наблюдениями Хаббла. Таким образом, можно сказать, что природа и Вселенная отражаются в классических физических теориях.

Самым перспективным кандидатом на единую теорию сейчас является теория суперструн [2]. Суперструны позволяют представить любую частицу, наблюдаемую во Вселенной. Однако неизвестно, существуют ли суперструны в природе? Возможно, суперструны – это подходящий математический аппарат, который позволяет отобразить известные свойства частиц в физической теории. И, может быть, в будущем будут найдены новые свойства частиц, которые не описывает теория струн. А самих суперструн в природе может и не существовать. И тогда мы будем иметь в теории суперструн частичное отображение физической реальности. Для того чтобы получить новые физические результаты, нужно для новых физических идей и принципов подобрать адекватный математический аппарат.

Анализ показывает, что в фундаментальной теоретической физике XX века центральное место занимало рассмотрение природы и свойств трех физических (метафизических) категорий, лежащих в основании всех развивавшихся теорий и программ: пространства-времени, частиц и полей – переносчиков взаимодействий. Единое физическое мироздание может быть представлено [3] в виде куба, построенного на трех осях, соответствующих метафизическим категориям триалистической парадигмы. Одна из вершин куба выбрана в качестве начала координатных осей, олицетворяющих три категории: по вертикали – категория пространства-времени, по горизонтали вправо – категория полей переносчиков взаимодействий и вперед направлена ось, соответствующая категории частиц.

Физические теории триалистической парадигмы, очевидно, описывают мироздание через проекции на оси – ребра куба. Можно выделить три дуалистические метафизические парадигмы: теоретико-полевое миропонимание, геометрическое миропонимание и реляционное миропонимание [3]. Совместное рассмотрение физических теорий (программ) в рамках различных парадигм позволило сформулировать ряд ключевых метафизических принципов [3]. Особо выделим принцип дополнительности, согласно которому различные дуалистические метафизические парадигмы не противоречат, а дополняют друг друга. Наиболее полное представление о физической реальности можно получить, лишь умея на неё смотреть с позиций всех трех дуалистических метафизических парадигм. На наш взгляд, следует расширить этот принцип до уровня субстанциально-реляционной относительности – дополнительности при описании физической реальности. Кроме того, мы не считаем, что построение единой теории – единственная стратегическая задача фундаментальной физики, а есть и другие стратегические задачи, решение которых определит её развитие.

Перспективы реляционной физики

Реляционное миропонимание (реляционная метафизическая парадигма) опирается на реляционное понимание природы пространства-времени и на описание взаимодействий в рамках концепции дальнего действия. В рамках последовательного реляционного миропонимания следует опираться на две обобщенные категории: 1) на пространственно-временные отношения между событиями, заменяющими первичные категории пространства-времени и частиц, и 2) на обобщенную категорию токовых отношений, заменяющую категорию полей – переносчиков взаимодействий [4]. В этой парадигме пространство-время следует понимать как абстракцию от системы отношений между событиями (материальными объектами). Данный подход в полной мере не исследован, но, на наш взгляд, перспективен. Отметим, что реляционный подход получил достаточно вескую опору не только в идеологическом, но и в математическом плане благодаря разработанной Кулаковым теорией физических структур (теории систем отношений), претендующей на общеподлинное звучание [4]. В реляционной физике также используется принцип Маха, под которым в широком смысле следует понимать идею об обусловленности локальных свойств частиц закономерностями и распределением всей материи мира, то есть глобальными свойствами Вселенной.

Укажем сейчас основные, на наш взгляд, направления развития реляционной физики. Современная формулировка квантовой теории в принципиальном плане нуждается в использовании понятий классической физики: как классического пространственно-временного фона, так и понятия макроприбора. В этом отношении она отличается, например, от теории относительности, которая целиком опирается на свой собственный набор понятий и принципов. Формулировка квантовой механики на основе бинарных систем комплексных отношений исправляет этот недостаток, – квантовую теорию теперь можно развивать на основе своей собственной системы понятий, не нуждающихся в использовании классических представлений [5]. Таким образом, открывается возможность решения основной задачи – вывода классических пространственно-временных представлений из более элементарных понятий и закономерностей, адекватно описывающих свойства микромира [5]. Квантовую теорию более естественно строить на базе бинарной геометрии.

Особый интерес представляет взгляд на природу гравитации со стороны реляционной парадигмы, где гравитационное взаимодействие выступает в виде своеобразного квадрата электромагнитных взаимодействий [4]. Гравитация оказывается вторичным видом взаимодействия. (Это согласуется с идеей Сахарова об индуцированной природе гравитации, предложенной на основе понятия вакуума.) Если гравитация обусловлена электромагнитным взаимодействием, то важно выяснить, нельзя ли, изменяя электромагнитное поле (при учете принципа Маха), управлять гравитацией? Учитывая, что в реляционной физике пространственно-временные отношения между событиями заменяют первичные категории пространства-времени и частиц, важно

выяснить, не может ли движущийся материальный объект, окруженный электромагнитным полем, «реляционно изменять» расстояния до других объектов?

Укажем наконец, что в рамках реляционной парадигмы уже найдено достаточно богатое обобщение унарных систем отношений в виде бинарных систем отношений, которое может выполнить роль бинарной предгеометрии, являющейся математическим аппаратом искомой триединой метафизической парадигмы [4].

Перспективы теоретико-полевого и геометрического миропониманий

Создание квантовой теории сыграло важную роль в развитии физики и метафизики. Был вскрыт теоретико-полевого вариант дуалистической метафизической парадигмы, и этот вариант доминировал в течение почти всего XX века. Геометрическое миропонимание означает специфическую трактовку многих привычных физических понятий на геометрическом языке.

Прежде всего, следует исследовать идею Буринского, что слабость гравитации – это иллюзия, скрывающая путь к объединению гравитации с физикой частиц [6]. Далее, в работе [7] представлены основы теории, которая усложняет понятие времени, связывая неоднородность времени с особым типом калибровочного поля. Эта теория вызвала критику в связи с её отношением к калибровочной теории гравитации. Тем не менее остается вопрос – можно ли построить калибровочную теорию времени? Интересно также разработать теорию индуцирования гравитации электромагнитным полем с учетом симметричной по времени электродинамики [8].

В современной квантовой космологии рассматривается рождение Вселенной из ничего. С этой стороны полезно развивать геометрофизику. Если считать, что Вселенная эволюционировала, то и о «кубе физического мироздания» можно говорить только после рождения Вселенной [9]. Мы являемся сторонниками эволюционной (развивающейся) Вселенной [10]. На наш взгляд, Вселенная родилась из монистической Суперкатегории («метафизического прасгустка», в котором частицы, поля, пространство-время были слиты воедино). Разделение Суперкатегории на «вакуумоэфир» и пространство-время состоялось в результате некоторого первичного фазового перехода, что и дало начало эволюции Вселенной [10]. Из «вакуумоэфира» произошло рождение частиц и полей. Существование гипотетической категории – «вакуумоэфира», на наш взгляд, подтверждают эксперименты по воздействию нашим генератором (созданным на основе электромагнитного излучателя) на расплавы металлов [11]. «Вакуумоэфир» – это более сложный физический объект, чем физический вакуум в квантовой теории поля. Вопрос, – могут ли в качестве Суперкатегории выступить «праспиноры», предложенные Иваненко и Сарданашвили в [12], требует специального рассмотрения. (Во всяком случае, на наш взгляд, целесообразно на основе некоторых новых систем отношений, обобщающих физические структуры Кулакова, предложить геометрию праспиноров, а также рассмотреть её применение для

моделирования сверххранной Вселенной). Возможно, в рамках реляционной физики «вакуумоэфир» можно «исключить», заменив его «эффектами отношения частиц».

Гипотеза дофизической реальности

Философия выделяет несколько уровней материи: например, физическую материю, химическую материю, биологическую материю. Отметим, что все фундаментальные физические теории строятся так, будто физическое является изначальным и предельным уровнем организации материи, ниже (или – проще) которого ничего нет. Отметим, что уже достаточно давно пермским философом Орловым было высказано предположение о существовании субфизических форм материи и движения, а в нескольких работах уже обсуждалась проблема дофизической реальности [13]. Вполне возможно, что познание может обнаружить качественно новую дофизическую реальность, где будут нарушаться фундаментальные физические понятия. С этой стороны использование в фундаментальной физике только содержательных математических структур является существенно ограничительным моментом при наличии отказа от использования гипотезы о дофизической реальности. Отметим, что энергия – это свойство «высшего» – физической формы материи. Можно выдвинуть гипотезу, что энергия дофизической формы материи равняется нулю и такая материя не участвует ни в одном физическом взаимодействии [13]. Для описания элементов дофизической реальности следует использовать подходящие математические объекты. И через отношения этих элементов дофизической реальности, возможно, удастся построить монистическую парадигму, в рамках которой будут получены три физические (метафизические) категории: пространство-время, частицы и поля.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Баксанский О.Е.* Физика и математика: Анализ оснований взаимоотношения. Методология современного естествознания: учебное пособие. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014.
2. *Грин Б.* Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории / пер. с англ.; общ. ред. В.О. Малышенко. – М.: Едиториал УРСС, 2004.
3. *Владимиров Ю.С.* Метафизика и фундаментальная физика. – Кн. 1: От древности до XX века. – Изд. 3-е, суц. перераб. и доп. – М.: ЛЕНАНД, 2017.
4. *Владимиров Ю.С.* Метафизика и фундаментальная физика. – Кн. 2: Три дуалистические парадигмы XX века. – Изд. 3-е, суц. перераб. и доп. – М.: ЛЕНАНД, 2017.
5. *Владимиров Ю.С.* Природа пространства и времени: Антология идей. – М.: ЛЕНАНД, 2015.
6. *Burinskii A.* New path to unification on graviti with particle physics // XVI Всероссийская гравитационная конференция «Международная конференция по гравитации, космологии и астрофизике» (RUSGRAV – 16), 24–30 июня 2017 года, Калининград: материалы конференции / под общ. ред. д-ра физ.-мат. наук, проф. А.В. Юрова. – Калининград, 2017. – С. 16–17.

7. Гутин В.В., Панов В.Ф. Локализация сдвигов времени // 14-я Российская гравитационная конференция – Международная научная конференция по гравитации, космологии и астрофизике. 4-я Ульяновская международная школа – семинар «Проблемы теоретической и наблюдательной космологии»: сборник тезисов докладов международной научной конференции / под общ. ред. проф. С.В. Червона. – Ульяновск: Ул.ГПУ, 2011. – С. 72.
8. Рязанов Г.В. Путь к новым смыслам. – М., 1993.
9. Панов В.Ф. Геометрофизика и эволюция Вселенной // Метафизика. – 2014. – № 3 (13). – С. 139–142.
10. Панов В.Ф., Внутских А.Ю. Вселенная в разных метафизических парадигмах // Метафизика. – 2016. – № 1(19). – С. 96-102.
11. Панов В.Ф., Курапов С.А., Бояришинов А.Е. Структура и механические свойства металла после обработки расплава электромагнитным излучателем // Метафизика. – 2012. – № 2 (4). – С. 126–139.
12. Иваненко Д.Д., Сарданашвили Г.А. Гравитация. – Киев: Наукова думка, 1985.
13. Панов В.Ф. Квантовая механика и проблема дофизической реальности // Василий Васильевич Налимов – математик и философ (к 100-летию со дня рождения): Международная научная конференция; Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, Музей землеведения; 9–10 ноября 2010 г.: сборник трудов / сост. Ж.А. Дрогалина, Л.А. Панченко. – М.: МАКС Пресс, 2011. – С. 335–339.

IN SEARCH OF A MONISTIC PARADIGM

V.F. Panov, E.V. Kuvshinova

The Perm State National Research University

An attempt is made to distinguish the concepts of reflection and mapping with reference to physics. Prospective tasks in three dualistic metaphysical paradigms are noted. For example, in relational physics it is advisable to investigate the possibility of controlling gravity due to the electromagnetic field. In the field-theoretic approach it is necessary to investigate the possibility of developing a gauge theory of time. The hypothesis is made that the entire development of the universe comes from the monistic Supercategory, space-time and “vacuumoether” are formed from it, and then particles and fields are born from the “vacuumoether”. The hypothesis about pre-physical reality is put forward.

Keywords: reflection, mapping, Universe, superstrings, metaphysical categories, paradigms, field theoretical understanding, geometric world understanding, relational worldview, pre-physical reality.

ОБ ОСНОВАНИЯХ МЕТАФИЗИКИ

Л.П. Волкова

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

В статье обсуждаются современные метафизические проблемы, возникающие на стыке физики, философии и математики. Отмечается достаточно глубокий уровень развития теории, позволяющий говорить об основаниях метафизики. Подчеркивается важность метафизического подхода в рамках реляционной парадигмы. Анализируются выводы ученых в аспекте соответствия их основному метафизическому принципу процессуальности. Обосновывается информационный подход к анализу.

Ключевые слова: метафизика, информация, сознание, процесс, самоорганизация, реляционная парадигма, процессуальность.

Говорить об основаниях метафизики, наверное, наступило время. Вопросы метафизики давно рассматриваются на семинарах профессора Ю.С. Владимирова. Написаны им же и книги по метафизике, выпускался соответствующий альманах «Метафизика. Век XXI», где печатались статьи, касающиеся метафизических аспектов, высказываемых видными учеными: физиками, математиками и философами. Истоки метафизических проблем прослеживаются и в сборниках статей, выпускаемых на основе докладов этих же ученых, к которым присоединялись и богословы, на секции «Христианство и наука» в рамках ежегодных Рождественских чтений, проводимых уже около двух десятилетий. Наконец, уже несколько лет, усилиями многих российских ученых, выпускается научный журнал «Метафизика». В этих многочисленных источниках Ю.С. Владимировым четко обоснованы и сформулированы основные принципы метафизики XXI века, главнейший из которых, особенно в рамках затрагиваемой здесь темы, – процессуальность.

Если взять сборник статей «Основания физики и геометрии» издательства Российского университета дружбы народов 2008 года, то здесь можно найти всю совокупность идей и суждений, которые, в свою очередь, породили мысль о возможности говорить об основаниях метафизики в рамках данной статьи. Проводя анализ некоторых статей из этого сборника, можно вполне определенно высказаться о том, что уже найдены те формализмы, которые позволяют увидеть мир новыми глазами, заметить то, что до сих пор многие пытались не замечать. В рамках данной статьи мы позволим себе только кратко коснуться некоторых, на наш взгляд основополагающих, идей из этого сборника, которые авторами соответствующих статей высказаны и доказаны в многочисленных трудах.

Прежде всего, конечно, следует упомянуть реляционную парадигму в теоретической физике, развиваемую Ю.С. Владимировым вместе с группой ученых. Среди работ этих ученых особо выделяются, в части обоснования

необходимости нового взгляда на мир, высказываемые А.П. Ефремовым суждения о «наличии трансцендентного явления», которое он называет «императивом бескорыстного познания». Так, в своей статье, опубликованной в вышеупомянутом сборнике, он пишет [1. С. 7]: «Но, отвлекаясь от материальной конкретики, автор берется утверждать, что все более настойчивое и внимательное изучение столь фундаментальных объектов, как пространство и время, непременно приведет к качественному скачку в представлениях об устройстве мира и роли в нем и отдельного человека, и всей человеческой цивилизации в целом». Тем не менее, отмечая «несовершенство и ограниченность возможностей самого человека», там же [1. С. 11], высказывается предположение, что «сознание исследователей порождало информацию», которая овладевала общественным сознанием и начинала восприниматься как «безусловная научная вера». Заслуживают особого внимания высказывания самого автора о том, что математика является «реально существующим идеальным объектом, не зависящим от сознания людей», причем появление «новой для человечества математики в сознании отдельных людей» происходит часто «совсем не логическим путем» [1. С. 12]. Но в «изучении математики» автор видит «путь, который должен привести к адекватному пониманию устройства вселенной, включая, конечно, ее базовые понятия – время и пространство».

Правда, приведенные здесь высказывания представляются несколько противоречивыми, поскольку, разве можно «изучить» то, что появляется в сознании людей «совсем не логическим путем»? Скорее, можно в это поверить. Еще одно противоречие видится в том, что, рассматривая время и пространство как «базовые понятия», автор одновременно с этим отмечает, что одно из «многообещающих направлений – бинарная геометрофизика Ю.С. Владимирова, базирующаяся на теории отношений». В последней, однако, подчеркивается, что «в теориях реляционной парадигмы вместо отдельных категорий пространства-времени и частиц вводится новая (метафизическая) категория систем отношений» [2. С. 16].

Что касается квантовой механики, то в [1. С. 13] отмечается «высокая точность ее предсказаний», и вновь подчеркивается, что «эта информация сознания, множественным образом выраженная в строгих математических соотношениях, достаточно адекватна абсолютной информации об устройстве микромира и возможности в нем физических измерений». На основе реляционной интерпретации квантовой механики предлагается заменить понятия пространства и времени «другими понятиями, играющими фундаментальную роль в микропроцессах, которые бы асимптотически переходили при переходе от элементарных процессов к наблюдаемым явлениям обычного масштаба в привычные понятия пространства и времени» [3. С. 52–53]. Представляется, что в части метафизических оснований эти интерпретации дополняют друг друга, рисуя таинственный виртуальный образ квантовой механики (КМ). Однако, когда подчеркивается тот факт, что «бинарная геометрофизика предназначена «для описания элементарного звена («мига») перехода системы из одного в другое состояние» [3. С. 31–32], высвечивается главный

признак метафизики – процессуальность, что характеризует ее как динамическую теорию.

Возвращаясь к аспектам оснований физики и геометрии, критикуя то, что «утверждалось в геометродинамике Уиллера», автор справедливо подчеркивает необходимость учитывать «вклады на рассматриваемые микропроцессы со стороны явлений (процессов) окружающего мира» [3. С. 56–57]. Именно при реляционном миропонимании, как здесь отмечается, «из конгломерата отношений можно будет выделить более тонкие взаимосвязи между объектами (материальными структурами) и явлениями».

Эти «тонкие взаимосвязи», как представляется, вполне могут быть информационными. Здесь нужно заметить, что в контексте подхода, которого придерживается автор настоящей статьи, информационные связи не тождественны тем математическим конструкциям, которые появляются «в сознании отдельных людей» причем даже и «совсем не логическим путем». Появление «новой для человечества математики в сознании отдельных людей» скорее является отражением в отдельном, подготовленном к этому сознании конкретного человека того, что называли «информацией в себе», «вещью в себе», «первичной реальностью». Процесс этот, как представляется, бесконечно идет по мере совершенствования сознания человечества, периодически локализуясь в виде новых идей, теорий, математики. Анализируя работы многих ученых, особенно тех, которые изложены в рамках реляционной парадигмы, можно найти подтверждение высказываемых в настоящей статье мыслей. Собственно, анализу именно этих работ она и посвящена. Особенно убедительно, на наш взгляд, эта аналогия видится в следующем научном тезисе: «Если принять идею, что любое взаимодействие элементарных частиц сводится к обмену между ними физическими характеристиками (энергией, импульсом, спином, зарядом, ...), которые и составляют в совокупности то, что называют частицей в эксперименте, то становится понятным, что единственным актом взаимодействия является испускание либо поглощение соответствующих характеристик» [4. С. 73].

Наиболее важными представляются дискуссии по основаниям физики и геометрии, смысл которых выражен в соответствующих статьях упомянутого выше сборника. Рассматривая в качестве необходимых математических средств теорию физических структур (ТФС), предложенную Ю.И. Кулаковым, Ю.С. Владимиров указывает и на некоторые отличия от нее бинарной геометрофизики, развиваемой на ее основе. Как представляется, главное преимущество последней, которое заставило его в свое время обратиться к метафизике, выражено им достаточно ясно: «Прежде всего, пришлось отказаться от статической интерпретации бинарных структур как женского и мужского начал или как отображения восточных символов Инь и Ян. В бинарной геометрофизике два множества элементов предлагается трактовать как состояния систем в два момента времени – начальном и конечном. При таком понимании бинарная система отношений оказалась теорией элементарного звена произвольного процесса перехода системы из одного состояния в другое» [5. С. 212]. Здесь подчеркнут динамический характер развиваемой им теории,

что роднит ее с метафизическим принципом процессуальности. Теория бинарных физических структур, «в силу ее реляционного характера», действительно оказалась подходящей «для построения искомой предгеометрии», причем в этой же работе подчеркивается то важное обстоятельство, что бинарные структуры являются пригодными для описания как непрерывных, так и дискретных совокупностей элементов [5. С. 212].

Непременным «участником» дискуссий, касающихся метафизических проблем физики, философии и математики, является квантовая механика (КМ), вернее ее интерпретации. При этом затрагиваются разные аспекты, в частности, актуальной является проблема адекватного восприятия феномена времени. Непосредственное отношение к обсуждаемым здесь вопросам имеет следующее высказывание: «В КМ, если мы станем применять ее уравнения для описания мира в целом, то мы сталкиваемся со следующим интересным выводом: время для Универсума в целом останавливается, оно «замораживается». Такой вывод делается в квантовой космологии. Что это может означать? Если мы соотносим волновые функции квантовых объектов с иным модусом бытия и если правомерно применение уравнений КМ к Универсуму в целом, то это может говорить только о том, что время на том модусе бытия, который описывается КМ, не течет. Мы сталкиваемся здесь с определенным рода вечностью» [6. С. 146].

Так, вечность тогда – это процесс, вечно текущий, с постоянно изменяемыми объектами первичной реальности! Но что есть первичная реальность? Та «вещь в себе», вернее «информация в себе», которую мы познать не можем, потому что сами тоже постоянно меняемся. А когда «останавливаемся», то наш мозг отражает некие фрагменты реальности, которые существовали, но которых уже нет. Однако наш мозг, по-видимому, обладает способностью создавать эту первичную реальность. Тогда мы говорим о прогнозировании или предвидении. А вот здесь мы опять вынуждены возвратиться к понятию «информация», к ее удивительным свойствам, и к главному из них – самоорганизации, поскольку «существует неравновесная среда, условно называемая «информацией», в которой могут происходить процессы самоорганизации, в результате которых может зародиться то, что можно условно назвать «смыслом» [7].

Так, все-таки, «В начале было слово!» Мы еще раз убеждаемся, что это правда: «Мир не перестал твориться, он не завершен: творение продолжается». И Мы все в этом творении участвуем. Тогда вечность – это процесс, вечно текущий, с постоянно изменяемыми объектами, их характеристиками, чередой событий, происходящих с ними. Если принять то, что информация – это «неравновесная среда», существующая как в логической, так и в чувственной форме [7], то открывается иная интерпретация движения. Можно предположить, что непрерывно происходящий процесс самоорганизации информации творит все, что происходит в мире, в космосе и в сознании. Интересно, что это вполне согласуется с одной из интерпретаций квантовой механики, утверждающей, что «квантовую механику действительно нельзя понять, если

все сущее, а в частности квантово-механические объекты, мыслить существующими только как актуально» [6. С. 142]. Здесь автор поразительно точно подмечает, что копенгагенская трактовка квантовой механики просто «запрещает искать что-либо, стоящее за гранью явленного, полученного в результате измерения», а это делает ее созвучной «кантовскому тезису о непознаваемости “вещи в себе”». И взяв на себя смелость «переосмысливать концепцию существования», он подтверждает, что «существует иной модус бытия» и что «существование квантовых объектов, когда они описываются ВФ, связано с этим модусом бытия». Как отмечается в той же статье о квантовой механике [6. С. 146]: «КМ описывает, по-видимому, некоторую промежуточную (и двойственную) реальность, которая и задает вероятность актуализации тех или иных событий, “формы” которых, если так можно сказать, отнесены к совсем иному уровню реальности. То, что мы наблюдаем, является своеобразной проекцией, отображением этой реальности на “плоскость” бытия актуального».

Но не только в философии находим истоки поиска информационных основ мира, но и в математических теориях: «Итак, физический мир, в котором мы живём и который воспринимается нами посредством наших органов чувств (*mundus sensibilis*) является чем-то вторичным, производным от другого, особого, незримого, но более фундаментального мира – Мира первичной реальности (*mundus archetypus*) объективно существующего независимо от нашего сознания» [8. С. 219].

Информационный характер процессов, происходящих в разных средах, подтверждается и открытием феномена логарифмической масштабной инвариантности (скейлинга) в физике высоких энергий, в тонкой структуре гистограмм различных физических и химических процессов, в сейсмологии, в биосистемах, в физиологии восприятия [9]. Исследования явления скейлинга в разных средах, результаты которых приведены в последней работе, косвенно указывают на возможность протекания процессов, при самоорганизации которых происходит процесс преобразования ноосферы. Если принять гипотезу, высказанную в [7], о том, что «ноосфера формируется как результат самоорганизации чувственной информации», которая является неравновесной средой, то, очевидно, в ней постоянно идут процессы преобразования биосферы и формирования ноосферы. Тогда могут быть верны выводы, приведенные в [9. С. 193]: «Учитывая их энергетическую эффективность, собственные колебания могут рассматриваться как наиболее вероятный механизм образования логарифмически фрактальных материальных структур».

Продвигаясь к Истине, мы идем своими путями. И когда нам видится даже ее фрагмент, мы испытываем восторг от прикосновения к Истине и от постижения пройденного пути. Это может быть сравнимо с первовосхождением на горную вершину. Но есть и другие аллегии. Выстроив замечательное «здание» возможностей применения Теории физических структур [8], ее автор вспоминает в связи с этим повесть-притчу Ричарда Баха «Чайка по имени Джонатан Ливингстон». Подчеркивая её смысл, он совершенно справедливо проводит эту параллель: «чайка, которая открыла для себя красоту и

радость полёта» и «увиденный» им «самобытный Мир первичной реальности». Нельзя не согласиться с этой аллегорией, но в этой притче есть еще и процессуальность, и не только в ощущении радости полета, но и в обучении полету, в преодолении отрицания самой возможности «учиться». Да, это аллегория, но, в соответствии с ней, не может существовать раз и навсегда заданного «генерального плана Вселенной», потому что сам план – это тоже процесс восприятия конкретным сознанием мира первичной реальности. А это значит – воспринимать мир в движении.

Говоря об основаниях не только физики, но и метафизики, невозможно обойтись без обращения к математике: «Да, природа говорит с нами на языке математики, но обязательно ли математика имманентна самой материи? Не связана ли “непостижимая эффективность математики в естественных науках” с теми умопостигаемыми формами, которые воплощаются и оформляют материю? Если это так, то мы должны говорить об изначальной двойственности этого мира; должна существовать та форма трансцендентного, которая и позволяет говорить о подлинной метафизике. ...Законы традиционной метафизики являются законами первооснов бытия, и его законы выполняются и отображаются на всех уровнях и модусах бытия, в природном мире, для социума, для человека» [6. С. 149]. В этом рассуждении четко прорисована роль метафизики в процессе познания мира первичной реальности. Поэтому противоречивой представляется попытка преувеличить значимость математики, выдать ее не за инструмент познания, а за саму первичную реальность: «Необходимо признать, что математика, будучи наукой о бесконечных последовательностях абстрактных символов, является главным источником информации о законах Вселенной и основным строительным материалом для фундамента современной физики» [8. С. 246]. Представляется, что источником информации все-таки является Мир первичной реальности. И еще одно утверждение в этой же статье кажется спорным: «Необходимо признать, что в основе мира лежит не материя, а программа, а материя – это лишь “глина”, удобный материал для создания многочисленных ассерторических моделей Мироздания» [8. С. 246]. Но разве можно назвать программой процесс, управляющий всеми процессами, – Волю Бога?

Выделяя Теорию физических структур Ю.И. Кулакова и Бинарную систему комплексных отношений Ю.С. Владимирова как «выдающиеся проявления физической мысли», в своей дискуссионной статье С.А. Векшенов отмечает, что, несмотря на то, что «обе они опираются на язык отношений», «эти теории не только различны, но и относятся к различным парадигмам» [10. С. 247]. Подчеркивая ту особенность Теории физических структур Ю.И. Кулакова, что она «идейно опирается на концепцию Бурбаки в ее наименее конструктивной части – идеи теоретико-множественного априоризма», он связывает с этим и ее «статичность». В то же время Бинарная система комплексных отношений, реализуя «совершенно иную парадигму», отражает тот факт, что «большинство интересующих нас объектов существуют во времени» [10. С. 250]. Нельзя не отметить еще несколько важных принципиальных отличий этих двух теорий, подмеченных автором обсуждаемой здесь

дискуссионной статьи: «Бинарная система комплексных отношений, так же как и ТФС, оперирует с дискретными структурами. Но эти структуры связываются в БСКО в единую нить, которую можно понимать как прообраз времени. Это приводит к принципиально различному толкованию бинарности в теориях Кулакова и Владимирова.

В Теории физических структур бинарность трактуется в стиле «Инь-Ян», в Бинарной системе комплексных отношений – как элементарная ячейка длительности. В этом контексте принципиальным моментом становится понимание основного компонента бинарности – числа, выражающего отношение между элементами структуры» [10. С. 251]. В результате такого сравнения на передний план, как «выдающееся достижение Бинарной системы комплексных отношений», выступает следующее: «В теории БСКО все структуры имеют динамический характер, поскольку связаны в единую нить длительности. В частности, становится динамической, реляционной и структура пространства-времени» [10. С. 253].

Каждый из ученых идет своим уникальным путем, составляя со всеми вместе удивительную гармонию процессов научного поиска Истины, иногда дополняющих друг друга, иногда противоречащих друг другу, часто в упоении красотой своего пути, но всегда в соответствии с «императивом бескорыстного познания». Если касаться вопроса безусловной веры, научной или религиозной, то здесь каждый решает сам для себя. Но если это стремление к познанию истины, то важно подняться «над», увидеть свой поиск, свой путь другими глазами. Обращение к метафизике, оторвавшись от великолепия математических конструкций и физических теорий, наверное, было неизбежно, потому что это – динамика, а без нее нет жизни.

Благодаря новому взгляду на развитие метафизики в XXI веке она начинает занимать свое достойное место в ряду научных дисциплин. Проследившая ее тернистый путь, Ю.С. Владимиров пишет: «Резюмируя можно сказать, что в основе всех отрицаний метафизики лежит допущение, что она представляет собой одну единственную парадигму, тогда как она характеризуется рядом парадигм, которые в процессе развития науки и общества сменяют друг друга, причем с течением времени сам характер возможных парадигм меняется. Но в любой момент времени всегда имеется стремление осознать основания развиваемых теорий, что и составляет предмет метафизики» [11. С. 14].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ефремов А. П.* Природа пространства и времени. Основания физики и геометрии. – М.: РУДН, 2008. – С. 6–22.
2. *Владимиров Ю.С.* Метафизика и фундаментальная физика. – Кн. 2: Три дуалистические парадигмы XX века. – Изд. 3-е. – М.: ЛЕНАНД, 2017.
3. *Владимиров Ю.С.* Макроскопическая природа классического пространства-времени. Основания физики и геометрии. – М.: РУДН, 2008. – С. 23–59.
4. *Соловьев А.В.* Реляционный анализ уравнения Дирака. Основания физики и геометрии. – М.: РУДН, 2008. – С. 60–74.

5. Владимиров Ю.С. Соотношение программ бинарной геометрофизики и теории физических структур. Основания физики и геометрии. – М.: РУДН, 2008. – С. 210–216.
6. Севальников А.Ю. К истории интерпретаций квантовой механики в России, или От физики к метафизике. Основания физики и геометрии. – М.: РУДН, 2008. – С. 134–152.
7. Волкова Л.П. Метафизика социальных процессов // Метафизика. – 2017. – № 2 (24). – С. 28–41.
8. Кулаков Ю. И. О мире первичной реальности – очевидном, загадочном и невероятном. Основания физики и геометрии. – М.: РУДН, 2008. – С. 217–246.
9. Мюллер Х. Скейлинг как фундаментальное свойство собственных колебаний вещества и фрактальная структура пространства-времени. Основания физики и геометрии. – М.: РУДН, 2008. – С. 189–209.
10. Векшенов С. А. Теория физических структур и бинарная система комплексных отношений – два смысла, один язык. Основания физики и геометрии. – М.: РУДН, 2008. – С. 247–253.
11. Владимиров Ю.С. Метафизика и фундаментальная физика. – Кн. 1: От древности до XX века. – Изд. 3-е. – М.: ЛЕНАНД, 2017.

ON THE BASICS OF METAPHYSICS

L.P. Volkova

National University of Science and Technology “MISIS”

The article discusses modern metaphysical problems arising at the intersection of physics, philosophy and mathematics. A fairly deep level of development of the theory is noted, which makes it possible to talk about the foundations of metaphysics. The importance of the metaphysical approach within the framework of the relational paradigm is underlined. The conclusions of scientists are analyzed in the aspect of their correspondence to the basic metaphysical principle of processuality. An information approach to analysis is substantiated.

Keywords: metaphysics, information, consciousness, process, self-organization, relational paradigm, processuality.

ИДЕИ И ПРОБЛЕМЫ, СОПУТСТВУЮЩИЕ РЕЛЯЦИОННОЙ ПАРАДИГМЕ

О ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ АНАЛИТИКЕ И РЕАЛЬНОСТИ ФРАКТАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА

А.П. Ефремов

*Институт гравитации и космологии
Российского университета дружбы народов*

С позиций анализа алгебраических структур – гиперкомплексных чисел и теории матриц (в частности спектральной теоремы) – обсуждается проблема визуализации одного из наиболее абстрактных математических объектов – множества спиноров. Показано, что при обращении к понятию фрактального пространства – реальному математическому, но виртуальному физическому объекту – появляется возможность предложить геометрический (более точно – предгеометрический) образ пары сопряженных спиноров. Приводятся аргументы в пользу фрактальной поверхности как реальной сущности, определяющей структуру трехмерного физического мира.

Ключевые слова: комплексные числа, кватернионы, спиноры, фрактальное пространство.

Введение

И сам человек, сколь ни был бы он совершенен по собственным или внешним меркам, и приборы, созданные им для наблюдения и исследования окружающего его мира, при беспристрастной оценке, весьма и весьма несовершенны, и, более того, наоборот, очень слабы.

Ни человек, ни самые хитроумные и дорогие его приспособления, интерферометры, спектрометры, коллайдеры, не только *не наблюдают* четвертого измерения или физических полей, но *не видят* даже «обычного» электрона. Человек обладает лишь косвенной информацией о том, что происходит «на самом деле», и на основании этой информации мы строим свои гипотезы –

наши догадки об этом, на «самом деле происходящем», – и теории, математический способ описания этих догадок. По крайней мере, примерно так действуют те, кто занимается теоретической физикой в последнем столетии.

И раз уж об этом зашел разговор, стоит кратко обратиться к исторической практике появления физических законов; здесь автор выделил бы три метода, возникших в разное время.

Три метода поиска законов физики

Первый – метод «наблюдательной эмпирики», когда исследователи поступали просто (но, может быть, наиболее эффективно): набирали экспериментальную статистику некоторого физического явления, заполняли таблицы, строили графики, а затем, как правило, подбирали к результирующему графику подходящую функциональную зависимость, выраженную математической формулой; эта зависимость объявлялась физическим законом. Реже закон формулировался вербально. Следует заметить, что датировать рождение научных эмпирических подходов к исследованиям физического мира не просто. Некоторую нижнюю временную границу можно провести, наверное, в интервале XVI–XVII вв. в период становления «экспериментальной теории» механики. Но, по сути, этот метод применялся всегда; успешно он применяется и по сей день, как в масштабах пико- и наномира, так и в мегамасштабах Вселенной. Однако у сегодняшней наблюдательной эмпирики есть мощная конкуренция, ее составляют исследовательские методики, получившие быстрое развитие в последующие временные периоды.

Второй путь познания – метод «механико-математической аналитики». Этот важнейший (с точки зрения автора) метод образовался в XVIII–XIX вв. усилиями математиков, людей, практически не связанных с физическим экспериментом, но обнаруживших в, казалось бы, несложном численном описании эмпирической механики Ньютона необыкновенные математические глубины. Мопертюи, Эйлер, Гамильтон, Якоби – великие математики, создавшие аналитическую механику, которую уже в XX в. известный физик Вигнер называл непостижимой. И поныне механика часто считается разделом чистой математики, а в некоторых университетах архаично сохранились механико-математические факультеты. На этот же период приходится математическое развитие механистических и одновременно статистических моделей строения вещества – термодинамики и статистической физики.

Наконец, третий метод – «физико-математическая эмпирика и эвристика». По сути, это метод становления современной теоретической физики. Одним из первых признаков ее зарождения можно было бы считать формулировку Максвеллом уравнений электродинамики, основанную на определенных догадках, впервые скорее математических, нежели физических. Но о теории Максвелла чуть позже. А один из самых ярких примеров собственно теоретического мышления этого периода – реализация на рубеже XX века идеи Планка о квантовой модели электромагнитного излучения. Развита на этой базе Эйнштейном теория фотоэффекта проверялась в течение десятка

лет и была уверенно подтверждена. Идею Планка, пожалуй, можно отнести к физико-математической эмпирике, то есть к варианту построения некоторой модели, подлежащей математическому описанию.

Последовавший за этим другой ярчайший пример построения эвристической модели – эйнштейновская теория гравитации, модельной базой которой служит дифференциальная геометрия искривленных пространств. Однако здесь есть место и эвристике, как и в случае более ранней специальной теории относительности, где Эйнштейн «случайно вдруг заметил», что преобразования Лоренца могут быть связаны не только с уравнениями электродинамики, но и с геометрией четырехмерного пространства. Впрочем, о преобразованиях Лоренца тоже чуть ниже.

Беспримерный образец подобной эвристики – квантовая механика, существенная отличительная черта которой – полное отсутствие модели. Шредингер и его выдающиеся коллеги-соперники эвристически постулировали некую математическую систему, которая, как оказалось, верно описывает результаты многих экспериментов. Но это, пожалуй, был уникальный случай; с ним сравним, а точнее, дополняет его лишь пример спинового слагаемого, введенного Паули в уравнение Шредингера. Других эвристических теорий, равных по качеству квантовой механике, предложено не было (квантовую электродинамику таковой считать пока сложно).

Последующие почти сто лет прошли (и продолжают) частично в рамках применения третьего метода, но результаты, скажем честно, не слишком велики. Физики (как и некоторые математики) лишь уточняли области применения найденных законов и строили модели их вероятных обобщений. Исчерпав перечень допустимых задач, сегодняшние исследователи вынужденно перешли к моделям физических объектов с отрицательным давлением и мнимой массой.

О физико-математической аналитике

Еще в позапрошлом веке в методике поиска фундаментальных физических законов начали проявляться совсем новые тенденции. Вернемся к двум отложенным примерам, первый из них – формулировка уравнений электродинамики. Известно, что Максвелл, изучая совместно разные уравнения электричества и магнетизма, увидел возможность сделать эту систему чисто математически более симметричной, добавил «ток смещения», и вот уже более 150 лет уравнения электродинамики – эталон точности и физико-математической красоты. И – источник теории относительности. Ибо преобразования, оставляющие неизменным интервал пространства-времени, возникли безотносительно к геометрии мира, связи, которую подметил Эйнштейн. Лоренц получил свои преобразования в результате решения чисто математической задачи, не выстраивая при этом никаких моделей. И Максвелл, и Лоренц следовали строгой логике, которую допускала избранная ими математическая среда.

По сути, они действовали в рамках известной ранее математической аналитики, но теперь уже не в узкой области классической механики, а в гораздо более широкой сфере известной на тот момент физики. Метод математической аналитики начал свое возрождение на новом уровне.

В XX веке произошел ряд значимых событий, связанных с этим методом, не предполагающим ни эмпирического построения математических моделей, ни эвристического «схождения с небес» формулы великого закона в сознание великого ученого. Два таких громких события имели своим следствием награждение их авторов Нобелевской премией. Одно из них – формулировка уравнений спинорного поля, для чего Дирак «просто проделал» точную математическую работу – извлек «корень квадратный» из уже известного дифференциального уравнения. Второе событие – создание теории кварков, для классификации которых Гелл-Ман «просто использовал» готовую математическую структуру, группу специальных унитарных преобразований размерности три.

Из серии других примеров аккуратного следования логике математических структур здесь упомянем лишь еще один, менее известный, но очень странный и пока не имеющий объяснения. Речь об открытии швейцарского математика Рудольфа Фютера, сделанном в 30-е годы XX века. Записав уравнение типа Коши–Римана, обобщающее условия аналитичности функции комплексного переменного на функцию гиперкомплексного переменного, Фютер получил в точности систему уравнений электродинамики Максвелла – достаточно было записать переменные этой системы в физических единицах. Этот удивительный факт пока приходится оставить без комментариев. А сейчас вспомним слова, выделенные во введении курсивом.

Спинор, спектральная теорема и фрактальное пространство

Человек и его приспособления *не видят* электрон. Зададимся вопросом – почему? Ответ физика-теоретика может оказаться таким: электрон в квантовой теории описывается спинорной функцией, а спинор – не то что увидеть – представить себе нельзя.

Смотрим, как описывает спинор российская версия упрощенного электронного справочника¹: «Спинóр (англ. spin – вращаться) – специальное обобщение понятия вектора, применяемое для лучшего описания группы вращений евклидова или псевдоевклидова пространства... у них отсутствует какой-либо прямой геометрический смысл».

В параллельной англоязычной версии есть даже попытки изобразить спинор в физическом пространстве; отсылаем по адресу² для ознакомления читателя с тем, насколько, с его точки зрения, это может быть похоже на модель электрона. Те, кто неплохо знаком с фундаментальной математикой, здесь найдут не только визуальные, но и сущностные основания для критики.

¹ URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Спинор>

² URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Spinor>

Объект, в дальнейшем ставший математическим описанием электрона, ввел Эли Картан в начале XX века, и только почти через 20 лет, после опытов Штерна–Герлаха, догадок Уленбека и Гаудсмита и, наконец, гениального обобщения Паули уравнения квантовой механики новым слагаемым, Эренфест назвал этот объект спинором. Но и Картан в своей трудно читаемой книге «Теория спиноров», вышедшей еще через десяток лет, рассматривал спиноры как объекты неких реальных пространств, что еще более усложняет понимание сути этих величин.

Ситуация существенно проясняется при изучении, казалось бы, далекой от физики фундаментальной теории матриц, в частности замечательной спектральной теоремы, которая устанавливает соответствие между неособенной простой квадратной матрицей и гораздо более простыми объектами, ее составляющими, – элементами так называемого биортогонального базиса. Элементы базиса – также матрицы, имеющие формат векторов (столбцы) и ковекторов (строки); число этих элементов равно рангу исходной квадратной матрицы. Вкратце это общее содержание теоремы. Но как это связано с обсуждаемой темой спиноров и физикой вообще? Ответ может показаться неожиданным, хотя для специалистов в области гиперкомплексных чисел он лежит на поверхности. Достаточно рассмотреть спектральную теорему для квадратной матрицы ранга 2 и с нулевым следом (суммой диагональных компонент); легко убедиться в том, что матрицы такого типа описывают мнимые единицы в алгебрах комплексных и гиперкомплексных чисел.

Следующий для такой матрицы из спектральной теоремы биортогональный базис представлен парой двумерных векторов (и ковекторов), задающих площадку на некоторой поверхности. Отметим этот существенный факт: пара единичных и ортогональных векторов полученного базиса имеет геометрический образ площадки плоской поверхности.

Теперь перейдем к алгебраическим манипуляциям, рассмотрим все возможные комбинации прямых произведений элементов этого базиса. Результат оказывается удивительным и нетривиальным. Все искомые комбинации исчерпываются лишь четырьмя двумерными матрицами, одна из которых представляет собой скалярную единицу, а три остальных (включая исходную) суть матричное представление векторной триады мнимых единиц гиперкомплексной алгебры кватернионных чисел. Эта триада, как известно со времен Гамильтона, открывшего алгебру кватернионов, имеет вынужденный геометрический образ направляющих единичных векторов декартовой системы координат в трехмерном пространстве.

Также известно, что повороты такой триады не нарушают законов алгебры и могут осуществляться преобразованием подобия с использованием операторов группы пространственных отражений (спинорной группой). И здесь мы подходим к главному.

Пусть область физического пространства задается тремя векторами кватернионной триады и каждой из трех размерностей соответствует условное значение, равное, например, единице (это – характеризующий 3D-размерность показатель степени, в которую нужно возвести направляющий вектор,

чтобы получился этот самый вектор). Но спектральная теорема гласит, что каждый такой вектор есть, по сути, квадрат элементов биортогонального базиса. Следовательно, показатель степени 3D-вектора (единица) есть сумма показателей степени двух более простых элементов, формирующих двумерную площадку некой поверхности. Это значит, что по сравнению с 3D-пространством размерность «подлежащей» 2D-поверхности характеризуется числом $\frac{1}{2}$. Такого рода пространства, имеющие дробную размерность, называют фрактальными. Итак, исходя из строгих математических рассуждений можно прийти к заключению, что в основе физического пространства может лежать некоторая фрактальная поверхность.

Следующий этап рассуждений касается простейшего движения кватернионной триады в 3D-мире – ее поворота вокруг одного из своих векторов (так называемый плоский поворот). И пусть этот поворот задается преобразованием подобия с использованием вышеупомянутой спинорной группы. Но поскольку 3D-вектор есть произведение двух элементов базиса фрактальной поверхности, эта математическая конструкция распадается на два преобразования каждого из элементов. Напомним, что эти элементы – 2D-векторы и ковекторы, то есть столбцы и строки; в результате указанного преобразования они приобретают фазовый множитель (экспоненту с фазой в показателе). И если вспомнить эвристику Паули и термин Эренфеста, то получается, что объекты, принадлежащие двумерной фрактальной поверхности, представляют собой спиноры, в квантовой механике описывающие, в частности, электрон.

И этот вывод, как оказывается, можно сделать, не строя математических моделей и не ожидая никаких эвристических откровений, а лишь внимательно и строго следуя несложной математической логике, но, конечно, заранее зная, что спиноры описывают электрон, так что открытия великих предшественников отнюдь не отменяются. Но теперь эти открытия и догадки можно анализировать уже с позиций, допускающих визуализацию, поскольку обсуждаемые объекты очевидно обладают внятыми геометрическими свойствами (или пред-геометрическими, как называл гипотетические «оперативные пространства» квантовой механики Джордж Арчибальд Уилер).

Одним из вариантов такого анализа спиноров является разработанный автором метод изображения пары спиноров как пары векторов на фрактальной поверхности, содержащей два действительных и два мнимых измерения (см. рис. 1 *a, б, в, г*).

На рис. 1 показано искажение площадки фрактальной поверхности при изменении присущей ей фазы, каждый их векторов, образующих площадку, является спинором. При нулевой фазе (рис 1 *a*) вся площадка лежит в области действительных чисел. При увеличении фазы (рис 1 *б*) действительная площадка сокращается, но появляется мнимая площадка, которую на 3D-рисунке можно показать лишь линией, ортогональной действительным (горизонтальным) осям; но для наглядности можно изобразить ортогональной окружностью (рис. 1 *в*). С увеличением фазы реальная площадка уменьшается, стремясь к нулю, мнимая – увеличивается, стремясь к максимальному значению

при фазе $\pi/2$. Таким образом, если фаза линейно зависит от времени, то локальная область фрактальной поверхности осциллирует, при этом действительная область «перекачивается» в мнимую и обратно.

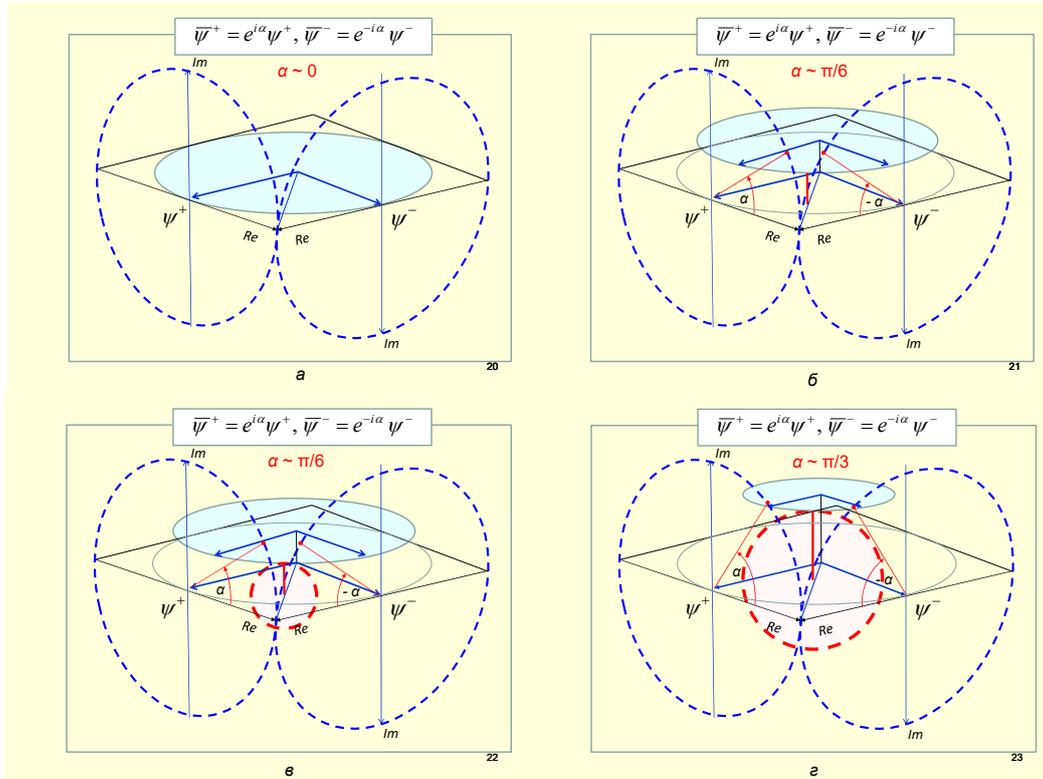


Рис. 1

Что же при этом происходит в трехмерном пространстве? Несложный расчет – построение кватернионной триады из векторов этого спинора – показывает, что соответствующая триада вращается в пространстве с постоянной угловой скоростью вокруг одного из своих векторов.

По сути, на рис. 1 изображен полный пред-геометрический образ простейшего переменного двухкомпонентного спинора. Этот объект может являться функцией физических переменных – координат и времени, но как «геометрическая сущность» он полностью лежит в 2D-ячейке – локальной области двумерной (комплекснозначной) фрактальной поверхности, невидимой из физического мира. Его трехмерным воплощением является вращающаяся триада аксиальных векторов, направляющих декартову систему координат.

Из этого следует, что попытки изобразить собственно спинор в привычном нам трехмерном пространстве конфигураций бессмысленны. Авторы таких попыток это чувствуют, и, представляется, поэтому склонны считать (см. выше), что «...у них (спиноров) отсутствует какой-либо прямой геометрический смысл».

Как видно из вышесказанного, такой смысл есть. Спиноры «не живут» в физическом мире, их мир 2D-ячейки – двумерные площадки дробной размерности.

Фрактальная геометрия – реальность или идеальная конструкция?

Ситуация с двумерными спинорами вроде бы представляется не уникальной, поскольку спектральная теорема верна для матриц любого ранга. И если неособенная и простая квадратная матрица может описывать единичный вектор в некотором пространстве, то родственной ей биортогональный базис, вообще говоря, должен принадлежать пространству «половинной» размерности. То есть число квази-спинорных функций должно бы быть бесконечным, как бесконечно множество натуральных чисел, определяющих ранг матриц. Однако на сегодняшний день эти рассуждения, скорее, имеют характер математических догадок, ибо автору пока не известен универсальный алгоритм построения матриц-векторов произвольного ранга из соответствующих этому рангу квази-спиноров.

В этом смысле ситуация с двумерными спинорами не только выделяется, но и уникальна. Эти простейшие объекты составляют основу, на которой определенно строится базис фундаментальной математической структуры, алгебры кватернионных чисел; строго доказано, что это – последняя (по размерности) алгебра с ассоциативным умножением.

Но, с другой стороны, из элементов фрактальной поверхности конструируется триада векторов, задающая область знакомого из физического и жизненного опыта трехмерного пространства. И здесь возникает естественный вопрос: является ли эта фрактальная поверхность физической сущностью, столь же реальной, как и само пространство, которое мы ощущаем и осознаем как данность? Некий вариант поиска ответа на этот вопрос может представлять следующая цепочка размышлений.

Если фрактальное пространство – физическая сущность, то построенные из элементов этого пространства локальные области трехмерного мира, в котором мы живем, должны характеризоваться наличием в них некоторых аксиальных структур. Иными словами, на каком-то пространственном масштабе окрестности точек пространства должны демонстрировать некие «вращательные» свойства; не исключено, что эти окрестности могут быть «заняты» частицами. Прямо скажем, о таких свойствах собственно пространства или частиц пока ничего не известно, поскольку современные (общепринятые) методы математического исследования сверхмалых физических объектов не предполагают их геометрического образа.

Фрактальная поверхность в целом представляется весьма странным объектом, в первую очередь, в силу ее дробной размерности, но также и потому, что она имеет сложную структуру, содержащую действительные и мнимые области. Человеческий разум долго не мог свыкнуться даже с математикой мнимых чисел; воспринимать геометрию мнимых пространств еще сложнее. Короче, причин для сомнений в физической реальности «спинорного мира» более чем достаточно.

Вместе с тем у этого мира есть мощная защита – это теория квантовой механики, в которой спинор является базовым элементом. И тут также сле-

Вместе с тем у этого мира есть мощная защита – это теория квантовой механики, в которой спинор является базовым элементом. И тут также следует напомнить, что это не только эвристическая теория Шредингера и Гейзенберга. В недавней работе автора этой статьи строго показано, что уравнение квантовой механики есть не что иное, как записанное в избранных физических единицах условие стабильности трех первых (по размерности) исключительных алгебр при простейших искажениях 2D-ячейки – ее осцилляции и конформного растяжения. Возможность чисто математического вывода уравнения Шредингера, а также многократно проверенная на опыте успешность этого уравнения как метода описания малых нерелятивистских частиц отнюдь не тривиальные факты. Наконец, здесь продемонстрирован вариант внятного геометрического образа «мира спиноров», которому принадлежит волновая функция квантовой механики. Все это вызывает и усиливает интерес к фрактальной поверхности как возможному физическому объекту, несмотря на сложности в интерпретации ее структуры.

Теории многомерных пространств долго вызывали споры. Теперь о таких пространствах убежденно говорят как о физической реальности. Дело привычки. Но критерием истины, как всегда, окажется практика будущих физических экспериментов.

PHYSICAL AND MATHEMATICAL ANALYTICS AD REALITY OF THE FRACTAL SPACE

A.P. Yefremov

Institute of Gravitation and Cosmology of RUDN University

One of the most abstract and unconceivable physical entity, the set of spinor math objects, is discussed from the viewpoint of the matrix and hypercomplex number algebra analysis. It is shown that addressing to the fractal space notion as a real mathematical but virtual physical structure a possibility appears to suggest a pre-geometric image of a couple of conjugated spinors, and arguments are given for reality of the fractal space existence as the physical essence.

Keywords: Complex numbers, quaternion, spinor, fractal space.

УЧЕТ КОНЕЧНОСТИ ОБЪЕМОВ ИНФОРМАЦИИ¹

А.Л. Круглый

*Научно-исследовательский институт системных исследований
Российской академии наук*

Обсуждается проблема и перспективы построения единой теории микромира в рамках описания процессов. Предлагается учет конечности скорости передачи информации в теории относительности дополнить учетом конечности объемов информации. В этом случае любой процесс состоит из локально конечного частично упорядоченного множества неделимых элементарных событий и может быть представлен ориентированным ациклическим графом. Динамика описывается стохастическим последовательным ростом графа.

Ключевые слова: причинность, информация, конечная делимость, частичный порядок, ориентированный ациклический граф, вероятность, алгоритм.

В настоящее время теоретическая физика подошла к созданию универсальной теории Вселенной, часто именуемой единая теория всего. При этом наиболее фундаментальной проблемой является несогласованность теории относительности и квантовой теории. Эта несогласованность заложена в исходных принципах и не может быть устранена без их радикального пересмотра. Попытки построения единой теории на базе имеющихся принципов ведут к эклектичной конструкции. Изначально заложенные противоречия будут регулярно проявляться, а их купирование будет требовать все более изощренных математических приемов, все более усложняя теорию. Это тупиковый путь. Истинная единая теория должна быть очень простой в своих основах. Другие фундаментальные проблемы, такие как происхождение стрелы времени, размерности пространства или иерархического устройства материи не являются самостоятельными проблемами и должны получить разрешение в единой теории.

Очевидно, что теория относительности является макроскопическим приближением. В связи с этим логично попытаться ее проквантовать. В результате всё направление получило название квантовая гравитация. Однако многолетние усилия пока не привели к успеху. Причина неудачи заключается в том, что сохранены принципы квантовой теории. Во-первых, эти принципы не совместимы с теорией относительности. Во-вторых, они не фундаментальны. Квантовая теория и по идеологии и по построению является теорией

¹ Библиография по рассматриваемой проблеме очень обширна. Отсутствие ссылок в статье не означает, что автор приписывает себе все обсуждаемые идеи. Некоторую библиографию и математическое описание модели, предлагаемой автором, можно найти в работах [1; 2]. Работа выполнена по программе НИР ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН № 6, тема 36.20.

феноменологической. Она не описывает микромир. Она описывает результаты измерений объектов микромира классическими приборами. Представляется перспективным обобщить теорию относительности на микромир, исходя из логического развития самой теории относительности.

Противоречие между теорией относительности и квантовой теорией заключено в причинности. Теория относительности в значительной мере является теорией причинности. При этом теория относительности не совместима с моделью объекта в момент времени. В момент времени имеется множество физически не связанных точек. Эти точки связаны только через общее прошлое, то есть через пересечение их световых конусов прошлого. Тем самым любая структура возникает на конечном интервале времени. Это не объект в момент времени, а процесс. Теория относительности требует процессного описания. Мы должны изначально определять структуры на интервале времени. Причем само время формируется внутри теории. Объект в момент времени допустим только как приближение, когда его размерами можно пренебречь. В пользу процессного описания свидетельствует и то, что такая важная физическая величина, как действие, описывает именно процессы.

Квантовая теория не имеет собственной модели причинности. При этом она описывает объекты с помощью вектора состояния в момент времени, который эволюционирует с изменением времени как внешнего параметра. Этот подход прямо противоположен теории относительности.

Будущая единая теория должна полноценно включить информацию. Любая континуальная модель пространства-времени постулирует, что любая конечная область содержит бесконечное число степеней свободы, то есть содержит бесконечный объем информации. Это макроскопическая идеализация. Описание микромира должно учитывать конечность информации.

Рассмотрим обобщение теории относительности на микромир как развитие модели причинности с учетом конечности информации. В этом случае континуальное пространство событий заменяется локально конечным частично упорядоченным множеством событий. Частичный порядок означает, что для некоторых пар событий задано отношение порядка, физически интерпретируемое как причинно-следственное отношение, аналогично пространству Минковского. Множеством Александра любой пары событий называется подмножество событий, которые следуют за первым и предшествуют второму. Локальная конечность означает, что множество Александра любой пары событий содержит не более чем конечное число событий. Это свойство противоположно пространству Минковского, где множество Александра или пусто, или содержит континуум событий. Локальная конечность означает конечную делимость составных событий. Элементарные события неделимы, не имеют внутренней структуры. В противном случае множества Александра будут не конечными, а как минимум счетными. Мы получаем дискретную структуру пространства-времени в микромире и конечность количества информации в любой конечной области.

Локально конечное частично упорядоченное множество событий может быть представлено ориентированным ациклическим графом. Вершины графа

идентифицируются с элементарными событиями. Ориентированные ребра идентифицируются с элементарными причинно-следственными связями. Ориентация ребра направлена от вершины – причины к вершине – следствию. Причинно-следственная связь двух событий означает наличие ориентированного маршрута от вершины – причины к вершине – следствию. Ацикличность графа означает отсутствие ориентированных циклов, то есть, двигаясь из некоторой вершины по ребрам в направлении их ориентации, нельзя вернуться в исходную вершину.

Возможны и другие языки описания. Например, представив граф его матрицей смежности, можно работать с матрицами без каких-либо упоминаний о графах.

Дискретность является отличием ориентированного ациклического графа от пространства Минковского. Многие другие свойства аналогичны. Можно определить дискретные мировые линии как ориентированные маршруты. Также легко определить дискретные аналоги световых конусов, пространственноподобных поверхностей и т.д. Таким образом, модель полностью воспроизводит причинно-следственную структуру теории относительности, но учитывает конечность информации. Континуальное пространство-время должно быть макроскопической аппроксимацией, когда мы не учитываем конечность информации, но учитываем конечность ее распространения (скорость света). Однако эта аппроксимация пока не построена и ждет своего решения.

В континуальном пространстве-времени причинно-следственные отношения задают метрику с точностью до конформного множителя, который может меняться от точки к точке. Для однозначной фиксации масштабов необходимо задать собственное время на времениподобных мировых линиях. Это требует внесения в теорию эталонных часов. Сама теория не определяет темп хода этих часов. Он задается извне, из квантовой теории. Обычно это частоты атомных спектров. В дискретной теории масштаб задан автоматически. Это ориентированное ребро, как квант времени. Тем самым модель замкнута. Задание масштаба означает, что модель претендует и на описание атомных спектров, то есть должна включать квантовую физику.

Рассмотрим, как модель может описать элементарные частицы. При процессном описании стабильная частица представляет собой стабильный процесс, то есть процесс повторяющийся (точнее квазиповторяющийся). В модели графа – это повторяющаяся структура. Простейшим примером такой повторяющейся структуры является ориентированный маршрут. Ребро является элементарным повторяющимся шагом процесса. Должны существовать и более сложные повторяющиеся структуры. Точнее, должна существовать иерархия повторяющихся структур, в которой структуры более высокого уровня состоят из структур предыдущего уровня. В квантовой теории частицы наделяются некоторой внутренней частотой, с которой циклически меняется фаза. Это постулируется. В дискретной модели наличие такой частоты является очевидным необходимым свойством любой повторяющейся структуры.

Вершины и ребра графа бесструктурны и, следовательно, не обладают внутренними свойствами. Все свойства заключены в топологии графа. При этом мы можем эти свойства приписать вершинам или ребрам. Например, для каждой вершины можно сосчитать число вершин – ближайших соседей и это число приписать вершине в качестве некоторого веса. Таким образом, на множестве вершин, или ребер, могут быть определены некоторые функции. Для повторяющихся структур будут повторяться и значения этих функций, так как их природа топологическая, а топология повторяется. Повторяющиеся функции, заданные на дискретном множестве, эффективно исследовать с помощью дискретного преобразования Фурье. Квантовая теория должна получаться как анализ Фурье дискретных повторяющихся структур. Так связанная с каждой частицей частота может быть частотой Найквиста.

В теории элементарных частиц важную роль играют симметрии. Симметрии должны играть важную роль и в модели графа. Повторяющиеся структуры графа, которые моделируют элементарные частицы, должны обладать симметриями. Симметрии конечного графа описываются конечными группами, а любая конечная группа раскладывается в произведение циклических перестановок. Пронумеруем вершины и/или ребра графа. Если после некоторой перестановки номеров мы получили изоморфный граф, то граф обладает симметрией. В пределе из конечных групп надо получить и внутренние симметрии и пространственно-временные. В единой теории все симметрии должны получаться в рамках единого подхода.

Рассмотрим динамику модели. Динамика является способом предсказания будущего состояния системы или реконструкции прошлого состояния. Имея конечный граф, мы имеем максимально полную информацию о некоторой области пространства-времени. Реконструировать будущее или прошлое этой области значит достраивать граф. Достройку можно делать последовательно. Минимальным элементом графа является вершина. Мы можем добавлять вершины одну за другой. Такая динамика называется динамикой последовательного роста.

Отметим, что в модели естественно возникают два времени. Одно время – это порядок и число вершин на ориентированном маршруте. Оно полностью аналогично собственному времени на мировой линии в теории относительности. Оно локально и обратимо. Это время изучаемой системы. Второе время – это линейная последовательность добавления новых вершин. Оно глобально и непосредственно не связано с первым временем. Это время не может интерпретироваться как физическое возникновение вершин, так как мы можем добавлять вершины и в прошлом графа. Это время интерпретируется как получение информации наблюдателем, внешним по отношению к растущему графу. Наблюдатель получает информацию последовательно конечными порциями. Таким образом, добавление вершины интерпретируется как элементарное измерение. Время наблюдателя принципиально односторонне. Мы можем рассмотреть процесс забывания, то есть удаления вершин. Но добавление вершин очевидно не симметрично с удалением.

В модели роль наблюдателя еще более усиливается по сравнению с теорией относительности и квантовой теорией. Вся динамика есть динамика получения наблюдателем конечных порций информации. Без наблюдателя мы имеем статичную картину графа от начала до конца времен.

В модели появляется принципиально однонаправленное время наблюдателя. Это не решает проблему стрелы времени. Сам граф может быть симметричным относительно обращения времени, то есть относительно смены ориентации всех ребер. Однако это может быть важным шагом к решению.

В общем случае новая вершина может быть добавлена различными способами. Необходим динамический закон, с помощью которого осуществляется однозначный выбор вершины, которая добавляется. Традиционно законы физики формулируются в виде уравнений, как правило, дифференциальных. К дискретной модели дифференциальное исчисление не применимо. Должен использоваться язык дискретной математики. При этом сам динамический закон естественно формулировать не в форме уравнения, а в форме алгоритма, с помощью которого по структуре известного графа определяется вариант добавления новой вершины.

Для дискретной модели микромира естественным языком является не традиционный язык теоретической физики, а язык компьютерных наук. В этом случае наиболее эффективными методами исследования конкретных структур являются не аналитические методы, а численное моделирование. Отметим удивительную корреляцию в развитии цивилизации. Дискретная модель стала актуальной для теоретической физики именно тогда, когда информационные технологии достигли соответствующего уровня развития. На первый взгляд, между теоретической физикой и информатикой нет непосредственной связи. Можно представить себе ситуацию, когда они рассогласованы на столетие. Физика уже строит дискретные модели микромира, а первые компьютеры еще не созданы. Информационные технологии находятся на современном уровне, а физика только создает теорию относительности.

Динамика графа не может быть детерминистической. Алгоритм не может детерминированно выбрать новую вершину. Это означало бы, что, начав с одной вершины, мы можем с помощью конечного алгоритма однозначно построить произвольно большую область Вселенной. Тем самым алгоритм, содержащий конечный объем информации, включает информацию обо всей Вселенной, что абсурдно.

Алгоритм производит выбор новой вершины с некоторой вероятностью. Источник этой вероятности в принципиальной конечности объема информации у наблюдателя. Пусть во Вселенной некоторая структура A является подструктурой структуры B в p процентах случаев. Тогда наблюдатель, имея граф A , должен в процессе последовательного роста с вероятностью p получать граф B .

Можно попробовать сформулировать алгоритм в стиле квантовой теории, когда вычисляются комплексные амплитуды, рассматриваются суперпозиции альтернатив. Но для воспроизведения квантовой динамики частиц это необязательно. В силу нарушения неравенств Белла распространено мнение,

что локальная классическая динамика не может воспроизводить квантовую динамику. Однако квантовая динамика может быть воспроизведена на классическом компьютере с произвольной точностью, если абстрагироваться от ограничений по объему памяти и быстродействию. Все процессы в таком компьютере классические и локальные. Кажущееся противоречие разрешается тем, что в классическом компьютере и в моделируемой квантовой системе разная локальность. Так и в рассматриваемой модели соседним вершинам графа могут соответствовать сколь угодно удаленные точки пространства-времени. Связь локальностей может быть весьма нетривиальной. Таким образом, в дискретной модели возможен возврат от амплитуд вероятности к стандартной классической теории вероятностей. При этом может быть реализована идея бинарной альтернативы как основы всего (It from bit). Все вероятности могут быть конечными комбинациями бинарных альтернатив. Разумеется, любое рациональное число представляется конечной комбинацией бинарных альтернатив, просто будучи представленным в двоичной форме. Идея в том, что каждая бинарная альтернатива должна иметь ясный физический смысл.

Стохастическая динамика графа выводит на проблемы статистической физики и термодинамики. Имеющаяся статистическая физика построена в нерелятивистском приближении. И основанная на ней термодинамика является нерелятивистской. Релятивистская термодинамика сведена к вопросу преобразования термодинамических величин при переходе из одной системы отсчета к другой. Проблема же намного глубже.

Статистическая физика основана на представлении о состоянии системы в момент времени, которое может реализовываться с некоторой вероятностью. Макросостояния являются множествами микросостояний, а вероятности макросостояний – суммами по вероятностям соответствующих микросостояний. Система эволюционирует из менее вероятных состояний к более вероятным. Однако при последовательно релятивистском подходе мы должны рассматривать четырехмерные состояния и их вероятности, то есть состояния не в пространстве, а пространстве-времени. Это этапы процессов. Статистика процессов (4-статфизика) должна вести к четырехмерным макропеременным (4-термодинамике). Конкретные реализации графа и являются этапами процесса. Они играют роль 4-микросостояний. Их статистика является 4-статфизикой. Усреднение по 4-микросостояниям ведет к 4-термодинамике 4-макросостояний. Примерами 4-термодинамических величин являются собственное время и действие. Действие может являться четырехмерным аналогом термодинамического потенциала (свободной энергии или энтальпии). При этом может выявиться смысл такого универсального принципа, как принцип наименьшего действия. Действие может быть монотонно убывающей функцией вероятности, и принцип наименьшего действия означает принцип максимума вероятности. Процесс развивается по наиболее вероятному варианту. При достаточно остром максимуме вероятности, что типично для термодинамики, выбор варианта эволюции процесса практически детерминирован. От-

метим, что в общем случае эволюция по наиболее вероятному варианту процесса не обязана совпадать с эволюцией от менее вероятных 3-состояний к более вероятным 3-состояниям.

По оптимистичному мнению автора, научное сообщество созрело для решающего прорыва в ближайшие годы. При этом будет решено большинство актуальных сегодня фундаментальных проблем, таких как происхождение пространства-времени, направления стрелы времени, спектра элементарных частиц, констант взаимодействия, роли наблюдателя, запутанных состояний и т.д. Однако решение одних фундаментальных проблем приведет к появлению новых. Теоретическая физика вплотную столкнется с проблемой иерархического строения Вселенной, теорией самоорганизации и сложности, информационного описания Вселенной. Проблема завораживает своей грандиозностью и обеспечит работой не одно поколение будущих исследователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Krugly A.L.* A sequential growth dynamics for a directed acyclic dyadic graph // Вестник университета дружбы народов. Серия: Математика. Информатика. Физика. – 2014. – № 1. – С. 124-138 (arXiv: 1112.1064 [gr-qc]).
2. *Krugly A. L.* A particular case of a sequential growth of an x -graph // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Математика. Информатика. Физика. – 2015. – № 3. – С. 61–73.

RECORD OF LIMITS OF VOLUMES OF INFORMATION

A.L. Krugliy

Research Institute for System Studies of the Russian Academy of Sciences

The problem and prospects of constructing a unified theory of the microworld within the framework of the description of processes are discussed. It is proposed to take into account the finiteness of the information transfer rate in the theory of relativity to be supplemented by taking into account the finiteness of the information volumes. In this case, any process consists of a locally finite partially ordered set of indivisible elementary events and can be represented by an oriented acyclic graph. The dynamics is described by stochastic sequential growth of the graph.

Keywords: causality, information, finite divisibility, partial order, oriented acyclic graph, probability, algorithm.

ОТ ОСНОВАНИЙ ФИЗИКИ К ОСНОВАНИЯМ МАТЕМАТИКИ

С.А. Векшенов

Российская академия образования

В статье обоснована принципиальная возможность генерации континуума из структур, построенных на основе комплексных чисел (амплитуд). Для этого необходимо обернуть цепочку $N \rightarrow \dots \rightarrow R \rightarrow C$, положив в основу комплексные числа: $C \rightarrow \dots \rightarrow R$. При переходе к порядковой составляющей числа это действительно можно сделать.

Ключевые слова: континуум, комплексное число, пространство-время, порядковые числа.

Ключевым моментом реляционной парадигмы, как известно, является генерация классического пространства-времени из более элементарных структур, ассоциированных с фундаментальными физическими процессами. В математическом плане речь идет о переходе от компактифицированных величин к величинам некомпактифицированным [1]. Это исключительно важное положение при ближайшем рассмотрении представляет собой крайне нетривиальную задачу, решение которой способно изменить ландшафт современной математики. Попробуем обосновать этот тезис.

В математическом плане решению названной задачи препятствует редукционная цепочка: $N \rightarrow Z \rightarrow Q \rightarrow R \rightarrow C \rightarrow H$ (натуральные числа \rightarrow целые числа \rightarrow рациональные числа \rightarrow вещественные числа \rightarrow комплексные числа \rightarrow кватернионы), которая, в частности, означает, что действительные числа предшествуют комплексным. На основе действительных чисел строится общепринятая модель пространственно-временного континуума, который ассоциируется с физическим пространством-временем. Вместе с тем фундаментальные физические процессы описываются комплексными числами (точнее амплитудами). Таким образом, попытка сгенерировать пространственно-временной континуум из структур, построенных на основе комплексных чисел, неизбежно ведет к появлению порочного круга, поскольку сама амплитуде $re^{i\varphi}$ «живет» в среде непрерывности. Можно попытаться упростить задачу и говорить только о генерации пространственных и временных структур, например, метрике. Однако для этих структур необходим носитель, который будет либо введен *a priori*, как это имеет место в концепции Бурбаки, либо опять-таки сгенерирован. Отметим, что в работах Р. Пенроуза, Ю.С. Владимирова, А.П. Ефремова и др. вполне отчетливо оформилась мысль, что комплексные числа (кватернионы), являются первоосновой, на которой может быть построен пространственно-временной континуум. В этом случае необходимо математически корректно «обернуть» приведенную выше цепочку, сделав амплитуды логически независимыми от действительных чисел.

В теоретико-множественном универсуме решение этой задачи невозможно в принципе, поскольку именно теория множеств является идейной базой названной редукционной цепочки. Необходимо найти существенно иной подход, опираясь на иную, не теоретико-множественную методологию.

Попробуем сформулировать ее в явном виде.

Теоретико-множественная идеология, дополненная концепцией Бурбаки, – это, прежде всего, идеология унификации, совершенно необходимая для продвижения технологической парадигмы. Поясним сказанное.

Всякий объект, в частности математический, имеет спектр смыслов. В некотором промежутке времени доминирует какой-либо отдельный смысл, так, что общая картина «распределения смыслов» близка к нормальной. Это, в свою очередь, позволяет устанавливать относительно жесткие связи между «смыслами» отдельных объектов, что приводит к образованию устойчивых структур. В дальнейшем сами смыслы «уходят в тень» и на первый план выходит структура, что и составляет «царский путь» математики XX века. Приписываемое А. Пуанкаре изречение, что математика является искусством называть разные вещи одними именами, отражает именно эту парадигму. Между тем по многим признакам понятно, что такой структурно-технологический подход близок к исчерпанию. Чтобы двигаться дальше, необходимо снова вернуться к изначально присущему объекту спектру смыслов и попытаться «расщепить» унифицированные теорией множеств понятия.

Сформулированный методологический ход обрисовывает путь, который позволит решить поставленную задачу. Необходимое «расщепление» смыслов достигается с принятием арифметического постулата двойственности, утверждающего, что число есть единство двух различных *не сводимых* друг к другу сущностей: «количества» и «порядка» (в теории множеств решается обратная задача – «порядок» сводится к «количеству»). Постулат двойственности, по сути, формулирует статус-кво до теоретико-множественного понимания числа. Попробуем получить из него нужные нам следствия.

Для *натуральных* чисел постулат двойственности означает равенство: $n = \langle n_R, n_Z \rangle$, то есть например $7 = (\text{седьмой элемент в некотором пересчете, семь элементов})$.

Далее, в одной из формально эквивалентных формулировок *действительное* число – это некоторая фундаментальная последовательность r_n . В ней также присутствует две составляющие $r_n = (\text{шаг } n \text{ в некотором пересчете; величина этого шага } r)$.

Первым вопросом на пути решения поставленной выше задачи будет следующий: нельзя ли последовательность r_n эквивалентным образом заменить некоторым, специальным организованным пересчетом, в который бы не входила величина шага? Это позволило бы уйти от использования метрических понятий и сконцентрироваться только на структуре пересчета. Постулат двойственности говорит о такой возможности. Реальная конструкция была предложена Дж. Конвеем еще в 1973 г. и с тех пор находилась в запасниках математики под биркой «сюрреальные числа». Единственной «платой» за

«изъятие» величины шага является возможность изменения направления пересчета. Это позволяет эквивалентным образом заменить последовательность r_n последовательностью вида: $\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\dots$, где \uparrow и \downarrow – шаги пересчета (для удобства изображенные вертикально). Можно сказать, что эти шаги – стрелки – являются своеобразными «атомами», из которых строится действительное число.

Реализация этой «атомистической» идеи применительно к комплексным числам является более тонкой. Суть ее состоит в том, чтобы отказаться от унифицированного похода и ввести для фазы φ свои «атомы», то есть символы, означающие уже не линейные шаги \uparrow (\downarrow), а вращения \cup (\cup). Логика этой идеи такова.

Для описания вращения с помощью существующих на данный момент формализмов надо проделать большую вспомогательную работу с выходом на различные структуры континуума, например, группы Ли. Такой путь является вполне корректным для решения подавляющего большинства возникающих задач, но не задачи генерации континуума.

Решение, которое видится едва ли не единственно возможным, состоит, по мысли Гёте, в превращении проблемы в постулат (заметим, что этой методологии придерживались очень многие мыслители: от Лобачевского, до Эйнштейна и Дирака).

Если в конечном итоге нам нужно иметь вращение – введем это вращение безотносительно пространства (то есть ментальное вращение по аналогии с ментальными шагами при пересчете), а затем попробуем понять, какой смысл оно может иметь. Используя знаки вращения \cup (\cup) как новые «атомы», можно ввести структуру, аналогичную структуре, построенной на «атомах» \uparrow (\downarrow). Обозначим эти структуры как K_{\uparrow} и K_{\cup} . Соотношение между этими структурами зададим следующим равенством:

$$\cup (\cup) + \uparrow(\downarrow) = \cup (\cup) (*).$$

Данное равенство как раз и фиксирует то, что символы мы понимаем как «вращения» (прямое и обратное) с «периодом» \uparrow . О более глубоком смысле этого равенства будет сказано ниже.

На основе вышесказанного можно предположить, что комплексное число $re^{i\varphi}$ формально эквивалентно структуре $(\uparrow)^r (\cup)_{\varphi}$, где:

$(\uparrow)^r$ – структура шагов, эквивалентных числу r ;

$(\cup)_{\varphi}$ – структура вращений, эквивалентных числу φ .

На этих структурах, в соответствии с моделью Конвея, определены все необходимые арифметические операции, что делает структуру $(\uparrow)^r (\cup)_{\varphi}$ «настоящим» комплексным числом.

Данная форма комплексного числа позволяет понять, как принципиально решить проблему обращения редукционной цепочки:

$$N \rightarrow Z \rightarrow Q \rightarrow R \rightarrow C \rightarrow H.$$

Попробуем развить «атомистическую» логику.

В работах А.П. Ефремова [2] и др. была предложена новая, крайне интересная форма комплексного числа: $z = re^{i\varphi} C^+ + re^{-i\varphi} C^-$, где C^+ и C^- – проекторы на взаимно перпендикулярные направления. Это позволяет определить новые «атомы-вращения» – $(\cup\cup)$ и $(\cup\cup)$, которые означают два независимых взаимно противоположных вращения, осуществляемых одновременно. В арифметике Конвея $\cup\cup (\cup\cup) = \pm 1/2$, следовательно, структура $(\uparrow)'$ $(\cup\cup)_\varphi$ формально эквивалентна $re^{i\varphi/2}$.

Подобный разворот представляется чрезвычайно интересным. Он показывает, что в арифметике Конвея из конкретного набора символов, по формальным правилам, можно получить «двойку Родригеса», ответственную за появление спина. Учитывая, что структура Конвея является моделью множества действительных чисел, используя в качестве атомов этой структуры комбинации символов $(\cup\cup)$ $[\cup\cup]$, можно создать модель порождения континуума физическими процессами.

Введем еще две структуры Конвея, построенные на взаимно обратных шагах $(\uparrow\downarrow)$ и $(\downarrow\uparrow)$ и взаимно обратных вращениях $(\cup\cup)$ и $(\cup\cup)$: $K_{\uparrow\downarrow}$ и $K_{\cup\cup}$, а также следующие равенства:

$$\begin{aligned} (\cup\cup) [\cup\cup] + (\uparrow\downarrow) [(\downarrow\uparrow)] &= (\cup\cup) [\cup\cup] (**); \\ (\cup\cup) [\cup\cup] + \uparrow(\downarrow) &= \cup\cup [\cup\cup] (***). \end{aligned}$$

Первое из этих равенств говорит о том, что «периодом» вращения $(\cup\cup)$ $[\cup\cup]$ является $\uparrow\downarrow$. Второе равенство говорит о том, что вращение $(\cup\cup)$ $[\cup\cup]$ на «полупериод» \uparrow или \downarrow приводит к его обращению, то есть вращению $\cup\cup$ $[\cup\cup]$.

Приведенные выше рассуждения и конструкции могут оказаться «игрой в бисер», если не будет найдено адекватное онтологическое обоснование вращений \cup (\cup) и $(\cup\cup)$ $[\cup\cup]$.

Несколькими штрихами наметим линию такого обоснования.

Распространяя постулат двойственности на бесконечные числа, можно предположить, что наряду с количественными бесконечными числами должны существовать бесконечные порядковые числа.

Очевидно, что характерные для теории Кантора способы введения бесконечности – либо путем собирания в одно целое элементов неограниченного множества, либо перехода к множеству степени – неприемлемы для построения порядковых бесконечных чисел. Однако существует иной способ введения новых объектов – аксиоматический. Выделив характеристическое свойство, можно определить новый объект как «нечто» этому свойству удовлетворяющее. Попытаемся следовать этой установке.

Прежде всего, очевидно, что, как и в случае количественной бесконечности, необходимо отталкиваться от неограниченного процесса. Далее, неразличимость относительно шагов процесса можно считать ключевым свойством бесконечности. В этом случае определение бесконечного объекта выглядит следующим образом.

Рассмотрим некоторый неограниченный процесс W (при этом мы хорошо понимаем, что этим символом обозначается именно процесс, *durée* в смысле А. Бергсона). Шаги этого процесса мы можем различать или не различать в зависимости от набора имеющихся у нас предикатов.

Предположим, что шаги процесса W различаются некоторым предикатом $T(x,y)$. Определим объект α , на котором стабилизируется процесс W в смысле предиката $T(x,y)$, то есть шаги процесса неотличимы друг от друга в смысле предиката T . Если все объекты, порожденные процессом W , являются *конечными*, то объект α можно считать *бесконечным относительно предиката T* .

В применении к натуральному ряду данное определение работает следующим образом.

Согласно постулату арифметической двойственности, каждое натуральное число n , как уже говорилось, является единством количества n_R и порядка $n = (n_R; n_Z)$. Иными словами, можно определить два предиката $T_R(x,y)$ и $T_Z(x,y)$, которые различают натуральные числа в количественном и порядковом смысле (те же n_R и n_Z). Следуя сформулированной выше логике, можно образовать два бесконечных числа ω и Ω , на которых натуральный ряд стабилизируется в смысле количества и порядка соответственно, то есть $\omega + 1 =_R \omega$, но $\omega + 1 \neq_Z \omega$. Вместе с тем $\Omega + 1 =_Z \Omega$, что влечет $\Omega + 1 =_R \Omega$. С разной степенью наглядности данный процесс можно изобразить на рис. 1.

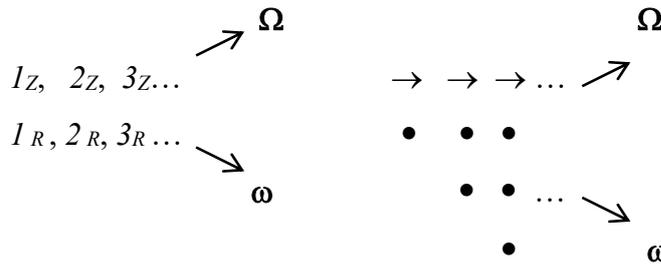


Рис. 1

Числа ω и Ω были определены с помощью формальной конструкции, которая требует интерпретации.

Бесконечное число ω может быть интерпретировано как первый бесконечный ординал, то есть теоретико-множественным образом.

Для интерпретации бесконечного числа Ω требуется иной подход.

Во-первых, очевидно, что Ω не может быть множеством. Действительно, в противном случае порядок Ω в области множеств должен совпадать с порядковым типом (принцип соответствия). Однако в силу неограниченности шкалы порядковых типов (ординалов) Ω допускает увеличение в смысле порядка, что противоречит его определению.

Соотношение $\Omega + \uparrow = \Omega$ можно рассматривать как своеобразное проявление «периодичности» относительно шага \uparrow . Вне теоретико-множественного универсума все эти соотношения сливаются и Ω становится числом с *внутренней циркуляцией времени* или *фундаментальным вращением* \cup (\cup). Аналогично определяется и двойное вращение ($\cup\cup$) [$\cup\cup$].

В этом контексте становится ясным смысл равенств (*) – (***) . Равенства (*) и (**) – это определение порядковой бесконечности, извлеченной из процессов:

$$\begin{aligned} &\rightarrow \rightarrow \rightarrow \dots \quad \cup; \\ &\Leftrightarrow \Leftrightarrow \Leftrightarrow \dots \quad \cup \cup. \end{aligned}$$

равенство (**) – это почти очевидная теорема.

Таким образом, как нам представляется, реляционная концепция пространства-времени имеет очень серьезные аргументы со стороны физики. Одновременно она крайне уязвима с точки зрения логики, индуцированной теоретико-множественной математикой. Тем не менее развитие логически непротиворечивой концепции генерируемого континуума, как математической модели реляционного пространства-времени, принципиально важно для всей реляционной программы. Приведенные выше аргументы и конструкции показывают, что построение такого континуума принципиально возможно в рамках постулата двойственности. Возникающая при этом порядковая бесконечность, безусловно, является крайне абстрактным объектом. Однако в ранге фундаментального вращения она становится вполне конкретным «атомом» в автономной от теоретико-множественного континуума конструкции амплитуды, что в свою очередь открывает путь к построению генерируемого континуума.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Владимирова Ю.С.* Физика дальнего действия. Природа пространства-времени. – М.: URSS, 2012.
2. *Yefremov A.P.* The Conic-Gearing Image of a Complex Number and Spinor-Born Surface Geometry // *Gravitation and Cosmology*. – 2011. – Vol. 17. – № 1.

FROM BASIS OF PHYSICS TO THE BASES OF MATHEMATICS

S.A. Vekshenov

Russian Academy of Education

The article substantiates the principal possibility of generating a continuum from structures constructed on the basis of complex numbers (amplitudes). To do this, we need to wrap the chain $N \rightarrow \dots \rightarrow R \rightarrow C$, based on the complex numbers: $C \rightarrow \dots \rightarrow R$. With the transition to the ordinal component of the number, this can indeed be done.

Keywords: continuum, complex number, space-time, ordinal numbers.

ПРИНЦИП КОНТРАВАРИАНТНОЙ ГЕНЕРАЦИИ СОБЫТИЙ В ФИЗИКЕ

А.В. Коганов

*Научно-исследовательский институт системных исследований
Российской академии наук*

Предлагается концепция, в которой наблюдаемое физическое пространство-время формируется некоторым процессом порождения новых событий из уже возникших ранее событий. При этом новые события формируются и в будущем и в прошлом относительно каждого старого события. Таким образом, все пространство-время возникает поэтапно как индуктивный предел растущего конечного множества событий, начиная с некоторого начального множества. В геометрической парадигме физики все взаимодействия между объектами физического пространства подчинены некоторой метрике, которая задается метрическим тензором. Принцип соответствия требует, чтобы модель генерации событий сохраняла эту метрику и удовлетворяла принципу относительности, то есть имела бы одинаковое описание во всех системах отсчета, соответствующих этой метрике. Это свойство называется контравариантностью модели. Процессы и объекты на этом пространстве описываются отношениями на конечных подмножествах событий. Эти отношения должны быть инвариантны относительно смены систем отсчета, поскольку объекты не зависят от точки зрения на них. Оказалось, что такой процесс можно описать алгебраически, введя подходящую алгебру. При таком подходе можно считать, что именно алгоритм генерации событий порождает базовую метрику пространства как инвариант его контравариантных преобразований. Кроме того, дается описание выпуклой оболочки порожденных событий, которая обладает некоторыми реально наблюдаемыми свойствами.

Ключевые слова: Пространство-время, квадратичная метрика, контравариантность, инвариантность, алгоритм генерации событий, отношения, алгебра.

Стимулом к проведению данного исследования стала задача построения простой математической модели, в которой строится объект, аналогичный по своим свойствам наблюдаемому в современных экспериментах пространству-времени, исходя из небольшого набора начальных элементарных объектов и относительно простых операций над ними.

Во-первых, требовалось обеспечить выполнение принципа относительности, соответственно которому наблюдение за построенной частью пространства-времени на любом этапе генерации не дает возможности выделить ту систему отсчета, в которой ведется построение. Иными словами, в любой системе отсчета описание алгоритма генерации событий должно быть одинаковым. Математически это означает контравариантность всех операций генерации относительно преобразований координат событий при изменении системы отсчета. Если операция f , которая строит новое событие, применяется к набору событий x_1, \dots, x_m которые описаны векторными координатами

$x_i = (x_{i,1}, \dots, x_{i,n})$ и при смене системы отсчета эти координаты преобразуются оператором U , который действует на все векторы построенного пространства-времени, то результат операции должен преобразовываться тем же оператором:

$$f(Ux_1, \dots, Ux_m) = Uf(x_1, \dots, x_m). \quad (1)$$

Во-вторых, сами координаты событий и линейная алгебра на них должны генерироваться тем же набором операций, начиная с того же набора исходных объектов. В-третьих, нужно иметь интерпретацию конфигурации событий, полученных на любом этапе генерации, в форме наблюдаемых свойств физических измерений в реальном физическом пространстве-времени. В-четвёртых, требуется соблюдение принципа соответствия, что означает для данной модели получение в пределе (при неограниченно большом числе шагов генерации) свойств непрерывного пространства времени, используемого в современной физике.

Описание объектов математической физики, таких как поля, частицы, конфигурации частиц, макроскопические объекты и события, при таком подходе нужно моделировать в форме отношений на конечных наборах событий, каждое из которых отображает любой набор из области определения отношения в некоторое число. Такая конструкция называется мультиграфом. Принцип относительности требует инвариантности таких отношений при действии оператора смены системы отсчета (поскольку объект не зависит от наблюдателя):

$$g(Ux_1, \dots, Ux_m) = g(x_1, \dots, x_m). \quad (2)$$

Число событий, входящих в аргумент операции или отношения, будем называть их арностью.

Указанную программу удалось реализовать с помощью создания специальной алгебры и алгоритма, расширяющего набор событий путем применения к ним операций этой алгебры. Контравариантность операций и инвариантность отношений позволяет рассматривать процесс генерации как модель физического процесса становления реального пространства-времени (П-В).

Модель выглядит одинаково в любой размерности П-В n и для любого метрического тензора Q в этом пространстве. В качестве базовых элементов генерации рассматриваются объекты $0, e_1, \dots, e_m$, природа которых не обсуждается. Вводятся базовые операции генерации: одна бинарная $+$ и две унарные inv и d (действуют слева). Эти операции позволяют записывать выражения от базовых объектов. Некоторые такие выражения будем отождествлять друг с другом в соответствии со специальными аксиоматическими тождествами.

$$x + y \equiv y + x \text{ — коммутативность сложения;}$$

$x + (y + z) \equiv (x + y) + z$ – ассоциативность сложения;

$inv(x) + x \equiv 0$ – инверсия элемента;

$inv(inv(x)) = x$

$0 + x \equiv x$ – нулевой объект;

$d(x) + d(x) \equiv x$ – деление объекта пополам.

Выражения, которые нельзя отождествить путем многократного применения этих аксиом, рассматриваются как разные объекты, порожденные из базовых объектов. В качестве операндов x , y , z можно использовать любые базовые или порождённые элементы.

Через базовые операции можно ввести (как сокращенные обозначения) все привычные операции линейной алгебры: умножение объекта на действительное число, линейную комбинацию объектов, умножение векторов на матрицу и другие. Например, умножение объекта x на действительный коэффициент $0 < \alpha < 1$ можно определить как $\alpha x = d^{k_1}(x) + d^{k_2}(x) + \dots$, где степень операции d определена как её последовательное применение указанное число раз, а члены суммы соответствуют последовательным ненулевым разрядам двоичного разложения коэффициента. Значение скалярного произведения двух объектов – векторов с заданной матрицей (метрическим тензором) Q – задается в обычной форме $f(x, y) = x^T Q y$.

Если мы моделируем П-В физической теории, в которой используется как инвариант метрический тензор с матрицей Q , то требуется ввести еще одну операцию, для которой группа контравариантности будет совпадать с соответствующей группой изометрий. Тогда группа контравариантности всей алгебры строго совпадет с группой изометрий. Эта операция определяется неоднозначно. Хорошими свойствами обладает операция трехместного умножения $(x, y | z) =_{def.} (x^T Q y) z$. Два первых операнда задают коэффициент в форме скалярного произведения, а третий операнд задает направление результата. Эта операция линейна и дистрибутивна по каждому операнду. Хотя она определяется через базовые операции, она добавляется в алгебру как новая независимая операция, поскольку именно она фиксирует в пространстве определенную метрику.

Теперь генерация П-В из базовых объектов определяется рекуррентно по последовательным «этапам». На каждом этапе все операции алгебры применяются ко всем объектам, полученным на предыдущем этапе. Обозначим D_t множество событий, построенных на этапе с порядковым номером t . Легко видеть, что $D_t \subset D_{t+1}$. Поэтому определен индуктивный предел генерации D_t как объединение D_∞ всех этапов. Это множество всюду плотно на n -мерном действительном пространстве в топологии по координатной сходимости. Поэтому в пределе генерации корректен макроскопический переход к обычной модели физического пространства-времени с метрическим тензором Q . На каждом этапе генерации появляются новые векторы, которые яв-

ляются суммами прежних векторов, обращением их направления, уменьшением всех координат вдвое или результатом трехместного умножения. Это соответствует появлению скачков от старых событий к новым. Длины (интервалы) этих скачков определяются по метрике Q . С ростом номера t этапа генерации быстро растут наибольшие скачки $2^{3^{t-1}}$ и уменьшаются наименьшие скачки $2^{3^{-t}}$. После появления скачка его интервал начинает заполняться более мелкими скачками. Можно доказать, что заполнение линии большого скачка длины S мелкими скачками длины w происходит за число этапов $T \leq 1 + \log_2(S/w)$. Это означает относительность альтернативы концепций дальнего действия и ближнего действия при взаимодействии процессов. Если измерение взаимодействия охватывает малое число этапов генерации, то наблюдаются дальнее действие или квантовые скачки. Но измерение того же процесса, которое охватывает большое число этапов генерации, покажет непрерывную цепочку близких взаимодействий.

Отметим, что использование псевдоевклидова тензора в четырёхмерном пространстве

$$Q = \text{diag} \{1, -1, -1, -1\}$$

даёт модель специальной теории относительности (пространство Минковского). А использование двух вырожденных тензоров

$$Q_T = \text{diag} \{1, 0, 0, 0\}, \quad Q_S = \text{diag} \{0, 1, 1, 1\}$$

(и, соответственно, двух трехместных умножений) даёт модель механики Галилея–Ньютона. В этом случае первый тензор соответствует времени, а второй – пространству Евклида.

Другим интересным следствием этой модели является форма выпуклой оболочки множества событий, построенных на каждом этапе генерации. Такую оболочку можно рассматривать как макроскопическое приближение к реально существующей системе событий во Вселенной. Любое физическое измерение представляет собой некоторое конечное множество событий, каждое из которых возникло на каком-то этапе генерации. Поэтому измерению соответствует некоторый набор номеров этапов. Измерение относится только к той части Вселенной, которая уже сформирована на этих этапах. На каждом этапе указанная оболочка имеет форму гипероктаэдра размерностью П-В с центром в начале координат. Диаметр фигуры монотонно растёт по номеру этапа. Диаметральные диагонали совпадают с осями координат. Если наблюдатель находится в центральной зоне этой фигуры (зона событий ранних этапов), то к нему наиболее близки зоны поверхности оболочки, лежащие в центрах граничных симплексов размерностью на единицу меньшей. Из этих зон окрестность наблюдателя будет получать наибольшее число новых событий на последующих этапах по сравнению с другими зонами границы оболочки.

С точки зрения физической интерпретации это соответствует наличию теплых направлений в «реликтовом излучении».

Для пространства Минковского пространственный срез имеет размерность три и наблюдаемая оболочка имеет форму октаэдра. У октаэдра ровно восемь граней, и, следовательно, в карте реликтового излучения должно наблюдаться восемь теплых зон. Соответственно, вершины оболочки соответствуют холодным направлениям реликтового излучения. Их в трех измерениях ровно шесть. Интересно, что эти цифры совпадают с опубликованными данными наблюдений.

Для моделирования процессов на построенной системе событий требуется построить инвариантную систему отношений на этих событиях. Можно написать общий вид такого m -арного отношения:

$$g(x_1, \dots, x_m) = G\left(\langle x_i^T Q x_j \mid i, j \in \overline{1, m} \rangle\right),$$

где аргументом правой части является кортеж всех попарных скалярных произведений векторов, аргументов левой части. Любая функция такого вида с числовыми значениями может описывать процесс или объект в пространстве согласованно с принципом относительности систем отсчета при заданной квадратичной метрике.

Этот подход может быть распространен на метрики любого типа, не сводящиеся к скалярному произведению. Изменится только трехместное умножение и вид инвариантного отношения. Главное, чтобы изменение системы отсчета наблюдателя не приводило к изменению метрики в пространстве в рамках соответствующей теории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Koganov A.V. Processes and Automorphisms on Inductor Spaces // Russian Journal Mathematic Physics. – 1996. – Vol. 4. – № 3. Jon Wiley and Sons, Ins. – S. 315–339.
2. Koganov A.V. Faithful Representations of Groups by Automorphisms of Topologies // Russian Journal of Mathematical Physics. – 2008. – Vol. 15. – № 1. – S. 66–76.
3. Коганов А.В. Класс метрических алгебр, Лоренц и Пуанкаре инвариантность операций // Десятые Юбилейные Курдюмовские чтения «Синергетика в общественных и естественных науках»: материалы международной конференции. 22–26.04.2015 г. Ч. 1. – Тверь: ТвГУ, 2015. – С. 94–98.
4. Koganov A.V. The metrix algebra class, the Lorenz and Poincare invariance of operations // 51-я Всероссийская конференция по проблемам динамики, физики частиц, физике плазмы и оптоэлектроники: тез. докл. Москва, 12–15 мая 2015 г. – М.: РУДН, 2015. – С. 101–104. (text in Russian).
5. Koganov A.V. Lorenc-invariant generator of discrete space-time on the basis of a metric algebra // ICGAC-12, Abstracts of XIIth International Conference on Gravitation, Astrophysics and Cosmology, Dedicated to the centenary of Einstein's General Relativity theory, June 28-july 5, 2015, PFUR, Moscow, Russia. – Moscow: RUDN, 2015. – S. 49–50 (text in Russian).
6. Rideout D.P., Sorkin R.D. Evidence for a continuum limit in causal set dynamics // Phys. Rev. – D (3) 63. – 2001. – № 10. – P. 104011.

7. Lovasz L., Szegedy B. Limits of dense graph sequences // J. Combin. Theory. Ser. B 96. – 2006. – № 6. – P. 933–957.
8. Krugly A.L. A sequential growth dynamics for a directed acyclic dyadic graph // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Математика. Информатика. Физика. – 2014. – № 1. – С. 124–138. arXiv: 1112.1064 [gr-qc].

PRINCIPLE OF CONTRAVIRATIVE GENERATION OF EVENTS IN PHYSICS

A.V. Koganov

Research Institute for System Studies of the Russian Academy of Sciences

We propose a concept in which the observed physical space-time is formed by a certain process of generating new events from events that have already arisen. At the same time, new events are formed in the future and in the past with respect to each old event. Thus, the whole space-time arises step-by-step as an inductive limit of the growing finite set of events, beginning with some initial set. In the geometric paradigm of physics, all interactions between objects in the physical space are subordinate to a certain metric, which is given by the metric tensor. The correspondence principle requires that the event generation model retain this metric and satisfy the principle of relativity, ie, it would have the same description in all reference frames corresponding to this metric. This property is called the contravariance of the model. Processes and objects on this space are described by relations on finite subsets of events. These relations should be invariant with respect to the change of reference systems, since the objects do not depend on the point of view on them. It turned out that such a process can be described algebraically by introducing a suitable algebra. With this approach, we can assume that it is the algorithm for generating events that generates the basic metric of space as an invariant of its contravariant transformations. In addition, we give a description of the convex hull of generated events, which has some really observable properties.

Keywords: Space-time, quadratic metric, contravariance, invariance, algorithm of generation of events, relations, algebra.

НАШИ АВТОРЫ

АРИСТОВ Владимир Владимирович – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий сектором Вычислительного центра имени А.А. Дородницына РАН.

БАБЕНКО Ирина Анатольевна – аспирантка Российского университета дружбы народов.

БОЛОХОВ Сергей Валерьевич – кандидат физико-математических наук, доцент Российского университета дружбы народов.

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

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

ВОЛКОВА Людмила Петровна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы автоматизированного проектирования» Национального исследовательского технологического университета «МИСиС».

ЕФРЕМОВ Александр Петрович – доктор физико-математических наук, профессор Российского университета дружбы народов, директор Института гравитации и космологии РУДН, академик РАЕН.

КОГАНОВ Александр Владимирович – кандидат физико-математических наук, заведующий отделом математики Научно-исследовательского института системных исследований РАН (Москва).

КРУГЛЫЙ Алексей Львович – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник отдела математики Научно-исследовательского института системных исследований РАН (Москва).

КУВШИНОВА Елена Владимировна – кандидат физико-математических наук, доцент Пермского государственного национального исследовательского университета.

КУЛАКОВ Юрий Иванович – кандидат физико-математических наук (Новосибирск), профессор Горно-Алтайского государственного университета.

МИХАЙЛИЧЕНКО Геннадий Григорьевич – доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики Горно-Алтайского государственного университета, академик РАЕН.

МОЛЧАНОВ Алексей Борисович – аспирант физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

ПАНОВ Вячеслав Федорович – доктор физико-математических наук, профессор Пермского государственного национального исследовательского университета.

ПАНЧЕЛЮГА Виктор Анатольевич – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН (г. Пущино Московской области).

СЕВАЛЬНИКОВ Андрей Юрьевич – доктор философских наук, профессор Института философии РАН, профессор кафедры логики Московского государственного лингвистического университета.

СИМОНОВ Андрей Артемович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей физики Новосибирского национального исследовательского государственного университета.

СОЛОВЬЕВ Антон Васильевич – кандидат физико-математических наук, доцент физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

ТЕРЕХОВИЧ Владислав Эрикович – кандидат философских наук, старший преподаватель кафедры философии науки и техники Института философии Санкт-Петербургского государственного университета.

ТЕРЕЩЕНКО Дмитрий Анатольевич – аспирант Института гравитации и космологии Российского университета дружбы народов.

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» (полужирный).
- ✓ Разрядка текста, абзацы и переносы, расставленные вручную, не допускаются.
- ✓ Рисунки и схемы допускаются в компьютерном формате.
- ✓ Века даются только римскими цифрами: XX век.
- ✓ Ссылки на литературу даются по факту со сквозной нумерацией (не по алфавиту) и оформляются в тексте арабскими цифрами, взятыми в квадратные скобки, после цифры ставится точка и указывается страница/страницы: [1. С. 5–6].
- ✓ Номер сноски в списке литературы дается арабскими цифрами без скобок.
- ✓ Примечания (если они необходимы) оформляются автоматическими подстрочными сносками со сквозной нумерацией.

Например:

- На место классовой организации общества приходят «общности на основе объективно существующей опасности» [2. С. 57].
- О России начала XX века Н.А. Бердяев писал, что «постыдно лишь отрицательно определяться волей врага» [3. С. 142].

ЛИТЕРАТУРА

1. Адорно Т.В. Эстетическая теория. – М.: Республика, 2001.
2. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну. – М.: Прогресс-Традиция, 2000.
3. Бердяев Н.А. Судьба России. Кризис искусства. – М.: Канон +, 2004.
4. Савичева Е.М. Ливан и Турция: конструктивный диалог в сложной региональной обстановке // Вестник РУДН, серия «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

Для заметок
