

2022, № 4 (46)

МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

МЕТАФИЗИКА

В этом номере:

- Основания физической картины мира
- Проблемы современной физики метафизического характера
- На грани физики и биологии
- К истории современных представлений о физической картине мира
- Мысли из прошлого

2022, № 4 (46)

МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2022, № 4 (46)

Основан в 2011 г.

Выходит 4 раза в год

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

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

Материалы журнала размещаются на платформе РИНЦ Российской научной электронной библиотеки

Подписной индекс – 80317

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

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

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

- **ОСНОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА**
- **ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ МЕТАФИЗИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА**
- **НА ГРАНИ ФИЗИКИ И БИОЛОГИИ**
- **К ИСТОРИИ СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЕ МИРА**
- **МЫСЛИ ИЗ ПРОШЛОГО**

Адрес редакционной коллегии:
Российский университет дружбы народов,
ул. Миклухо-Маклая, 6,
Москва, Россия, 117198
Сайты: <http://lib.rudn.ru/46>
<https://journals.rudn.ru/metaphysics>

Подписано в печать 07.11.2022 г.
Дата выхода в свет 25.12.2022 г.

Формат 70×108/16.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 19,6.
Тираж 500 экз. Заказ 1241.
Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе РУДН 115419, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3
Цена свободная

METAFIZIKA

(Metaphysics)

SCIENTIFIC JOURNAL

No. 4 (46), 2022

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

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

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

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. Belov, 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

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4

МЕТАФИЗИКА НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2022, № 4 (46)

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

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

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

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

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

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

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

ISSN 2224-7580

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4

CONTENTS

EDITORIAL NOTE (<i>Vladimirov Yu.S.</i>)	6
FOUNDATIONS OF THE PHYSICAL PICTURE OF THE WORLD	
<i>Vladimirov Yu.S.</i> Metaphysics of Relational Picture of Microworld.....	8
<i>Vekshenov S.A.</i> “Non-standard” formalism of quantum theory I: mass spectrum.....	22
<i>Babenko I.A.</i> Modern ideas about the nature of space time	51
<i>Tyutyunnikov A.A., Tereshchenko D.A., Panov V.F.</i> Pathfinding the “Field of truth”: Gedankenexperiment, Mach’s principle and the phenomenological method of variations	63
PROBLEMS OF MODERN PHYSICS OF A METAPHYSICAL NATURE	
<i>Levin S.F.</i> Dipole redshift anisotropy quasar and SN Ia supernova.....	109
<i>Belinsky A.V., Vasilkov V.V.</i> Ghost images.....	121
ON THE VERGE OF PHYSICS AND BIOLOGY	
<i>Knyazev V.N., Parshikova G.V.</i> On the features of the functioning of consciousness in the context of quantum information.....	130
<i>Bakhtiyarov K.I.</i> Unicode as an analogue of the Gencode.....	144
BACK TO HISTORY MODERN IDEAS ABOUT PHYSICAL THE PICTURE OF THE WORLD	
<i>Vizgin V.P.</i> Far and near origins of the standard model in physics of fundamental interactions (To the 150th anniversary of F. Klein’s Erlangen program and to the 100th anniversary of the birth of C. Yang)	149
<i>Nurgaliev I.S.</i> Is not it A. Einstein was mistaken 100 years ago?	170
THOUGHTS FROM THE PAST	
<i>Vasiliev A.V.</i> Philosophical significance of the theory of relativity	176
<i>Sinclair Mark.</i> Heidegger on “Possibility”. Translated from German <i>I.A. Rybakova</i> ..	190
OUR AUTHORS	222

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКЦИИ (Владимиров Ю.С.)	6
ОСНОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА	
<i>Владимиров Ю.С.</i> Метафизика реляционной картины микромира.....	8
<i>Векшенов С.А.</i> «Нестандартный» формализм квантовой теории I: спектр масс...	22
<i>Бабенко И.А.</i> Современные идеи о природе пространства-времени.....	51
<i>Тютюнников А.А., Терещенко Д.А., Панов В.Ф.</i> Пролагая пути в «поле истины»: Gedankenexperiment, принцип Маха и феноменологический метод вариаций.....	63
ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ МЕТАФИЗИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА	
<i>Левин С.Ф.</i> Дипольная анизотропия красного смещения квазаров и сверхновых типа SN Ia	109
<i>Белинский А.В., Васильков В.В.</i> Фантомные изображения.....	121
НА ГРАНИ ФИЗИКИ И БИОЛОГИИ	
<i>Князев В.Н., Паршикова Г.В.</i> Об особенностях функционирования сознания в контексте квантовой информатики	130
<i>Бахтияров К.И.</i> Уникод как аналог генкода.....	144
К ИСТОРИИ СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЕ МИРА	
<i>Визгин В.П.</i> Дальний и ближний истоки стандартной модели в физике фундаментальных взаимодействий (к 150-летию Эрлангенской программы Ф. Клейна и 100-летию со дня рождения Ч. Янга).....	149
<i>Нургалиев И.С.</i> Действительно ли А. Эйнштейн ошибся 100 лет тому назад?	170
МЫСЛИ ИЗ ПРОШЛОГО	
<i>Васильев А.В.</i> Философское значение теории относительности	176
<i>Синклер Марк.</i> Хайдеггер о «Возможности» / перевод с немецкого <i>И.А. Рыбаковой</i>	190
НАШИ АВТОРЫ	222

ОТ РЕДАКЦИИ

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4-6-7

Настоящий выпуск журнала посвящен обсуждению проблем метафизического характера в фундаментальной физике. Он составлен в период подготовки очередной, шестой Российской конференции «Основания фундаментальной физики и математики», ежегодно проводимой на базе Института гравитации и космологии при Российском университете дружбы народов. Номер журнала состоит из пяти разделов.

В первом разделе «Основания физической картины мира» содержатся статьи, в которых обсуждаются главным образом принципы реляционной картины мира и их следствия. К таковым относятся проблема вывода общепринятых понятий классического пространства-времени из принципов реляционной парадигмы, обсуждение сути и значимости принципа Маха, обоснование видов элементарных частиц, значений их зарядов и масс и некоторые другие важные вопросы.

Во втором разделе «Проблемы современной физики метафизического характера» содержатся две статьи. В статье С.Ф. Левина изложены результаты анализа экспериментов по красному смещению квазаров и сверхновых, имеющие большое значение для уточнения наших представлений о структуре Вселенной в целом. В следующей статье – А.В. Белинского и В.В. Василькова – рассмотрены закономерности физики в малых масштабах, точнее, обсуждены свойства так называемых фантомных изображений.

В настоящее время значительный интерес представляют пограничные проблемы физики и биологии. К таковым, в частности, относятся вопросы, обсужденные в статьях третьего раздела журнала «На грани физики и биологии». Так, в статье В.Н. Князева и Г.В. Паршиковой рассмотрены особенности функционирования сознания с позиций квантовой информатики. Ранее начатое в нашем журнале обсуждение метафизических принципов в генетике продолжено в статье К.И. Бахтиярова.

Ряд статей четвертого раздела посвящен юбилейным событиям. Так, статья выдающегося отечественного историка физики В.П. Визгина написана в связи со 150-летием Эрлангенской программы Ф. Клейна и со 100-летним юбилеем со дня рождения Ч. Янга, одного из создателей калибровочной теории взаимодействий, а в статье И.С. Нурғалиева обсуждено 100-летие досадного, по мнению автора, отказа А. Эйнштейна от космологического члена.

Наконец, в пятом разделе «Мысли из прошлого» помещены две статьи. В статье известного российского физика-теоретика начала XX века А.В. Васильева представлен философский взгляд на теорию относительности с позиций начала 20-х годов прошлого столетия. В статье подчеркнута значимость идей общей теории относительности и, что особенно важно, отмечена существенная роль Э. Маха в развитии этого направления физики. В другой статье Марка Синклера изложены взгляды Хайдеггера на понятие «возможности».

В следующем номере нашего журнала намечена публикация материалов, отражающих наиболее интересные выступления на 6-й Российской конференции «Основания фундаментальной физики и математики».

Ю.С. Владимиров

ОСНОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4-8-21

МЕТАФИЗИКА РЕЛЯЦИОННОЙ КАРТИНЫ МИКРОМИРА

Ю.С. Владимиров

*Физический факультет Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова*

Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинские Горы, д. 1, стр. 2

Институт гравитации и космологии

Российского университета дружбы народов

Российская Федерация, 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3

Аннотация. В статье указаны принципы и основные понятия бинарной предгеометрии, развиваемой в рамках реляционной парадигмы на основе математического аппарата бинарных систем комплексных отношений ранга (4,4). Предложено описание элементарных частиц (адронов) через значения корней характеристического уравнения комплексных 3×3 -матриц. Показано, что барионы описываются решениями подтипа I алгебраической классификации, а мезоны описываются решениями подтипов *D* и *O* (с совпадающими корнями). На этой основе обоснованы известные виды адронов, значения их электрических зарядов и приведены алгебраические формулы для их масс. Показано, что мезонные решения лежат также в основе трех ядерных структур периодической таблицы Менделеева.

Ключевые слова: реляционная парадигма, бинарные системы комплексных отношений, характеристические уравнения, барионы, мезоны, таблица Менделеева

Вполне возможно, что XXI век принесет еще более удивительные открытия, чем те, которыми нас порадовал XX век. Но чтобы это произошло, необходимы глубокие новые идеи, которые направят нас по существенно иному пути, нежели тот, которым мы идем сейчас. Возможно, главное, что нам требуется, это какое-то тонкое изменение взгляда на мир – что-то такое, что все мы утратили.

Роджер Пенроуз [1. С. 862]

Введение

В ряде наших предыдущих статей [2; 3] уже отмечался метафизический характер развиваемой в нашей группе реляционной картины мира. Отмечалось, что исследования оснований физической картины мира, во-первых, тесно смыкаются с философией, точнее, с тем ее разделом, который традици-

онно принято относить к метафизике, и, во-вторых, ныне мало лишь признания важности метафизики, необходимо приступить к формулировке ключевых метафизических принципов и самым существенным образом начать их использовать в исследованиях оснований физики. В наших работах (см. [4]) уже назывались три ключевых метафизических принципа: 1) принцип дуализма, в частности проявляющийся в двух подходах к физической реальности: редукционизм (построение целого из частей) и холизм (описание частей из свойств целого), 2) принцип тринитарности, в редукционистском подходе выступающий как принцип троичности, а в холистическом подходе как принцип триединства, 3) принцип процессуальности, означающий, что в основании мироустройства лежит его эволюция, развитие.

Названные метафизические принципы можно разглядеть в основаниях ряда мировых религиозно-философских учений, в частности в христианстве, где в Догмате Святой Троицы провозглашено триединство трех ипостасей Бога, и в китайском даосизме, провозгласившем: Единое (дао) рождает двоицу, двоица рождает троицу, а троица все остальное. Названные учения имеют явно холистический характер.

Современная фундаментальная физика строится в рамках редукционизма, долгое время доминировавшего в Европе. В частности, ньютоновская классическая физика опирается на второй закон Ньютона $ma = F$, провозглашающий видение физической картины мира на базе трех (самостоятельных) физических категорий: частиц (масса m), пространства-времени (ускорение a) и полей переносчиков взаимодействий (сила F). Этот подход естественно назвать исследованиями в рамках триалистической парадигмы.

В XX веке проявлялось стремление к холизму, приведшему к созданию трех дуалистических парадигм, где тремя способами объединялись пары ньютоновских категорий в единую новую: геометрической, объединяющей пространство-время и поля переносчиков взаимодействий, теоретико-полевой, в которой объединяются поля и частицы, и реляционной, основанной на категориях частиц и отношений между ними. При этом доминирующими были первые две, породившие постановку фундаментальной проблемы объединения их принципов, что трактовалось как необходимость построения «квантовой теории гравитации». В XX веке эта проблема так и не была решена, что заставило обратить внимание на наличие третьей – реляционной парадигмы, заложенной в трудах Г. Лейбница и Э. Маха, но в минувшем столетии оказавшейся в тени.

Для развития фундаментальной физики чрезвычайно важной оказалась неоднократно высказывавшаяся в XX веке мысль о неприменимости классических пространственно-временных представлений в физике микромира и связанная с этим идея о необходимости поиска самостоятельной системы понятий и принципов, присущих физике микромира, из которой можно было бы вывести и обосновать не только свойства микромира, но и, в частности, свойства классической геометрии: 4-мерность пространства-времени, его сигнатуру, квадратичное мероопределение и т.д. Время показало, что эту проблему невозможно решить ни в рамках геометрической, ни в рамках теоретико-по-

левой парадигм, самым существенным образом опирающихся на априорно заданное пространство-время. Выйти на решение данной проблемы возможно лишь в рамках реляционной парадигмы, в которой вместо пространства-времени вводится более общее понятие отношений между элементами теории.

Для реализации сформулированной проблемы требовался соответствующий математический аппарат. Попытки его создания (вне явной связи с метафизикой) активно предпринимались во второй половине XX века, в частности, в виде разработки S -матричной формулировки квантовой механики. В ее основе было постулирование двух множеств состояний микросистем и задания комплексных отношений между состояниями в этих множествах. В этих работах фактически отображались все три метафизических принципа: два множества состояний соответствовали принципу дуализма, S -матрица отношений – проявлению третьего начала в метафизическом принципе тринитарности, а сам факт перехода соответствовал метафизическому принципу процессуальности. Однако эти исследования оказались неудачными из-за того, что теория по-прежнему строилась на фоне так или иначе заданного классического пространства-времени.

В конце XX века необходимый математический аппарат был создан в виде теории бинарных систем комплексных отношений (БСКО). Предпосылки этого аппарата были заложены в трудах группы Ю.И. Кулакова и Г.Г. Михайличенко в рамках так называемой теории физических структур [5; 6]. Развитая в нашей группе теория БСКО оказалась самым непосредственным образом реализующей названные выше три метафизических принципа. Во-первых, эта теория строится не на одном множестве точек, как это принято в общепринятых геометриях, а на двух множествах элементов, во-вторых, в этой теории вводятся комплексные отношения между элементами двух множеств и, в-третьих, сам переход соответствует третьему метафизическому принципу. В этой теории никак не используются пространственно-временные понятия, как это делалось в S -матричной формулировке квантовой механики, и показывается, что отношения между элементами двух множеств элементов удовлетворяют неким алгебраическим законам, следующим из свойств симметрии. Более того, показывается, что путем своеобразной склейки элементов двух множеств в одно единое множество можно получить реляционную трактовку общепринятых геометрий на одном множестве элементов.

В теории БСКО важными понятиями являются закон и ранг (r, s) , показывающий количество элементов s в одном и количество элементов r в другом множестве, отношения между которыми связываются законом. Имеются и другие понятия: эталонные элементы, фундаментальная симметрия, фундаментальные отношения и т. д. В наших работах было показано, что в основе реляционной картины мира лежат БСКО трех минимальных симметричных рангов $(2,2)$, $(3,3)$ и $(4,4)$. При этом минимальный ранг $(2,2)$ является подсистемой всех остальных БСКО ранга (r, r) , а элементы БСКО следующего ранга $(3,3)$ описываются 2-компонентными спинорами.

Этот факт следует трактовать как обоснование спинорного характера элементарных частиц, если положить, что в основе наблюдаемой физической

картины мира лежат закономерности, описываемые БСКО ранга (3,3). Более того, исходя из общих свойств бинарных систем отношений, склейкой элементов двух множеств этой БСКО в элементы единого одного множества можно перейти к общепринятым геометриям 4-мерного пространства-времени. Этот переход соответствует общеизвестному способу построения векторов из 2-компонентных спиноров. Таким образом можно приступить к реляционному обоснованию 4-мерности классического пространства-времени, его сигнатуры и квадратичного мероопределения [7].

На основе математического аппарата БСКО ранга (3,3) выводятся основные положения квантовой электродинамики без исходного использования понятий классического пространства-времени. Более того, на основе этого аппарата можно приступить к построению электрогравитации [8] в виде теорий прямых межчастичных электромагнитных, гравитационных и скалярных взаимодействий, развивавшихся независимо от теории БСКО рядом авторов.

Однако для описания сильных и электрослабых взаимодействий оказалось недостаточно математического аппарата БСКО ранга (3,3), – необходимо было перейти к теории на основе БСКО более высокого ранга (4,4). Этот переход можно уподобить тому, как в рамках геометрической парадигмы для описания электромагнетизма вдобавок к гравитации в эйнштейновской общей теории относительности оказался необходимым переход к 5-мерной теории гравитации и электромагнетизма Калуцы. В нашей книге [9] изложены основные положения и следствия теории, основанной на математическом аппарате БСКО ранга (4,4). Данная статья посвящена обсуждению части этих следствий, касающихся обоснованию свойств частиц, участвующих в сильных взаимодействиях (адронов), их видов, значений зарядов и масс.

1. Обоснование видов барионов, их зарядов и масс

1. Если в теории БСКО ранга (3,3) элементы описывались 2-компонентными спинорами, то в теории на основе БСКО ранга (4,4), названной **бинарной предгеометрией**, элементы описываются 3-компонентными финслеровыми спинорами. Кроме того, если в теории ранга (3,3) частицы строились из двух 2-компонентных спиноров (левых и правых компонент), то в бинарной предгеометрии частицы формируются из трех 3-компонентных спиноров. Это соответствует их описанию комплексными 3×3 -матрицами – минорами максимального отличного от нуля ранга в законе БСКО ранга (4,4). Этот факт соответствует тому, что в стандартной хромодинамике барионы строятся из трех кварков, то есть в данном случае элементы, описываемые 3-компонентными финслеровыми спинорами, соответствуют общепринятым кваркам.

2. Однако в бинарной предгеометрии имеется принципиальное отличие от калибровочной хромодинамики. В общепринятой калибровочной хромодинамике действуют согласно редукционистскому подходу – свойства целой частицы слагаются из суммы свойств составляющих ее кварков. Кварками первого поколения объявляются *u*-кварки с электрическим зарядом $Q = +2/3$ и *d*-кварки с зарядом $Q = -1/3$. Полагается, что протоны состоят из двух

u -кварков и одного d -кварка, а нейтрон, наоборот, из двух d -кварков и одного u -кварка, что, например, и определяет единичный положительный заряд протона и нейтральный заряд нейтрона. Однако отдельно кварки не наблюдаются, что ставит под вопрос обоснованность их постулированных свойств.

В бинарной предгеометрии предлагается действовать метафизически противоположным образом – на основе холистического подхода, – предлагается описывать свойства частицы (целого) объединенными (нераздельными) вкладками всех трех элементов, Это достигается использованием алгебраической классификации комплексных 3×3 -матриц состояний барионов, а именно нахождением корней их характеристических уравнений и затем из значений корней определением свойств барионов: их заряда, вида барионов и значений их масс.

3. Напомним, что метод алгебраической классификации комплексных 3×3 -матриц был применен А.З. Петровым для классификации пространств Эйнштейна [10]. Было показано, что имеются три типа решений (пространств), образующих 6 подтипов. В данном случае нас будет интересовать первый тип, состоящий из трех подтипов: подтипа I , соответствующего трем разным корням характеристического уравнения, подтипа D , соответствующего случаю двух совпадающих корней, и подтипа O , когда все три корня совпадают.

В дальнейшем будем придерживаться данного наименования трех видов решений кубического характеристического уравнения

$$\lambda^3 - b\lambda^2 + c\lambda - q^3 = 0. \quad (1)$$

Проведенный анализ показывает, что в рамках бинарной предгеометрии барионы описываются решениями подтипа I , а мезоны подтипами D и O . Все это соответствует реализации метафизического принципа тринитарности.

4. Очевидно, что три финслеровых спинора, образующих элементарную частицу, не произвольны, а удовлетворяют нескольким естественным условиям, каковыми являются их эквивалентность, равенство нулю их парных отношений (их слитность) и нормировка детерминанта 3×3 -матрицы состояния. Это определяет зависимость 3×3 -матрицы от 8 вещественных параметров. Более того, эти условия приводят к тому, что коэффициент c в характеристическом уравнении (1) однозначно выражается через коэффициенты b и q , то есть решения характеристического уравнения определяются лишь значениями двух коэффициентов.

5. В бинарной предгеометрии полагается, что в конечном счете состояния адронов определяются одной константой, в качестве которой выступает значение q . Это означает, что коэффициент b простейшим образом (через простейшие целые числа 0, 1, 2, 3) выражается через значение q .

Легко показать, что при q вещественном и больше нуля имеются три варианта решений подтипа I для значений: $q = 0$, $q = 1$, $q = 2$. Корни всех таких вариантов решений различны и лежат на одной и той же окружности радиуса q . Следующие простейшие целые числа – 1 и 3 приводят к (мезонным) решениям подтипов D или O .

6. Аналогичные три варианта решений имеют место при отрицательном значении q . Итого получается две пары вещественных решений. Те же закономерности имеют место и для чисто мнимых значениях q . В итоге получается 12 простейших вариантов решений подтипа I .

Далее на базе значений троек корней полученных 12 вариантов решений предлагается определять основные свойства барионов: их электрические заряды, принадлежность к тому или иному виду барионов и их массы.

7. **Значения электрических зарядов** предлагается определять суммой проекций трех различных корней на вещественную или мнимую ось соответствующего варианта решения. Это означает, что каждый вариант решения характеризуется парой значений электрического заряда. При этом оказывается, что из 12 вариантов решений 4 обладают одинаковыми парами нулевых зарядов, имеются варианты, обладающие единичными положительными или отрицательными зарядами и варианты, обладающие двойным электрическим зарядом.

Названные значения электрических зарядов соответствуют экспериментально наблюдаемым зарядам. Так, известно, что нулевыми значениями зарядов обладают N -, Σ -, Δ -, Ξ -гипероны, а также Λ -гипероны. К названным видам гиперонов относятся также барионы, обладающие единичным электрическим зарядом. Известно также, что имеются Δ -гипероны, обладающие двойным положительным зарядом.

8. **Принадлежность к различным видам гиперонов** определяется суммами весовых вкладов троек корней вариантов решений. Легко показать, что 12 указанных вариантов решений характеризуется 8 видами корней, которым приписываются весовые вклады, определяемые отношениями простейших целых чисел (см. в [9]). Эти весовые вклады таковы, что из соответствующих тройных сумм получается 5 видов значений параметра $n_2 = -1, 0, +1, +2, +3$. При этом оказывается, что 12 вариантов решений распределяются следующим образом по этим значениям параметра:

$n_2 = -1$ получается единожды, – этот вариант решения сопоставляется Λ -гиперонам;

$n_2 = 0$ получается дважды, – этот вариант сопоставляется N -гиперонам;

$n_2 = +1$ получается трижды, – этот вариант сопоставляется Σ -гиперонам;

$n_2 = +2$ получается четырежды, – этот вариант сопоставляется Δ -гиперонам;

$n_2 = +3$ получается дважды, – этот вариант сопоставляется Ξ -гиперонам.

Очевидно выполнение соотношения: $1 + 2 + 3 + 4 + 2 = 12$.

Естественно сопоставить значение параметра n_2 общепринятому изотопическому спину $J = n_2/2$, который характеризует число возможных подвидов соответствующего вида гиперонов.

Отметим, что наличие весовых вкладов корней соответствующих вариантов решений является удивительным свойством Природы. В нашей работе [9] этот вопрос обсужден более подробно. Здесь лишь укажем, что наиболее простое представление весовых вкладов вариантов решений выглядит для случая мезонных решений, изложено ниже.

9. В нашей работе [9] показано, что значения масс m_G гиперонов определяются тремя факторами: во-первых, значением массы протона $m_p \approx 940$ МэВ – единственного стабильного бариона (все остальные барионы нестабильны), во-вторых, значением целочисленного параметра n_1 , и, в-третьих, значением второго, ранее введенного целочисленного параметра n_2 , согласно формуле

$$m_G = m_p (1 + n_1/8 + n_2/24). \quad (2)$$

В этой формуле примечательны целочисленные значения знаменателей при двух введенных параметрах. Они опять выражаются через два вида простейших целых чисел, фактически фигурирующих в названных выше ключевых метафизических принципах. Так, первый знаменатель представляется в виде $8 = 2^3$, а второй знаменатель $24 = 3 \times 2^3$.

Наиболее яркое подтверждение справедливости этой формулы имеет место для случая N -барионов, к которым принадлежат протон и нейтрон, и для которых $n_2 = 0$. Для этого вида барионов массы определяются значениями одного параметра n_1 .

10. В нашей книге [9] выписан ряд таблиц, в которых сопоставляются теоретические значения масс, даваемые формулой (2), с экспериментально наблюдаемыми массами, приводимыми в таблице 2020 года.

2. Обоснование мезонов, их видов, зарядов и масс

В работе [9] аналогичным образом дано реляционное обоснование видов мезонов, их зарядов и значений масс.

1. Как уже отмечалось, состояния мезонов описываются решениями подтипов D и O первого типа характеристического уравнения (1) с простейшими видами комплексных коэффициентов b и q .

2. Имеются четыре вида таких решений подтипа O . Они соответствуют четырем видам указанных выше краевых решений с коэффициентом $b = 3q$, где q может быть вещественным положительным или отрицательным, а также чисто мнимым со значением плюс и минус. Легко видеть, что все четыре вида одинаковых троек корней по модулю равны q и лежат на концах горизонтального и вертикального диаметров окружности радиуса q .

3. Для решений подтипа D , во-первых, имеют место четыре пограничных решения со значениями коэффициента $b = -q$ (при q положительном и отрицательном) и два аналогичных решения при мнимых q . Корни этих видов решений характеристического уравнения также лежат на окружности радиуса q , причем на разных концах горизонтального или вертикального диаметра.

Во-вторых, имеется четыре пары вариантов характеристического уравнения (1), когда коэффициент b выражается через q посредством комплексных коэффициентов $b = (b_1 + ib_2) q$, где b_1 и b_2 принимают значения 1 и 2 с положительным и отрицательным знаками. Итого имеется $8 + 4 = 12$ названных простейших видов решений подтипа D . Легко убедиться, что корни всех вариантов таких решений также лежат на одной окружности радиуса q , только

в отличие от первого варианта они лежат на концах разных вертикального или горизонтального диаметров.

Все 12 решений двух видов указанных вариантов решений подтипа D продемонстрированы на рис. 1. Этим решениям соответствуют 12 отрезков, соединяющих все возможные пары точек на концах горизонтального и вертикального диаметров.

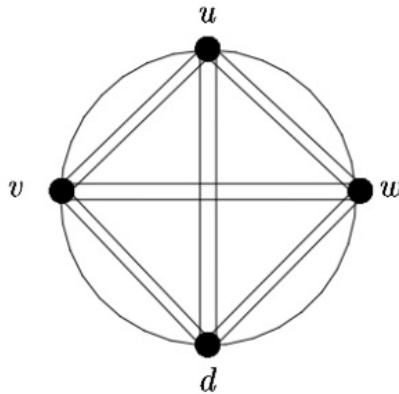


Рис. 1. Четыре вида мезонных корней и соответствующие им решения подтипа D

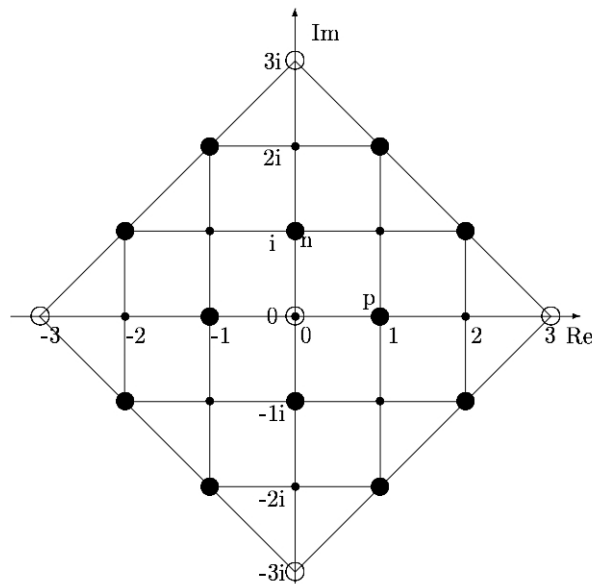


Рис. 2. Соотношение ключевых решений, описывающих состояния ядер в сильных взаимодействиях

4. Все рассмотренные выше барионные и мезонные решения проиллюстрированы также иным образом – по значениям зависимости коэффициента b от q . Малыми черными точками отмечены корни, соответствующие барионным решениям, крупными черными точками помечены корни, соответствующие мезонным решениям подтипа D , а белыми кружками обозначены корни мезонных решений подтипа O (рис. 2).

5. В общепринятых таблицах по значениям электрических зарядов мезоны делятся на нейтральные и заряженные. Естественно полагать, что заряды мезонов определяются по тем же правилам, что и заряды барионов, то есть суммами проекций корней на вещественную и мнимую оси. При этом имеется ряд особенностей.

Так, из анализа следует, что все четыре решения, соответствующие подтипу O , следует отнести к нейтральным решениям, что соответствует учету проекций корней на ось, противоположную той, на которой они лежат.

Для тех четырех решений подтипа D , все корни которых лежат либо на горизонтальном, либо на вертикальном диаметрах, справедливо то же правило, что и для решений подтипа O , то есть они также являются нейтральными.

Все решения, корни которых лежат на разных диаметрах, а таковых также восемь, относятся к заряженным видам мезонов.

6. Принадлежность мезонов к различным видам, как и в случае барионов, определяется через суммы весовых вкладов корней. Эти суммы также определяют значения параметра n_2 . Для мезонных решений имеются всего четыре вида корней, причем они обладают чрезвычайно простыми весовыми значениями:

$$d = 0; u = 1; v = 2, w = 3. \quad (3)$$

Учитывая совпадения пар корней, легко показать, что для решений подтипа D получается 8 различных значений параметра n_2 , причем некоторые его значения соответствуют как нейтральным, так и заряженным мезонам.

Если симметрично учитывать подтипы D и O , то получается 10 вариантов видов мезонов.

7. Значения масс мезонов опять определяются через массу протона и два прежних параметра посредством следующей формулы:

$$m_m = m_p (1 + n_1/8 + n_2/54), \quad (4)$$

где $n_2 = 0$ соответствует мю-мезонам. Это заставляет сдвинуть значения весовых вкладов влево на $2/3$ так, что значения (3) преобразуются следующим образом:

$$d = -2/3; u = 1/3; v = 4/3; w = 7/3. \quad (5)$$

В нашей книге [9] произведено сопоставление теоретических значений масс мезонов (4) с экспериментальными данными в виде 2-мерных таблиц и показано достаточно приемлемое соответствие.

3. Единство закономерностей в физике адронов и в структуре таблицы Менделеева

1. Очевидно, что в основе таблицы Менделеева лежат закономерности атомных ядер, то есть теории сильных взаимодействий. Выше были рассмотрены свойства состояний элементарных частиц, участвующих в сильных взаимодействиях. Это дает достаточно оснований полагать, что, по крайней

мере, часть из рассмотренных закономерностей в структуре элементарных частиц присуща и атомным ядрам.

2. Анализ данной проблемы действительно проявляет ряд общих закономерностей в структурах элементарных частиц и в таблице Менделеева. Назовем главные из них.

1) Как известно, таблица Менделеева имеет 2-мерную структуру. Она состоит из более десятка рядов, в каждом из которых содержатся определенные количества элементов. Как было показано выше, значения масс адронов характеризуются двумя параметрами n_1 и n_2 . В нашей работе [9] были представлены 2-мерные блок-схемы значений масс барионов и мезонов.

2) Известно, что основные ряды таблицы Менделеева содержат по 10 или по 8 элементов. Аналогичная закономерность уже отмечалась в наличии 8 подвидов мезонов, описываемых решениями подтипа D характеристического уравнения, а также 10 подвидов всех решений, когда симметричным образом рассматриваются D и O решения.

3) Имеется ограниченность в значениях параметра n_1 для экспериментально наблюдаемых мезонов рассмотренных выше видов. Аналогичное обстоятельство имеет место и в таблице Менделеева, содержащей 11 рядов плюс два ряда из лантаноидов и актиноидов.

4) Имеющиеся экспериментальные данные об энергиях связи атомных ядер свидетельствуют о том, что эти энергии лежат в пределах от нуля до примерно двух с половиной энергий, определяемых массой протона, тогда как, согласно приведенным выше формулам (2) и (3), массы барионов и мезонов в основном определяются значениями в пределах от массы протона до также примерно двух с половиной масс m_p .

3. В связи с указанными аналогиями в свойствах состояний элементарных частиц и в структуре таблицы Менделеева уместно привести высказывание самого Менделеева: «Широкая приложимость периодического закона, при отсутствии понимания его причины, – есть один из указателей того, что он очень нов и глубоко проникает в природу химических явлений...» [11. С. 273]. «...Периодическая изменяемость простых и сложных тел подчиняется некоторому высшему закону, природу которого, а тем более причину, ныне еще нет средства охватить. По всей вероятности, она кроется в основных началах внутренней механики атомов и частиц» [11. С. 383].

Как известно, первый вариант таблицы Менделеева был предложен полтора века тому назад. За прошедшее время таблица многократно уточнялась и предпринимались настойчивые попытки ее обоснования на основе неких более глубоких соображений. В XX веке, как правило, это делалось на базе общепринятой теоретико-полевой парадигмы, то есть на фоне априорно заданного классического пространства-времени, где ядро рассматривалось как компактная положительно заряженная частица. Полученные на этом пути результаты выявили ряд любопытных закономерностей, однако достаточно полного обоснования структуры и свойств таблицы Менделеева так и не было предложено. Содержание бинарной предгеометрии показывает, что ныне уже сложились условия для ответа на поставленные Менделеевым вопросы.

4. Особо следует отметить, что предпринимавшиеся попытки обоснования таблицы Менделеева делались, главным образом, на фоне пространства-времени. В связи с этим следует напомнить что ряд мыслителей XX века уже заявляли о неприменимости классических пространственно-временных представлений в физике микромира. В этом же ключе высказывался и Ю.И. Кулаков, создатель теории физических структур – предтечи теории БСКО. Он писал: «Следует отметить, что для понимания общего принципа, лежащего в основании предлагаемой Таблицы (варианта ее обоснования Ю.И. Кулаковым и Ю.Б. Румером), нет необходимости в знании квантовой механики» [6. С. 632]. В другом месте своей книги он писал: «Однако значение Периодической таблицы химических элементов не ограничивается прикладными и полуприкладными областями физики и химии. Эта таблица может явиться „золотым ключиком“, открывающим дверь, ведущую из эмпирического мира материальной действительности в мир новой реальности» [6. С. 631]. (Отметим, что подход Кулакова – Румера принципиально отличается от нашего.)

4. Реляционное обоснование ядерных структур таблицы Менделеева

В нашей книге [9] предложено обоснование таблицы Менделеева на базе изложенных выше закономерностей бинарной предгеометрии. Кратко перечислим основные положения этого обоснования.

1. Произведенный анализ показывает, что структура периодической таблицы Менделеева в значительной степени определяется закономерностями, присущими именно совокупности состояний мезонов. В рамках бинарной предгеометрии предлагается следующее обоснование этого феномена.

Как уже отмечалось, состояния мезонов описываются решениями характеристического уравнения подтипов D и O , то есть вариантами решений с двумя или с тремя совпадающими корнями. В случае таблицы Менделеева легко усмотреть характерную закономерность в ядрах химических элементов: их атомный вес (количество нуклонов в ядре) превышает удвоенный заряд ядра. Это дает основание полагать, что при описании структуры атомных ядер следует считать, что значение электрического заряда ядра определяется не простой совокупностью протонов, а совокупностью «слипшихся» пар из протона и нейтрона. Это означает, что совокупность нейтронов в ядре делится на совокупность нейтронов, «слипшихся» с протонами, и на совокупность из дополнительных нейтронов. Если к этому добавить совокупность протонов, то все это позволяет утверждать, что *в структуре атомных ядер реализуется метафизический принцип тринитарности*. При этом факт «слипания» части нейтронов с протонами естественно уподобить использованию решений характеристического уравнения с парой совпадающих корней.

2. Дальнейший анализ показывает, что периодическая таблица Менделеева обладает не одной, как это принято считать, а *тремя ядерными структурами*: а) зарядовой структурой, соответствующей общепринятым вариантам таблицы, б) структурой дополнительных нейтронов и в) структурой энергий

связи атомных ядер. Этот факт опять соответствует метафизическому принципу тринитарности.

3. **Зарядовая структура** таблицы Менделеева фактически соответствует блок-схеме состояний мезонов. Выше уже было отмечено, что, используя весовые вклады четырех возможных корней, естественно получить два вида значений параметра n_2 : а) если использовать лишь решения подтипа D , то получается 8 значений этого параметра и б) если симметричным образом использовать решения подтипов D и O , то получается 10 возможных значений параметра n_2 , изменяющегося от 1 до 10. Эти мезонные закономерности соответствуют тому факту, что в периодической таблице Менделеева основные периоды расщепляются на пары рядов: а) ряды из 8 элементов и б) ряды из 10 элементов, что естественно считать проявлением одних и тех же закономерностей в структурах мезонов и атомных ядер элементов таблицы Менделеева.

4. **Структура дополнительных нейтронов** связана с тем фактом, что элементы таблицы Менделеева обладают значительным числом изотопов, характеризующихся различным числом дополнительных нейтронов. Анализ показывает, что в среднем в каждом удлиненном (зарядовом) ряду из 10 элементов происходит добавление (в целом) примерно 4 дополнительных нейтронов, тогда как в рядах из 8 элементов происходит добавление (в целом) примерно 8 дополнительных нейтронов. Этот факт можно связать с тем, что подтип O решений характеристического уравнения характеризуется 4 значениями параметра n_2 , а подтип D решений, как уже отмечалось, характеризуется 8 значениями этого параметра.

Таким образом, в указанных двух структурах таблицы Менделеева фактически реализуются три варианта учета D и O подтипов решений:

- а) симметричный вариант из 10 значений параметра n_2 , когда два подтипа D и O учитываются эквивалентно;
- б) вариант в зарядовой и нейтронной структурах, когда в рядах из 8 элементов учитывается лишь подтип D решений;
- в) вариант в нейтронной структуре, когда реализуется лишь подтип O .

5. **Структура энергий связи** имеет важное практическое значение при расчетах ядерных реакций. В ряде публикаций указываются значения энергий связи в ядрах различных элементов и их изотопов (см., например, [12]). Из этих таблиц видно, что энергии связи ядер элементов таблицы Менделеева лежат в пределах от нуля до примерно двух с лишним масс протона, что, начиная со значения массы протона, примерно соответствует массам барионов и мезонов. В нашей книге [9] приведено совместное изображение блок-схем трех ядерных структур таблицы Менделеева, которое демонстрирует корреляцию значений энергий связи с параметрами зарядовой и нейтронной структур.

Выводы и замечания

1. Прежде всего, следует подчеркнуть, что изложенные выше следствия, вытекающие из бинарной предгеометрии, действительно подтверждают

давно высказанные соображения о том, что классические пространственно-временные представления теряют силу в физике микромира и им на смену приходит система более первичных понятий и закономерностей, присущая физике микромира.

2. На самом элементарном уровне бинарной предгеометрии основные характеристики элементарных частиц определяются, главным образом, первыми целыми числами 1, 2, 3, фактически фигурирующими в трех названных метафизических принципах.

3. Описание оснований физической картины микромира в рамках бинарной предгеометрии демонстрирует, что Природа, противящаяся реализации вскрытых реляционных закономерностей в свойствах отдельных элементарных частиц (барионов и мезонов), соглашается на устойчивое их проявление в совокупностях из трех видов этих частиц: 1) протонов, 2) нейтронов, связанных с протонами, и 3) дополнительных нейтронов. Эти три множества фактически соответствуют трем элементам в структуре отдельных адронов. При этом оказывается, что множество таких устойчивых образований также не безгранично, а ограничено.

4. Как известно, периодическая таблица элементов Менделеева строилась на основе химических свойств элементов, то есть на базе электромагнитных свойств, тогда как изложенный здесь материал опирается на закономерности сильных взаимодействий. Этот факт чрезвычайно важен, из него следуют два принципиально важных вывода: 1) наличие некоего соответствия закономерностей сильных и электромагнитных взаимодействий и 2) свидетельство о том, что в основе физической картины мира, построенного из вещества, лежат закономерности именно сильных взаимодействий. Все это свидетельствует о необходимости разработки перехода от закономерностей сильных взаимодействий к закономерностям сначала электрослабых, а затем электромагнитных взаимодействий. Этот вопрос частично рассмотрен в нашей книге [9]. Более подробно обсудить этот вопрос предполагается в отдельной публикации. Здесь же лишь приведем высказывание Ю.И. Кулакова: «Таким образом, в принципе невозможно описывать многоэлектронные атомы по образцу атома водорода „водородными“ квантовыми числами n, l, m, m_s . А это значит, что, строго говоря, мы до сих пор не знаем, даже в рамках существующей квантовой механики, как „устроены“ любые атомы, за исключением атома водорода. Вместо многоэлектронного атома мы имеем дело с его неадекватной боровской моделью образца 1921 года, которая без каких-либо оснований выдается за истинное устройство атомов» [6. С. 646].

5. В заключение данной статьи уместно напомнить пророческое высказывание известного отечественного химика А.Е. Ферсмана, который писал: «Будут появляться и умирать новые теории, блестящие обобщения. Новые представления будут сменять ныне уже устаревшие понятия об атоме и электроны. Величайшие открытия и эксперименты будут сводить на нет прошлое и открывать на сегодня невероятные по новизне и широте горизонты, – все это будет приходить и уходить, но периодический закон Д.И. Менделеева будет всегда жить и руководить исканиями» [13].

Литература

1. Пенроуз Р. Путь к реальности, или Законы, управляющие Вселенной. М.: Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2007.
2. Владимиров Ю. С. Основания физических теорий и их классификация // Метафизика. 2020. № 3 (37). С. 10–25.
3. Владимиров Ю. С. Метафизический характер реляционной картины мира (бинарной геометрофизики) // Метафизика. 2022. № 1 (43). С. 8–18.
4. Владимиров Ю. С. Метафизика. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
5. Кулаков Ю. И. (С дополнением Г. Г. Михайличенко). Элементы теории физических структур. Новосибирск: Изд-во Новосибирского гос. ун-та, 1968.
6. Кулаков Ю. И. Теория физических структур. М.: Доминико, 2004.
7. Владимиров Ю. С. Реляционная картина мира. Книга 2: От бинарной предгеометрии микромира к геометрии и физике макромира. М.: ЛЕНАНД, 2021.
8. Владимиров Ю. С. Реляционная картина мира. Книга 1: Реляционная концепция геометрии и классической физики. М.: ЛЕНАНД, 2021.
9. Владимиров Ю. С. Реляционная картина мира. Книга 3: От состояний элементарных частиц к структурам таблицы Менделеева. М.: ЛЕНАНД, 2022.
10. Петров А. З. Новые методы в общей теории относительности. М.: Наука, 1966. 2-е изд. М.: URSS, 2010.
11. Менделеев Д. И. Периодический закон. Классики науки. Дополнительные материалы. М.: Изд-во АН СССР, 1960.
12. Сафаров Р. Х. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Казань, 2008.
13. Ферсман А. Е. Периодический закон Д. И. Менделеева в свете современной науки // Книга «Периодический закон Д. И. Менделеева и его философское значение». М.: Госполитиздат, 1947.

METAPHYSICS OF RELATIONAL PICTURE OF MICROWORLD

Yu.S. Vladimirov

*Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University
1, build. 2, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation
Institute of Gravity and Cosmology, Peoples' Friendship University of Russia
(RUDN University)
3 Ordzhonikidze St, Moscow, 115419, Russian Federation*

Abstract. The paper indicates principles and fundamentals of binary pre-geometry in the framework of the relational paradigm based on the formalism of binary systems of complex relations of rank (4,4). Description of elementary particles (hadrons) in terms of the values of roots of the characteristic equation of complex 3×3 -matrices has been proposed. The baryons are shown to be described by the subtype I solutions of algebraic classification, and the mesons by D and O ones (with identical roots), which justifies the conventional types of hadrons, the values of their electric charges. Algebraic formulae for their mass have been presented. The meson solutions form the basis of three nuclear structures of Mendeleev's table.

Keywords: relational paradigm, binary system of complex relations, characteristic equations, baryons, mesons, Mendeleev's table

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4-22-50

«НЕСТАНДАРТНЫЙ» ФОРМАЛИЗМ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ I: СПЕКТР МАСС

С.А. Векшенов

*Российская академия образования
Российская Федерация, 119121, Москва, ул. Погодинская, д. 8*

Аннотация. В квантовой теории присутствуют как точечные, так и целостные объекты. При этом техника вычислений основана исключительно на теоретико-множественных структурах, сопряженных с точечной моделью континуума. Переход к целостным динамическим структурам дает возможность развить новые методы, которые позволяют получить полезные результаты, в частности, вывести формулу спектра определенного класса частиц: $m = m_e(l + k/2^m)(l + s/2^l)$. Данная формула является обобщением формулы, полученной В.В. Варламовым в 2017 году. В целом подобный подход созвучен с концепцией так называемого «нестандартного анализа», в котором ключевую роль играют «числа-монады».

Ключевые слова: теоретико-множественные структуры, алгебраические объекты, фундаментальные вращения, двойственность, спин, массы микрочастиц

Введение

Хорошо известно, что основной абстракцией классической физики является материальная точка. Согласно аксиоме Кантора, «недоказуемой по самой своей природе», имеется взаимно однозначное соответствие между точками прямой и действительными числами, которые образуют непрерывный континуум. Процесс измерения в этом случае сводится к «взаимодействию» физической величины A с точкой t на шкале измерительного прибора, результатом которого будет действительное (фактически рациональное) число λ , теоретически принадлежащее всей области действительных чисел D . Можно сказать, что физическая величина потенциально может иметь значения из всей области D , но в момент измерения («взаимодействия» с точкой – стрелкой прибора) она принимает конкретное значение из D .

В квантовой теории ситуация сложнее.

Основой формализма квантовой теории является некая, не сводимая к точке, абстрактная целостность («состояние»), которая присутствует во всех версиях теории. В качестве такой абстракции выбирается волна де Бройля $\psi = e^{i\mu f}$. Поскольку для любых волн (в том числе и абстрактных) справедлив принцип суперпозиции, естественно представить многообразие этих волн как линейное (конкретно гильбертово) пространство над полем комплексных чисел.

«Взаимодействие» физической величины A с абстракцией ψ , как известно, сводится к поиску собственных значений линейного самосопряженного оператора A , который отождествляется с этой физической величиной: $A\psi = \lambda\psi$. Набор λ_i определяет спектр возможных значений величины A , он может быть как дискретным, так и непрерывным. С другой стороны, как известно, ψ можно представить в виде $\psi = \sum \lambda_i \psi_i$, где ψ_i – собственные вектора (состояния), отвечающие собственным значениям λ_i . Таким образом, можно сказать, что абстрактному объекту ψ соответствует спектр действительных чисел λ_i , определяемых величиной A . Чтобы осуществить процесс измерения физической величины A , необходимо, как и в классическом случае, определить одно из значений λ_i из возможных значений A , в данном случае – из спектра оператора A . Проблема заключается в том, что процесс измерения – это взаимодействие величины A и некоторой точки, которой в данной модели нет в принципе. Единственно возможное решение состоит в том, что в момент измерения целостность ψ «превращается» в точку и, значит, величина A принимает одно из возможных значений из спектра. Подобная ситуация, как известно, является источником многочисленных гипотез о том, что представляет собой этот процесс «редукции» и какова его физическая или информационная суть. Разумеется, за обрисованной логической неизбежностью может стоять конкретный физический или информационный процесс, однако в данный момент важна именно логическая сторона проблемы.

Сопоставление этих двух общих схем формализмов позволяет очертить суть проблемы. С одной стороны, ψ это некоторая целостность, не разложимая на отдельные составляющие. С другой стороны, это обычная комплекснозначная функция переменных r и t , области определения которых – множества. Эта функция может, например, зависеть или не зависеть от времени t , что дает две существенно различные с точки зрения физики модели квантового мира: картины Шредингера и Гейзенберга соответственно. В целом же названные выше математические концепции вполне уживаются на одном квантовом поле, но одновременно являются источником разнообразных артефактов, которые бывает трудно отделить от собственно «природы вещей».

Эта ситуация во многом напоминает ситуацию с математическим анализом после работ О. Коши, К. Вейерштрасса, Р. Дедекинда и Г. Кантора, когда был окончательно сформирован его теоретико-множественный фундамент. Однако в аппарате анализа со времени его возникновения существенную роль играло «исчисление бесконечно малых», которое, в свою очередь, возникло в рамках «монадологии» Г.В. Лейбница. Монада, по Лейбницу, это динамическая целостность «без окон», то есть без доступа к внутренней структуре. Лейбниц оперировал с монадами, как с числами, что позволило разработать мощный, хотя математически далеко не строгий аппарат. В классическом анализе «монадный» и ϵ - δ -аппарат достаточно спокойно взаимодействуют, хотя коллизии возникают. Тем не менее основной аппарат анализа оставался теоретико-множественным (включающим ϵ - δ -технику). Однако в 1961 году ситуация изменилась. Опираясь на теорему компактности А.И. Мальцева, А. Робинсон разработал технику ультрапроизведений,

позволяющую дать строгую трактовку идеи Лейбница – представить бесконечно малые не как переменные, а как особый вид чисел. Дальнейшее развитие этого подхода показало следующее: в концептуальном плане анализ принципиально не изменился (утрата аксиомы Архимеда не в счет), но опора на числа – монады позволила развить методы, с помощью которых удалось решить ряд задач, которые не поддавались решению стандартными методами анализа.

В квантовой теории роль монады играет волна де Бройля. Однако эта «монада», вопреки концепции Лейбница, имеет «окна», позволяющие оперировать с ее структурой. Возникает вопрос, нельзя ли развить квантовую теорию, в которой идея целостности волны де Бройля была бы поднята до уровня настоящей монады с корректными алгебраическими операциями, то есть фактически до уровня «нестандартной» квантовой теории? Как и в случае анализа, речь идет не о новой теории или новой интерпретации, а исключительно о новом техническом аппарате, который позволяет перевести аналитические методы в алгебраические. Круг решаемых задач при этом увеличивается.

Основная идея состоит в том, чтобы «упаковать» волну де Бройля в целостное абстрактное вращение (образно говоря, «закрыть окна») и сделать ее полноценной монадой. В дальнейшем будем называть такое вращение фундаментальным. Единственной характеристикой фундаментального вращения является его направление: «по» и «против» часовой стрелки. Этого свойства, как оказывается, достаточно чтобы образовать последовательность монад с различными направлениями, которую можно отождествить с действительным числом.

Таким образом, обозначился подход, который позволяет перейти от ключевой для квантовой теории идеи целостности непосредственно к действительным числам, минуя аппарат гильбертовых пространств. Этот подход ближе к соответствию, зафиксированному в аксиоме Кантора.

В данной работе мы покажем, что обрисованный подход не только математически корректен, но и содержателен с точки зрения физики.

В данной работе реализуется следующая логика.

1. Обосновывается гипотеза, что переход на микроуровень логично связать с переходом к «структуре» точки, которая является основной абстракцией классической механики. Это означает переход к действительному числу, то есть некоторому процессу. Важным моментом, является то, что этот процесс должен определяться исключительно на основе идеи «направления», без использования каких-либо метрических характеристик.

2. Определяется область W структурированных «монад», которая формально изоморфна множеству действительных чисел, но арифметические операции в ней определены особым образом, на основе отношения «раньше – позже», что позволяет мыслить действительные числа исключительно как процессуальные конструкции.

3. Обосновывается возможность использования W как модельной среды неприводимых унитарных представлений групп вращений и строится спектр неприводимых унитарных представлений группы Лоренца.

4. Рассматривается возможность интерпретации элементов W как действий (путем «открытия окон» и обращения к внутренней структуре). При этом дискретная структура W существенно упрощает изучение симметрии, как отдельных элементов W , так и их совокупностей. Симметрия структуры действия соотносится с его экстремальным значением. Используя технику, основанную на методологии А.П. Ефремова, из симметричной двухкомпонентной структуры из W «извлекается» уравнение Шредингера. Из более сложной, но также симметричной структуры можно извлечь уравнение Дирака. Таким образом, в рамках W возможна реализация общей методологии физической теории: от действия к уравнению, причем в алгебраической форме.

5. В области W можно реализовать идею Ю. Вигнера, что элементарная частица отождествляется с неприводимым унитарным представлением группы Лоренца (у Вигнера идет речь о группе Пуанкаре, но в данном случае достаточно именно группы Лоренца). Это позволяет получить следующую общую формулу спектра масс: $m = m_e(l + k/2^m)(\acute{l} + s/2^t)$, где числа: l и \acute{l} – целые или полуцелые числа, k, m, s, t – целые числа. Основными являются переменные l и \acute{l} , числа k, l, s, t выступают параметрами «тонкой настройки». Если эти параметры положить равными 1, то возникает формула: $m = m_e(l + 1/2)(\acute{l} + 1/2)$, которая была получена В.В. Варламовым (2017) на основе иных соображений.

Перейдем к реализации вышеозначенной логики.

1.

Прежде всего, необходимо более внимательно посмотреть на конструкции, связанные с понятием числа.

Как известно, одним из идейных центров современной математики является расширяющаяся цепочка чисел: $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R} \subset \mathbb{C}$. Натуральные числа вкладываются в целые, отношение двух целых чисел образует рациональное число, фундаментальные последовательности рациональных чисел мыслятся как новые, действительные числа, наконец, упорядоченная пара действительных чисел (или иная форма представления) мыслится как комплексное число. Важным моментом этой цепочки является её строго редуционный характер: каждый новый вид чисел строится только на основе чисел из предыдущего звена цепочки.

Отношение этих чисел к миру вещей также хорошо известно: натуральные числа – это количество предметов и порядок при счете, рациональное число – результат измерения некоторой величины, действительные числа – модель неограниченной точности измерения, комплексные числа в экспоненциальной форме – это амплитуда вероятности нахождения квантового объекта в данной точке.

На общепринятую концепцию числа решающее влияние оказали работы Р. Дедекинда: «*Stetigkeit und irrationale Zahlen*» (1872) и «*Was sind und was sollen die Zahlen*» (1893) [6]. В них он, в частности, сформулировал и довел до

логического завершения утверждение, что имеется взаимно однозначное соответствие между точками прямой и действительными числами. Разумеется, это утверждение является аксиомой, «недоказуемой по самой ее природе» (выражение принадлежит Г. Кантору, которому часто приписывают эту аксиому). Тем не менее эта аксиома столь прочно вошла в контекст теории действительных чисел, что воспринимается как нечто само собой разумеющееся. Действительная прямая (плоскость, пространство, многообразие) становится неотъемлемым инструментом описания реальности и фактически сливается с ней.

Континуум действительных чисел, равно как и точечный континуум, наряду с хорошо известными, исключительно важными качествами, имеет ряд проблемных свойств.

1. Многообразие всех действительных чисел (мы избегаем употреблять в данном случае термин «множество», причины этого будут прояснены ниже) невозможно эффективно вполне упорядочить. Это значит, что нельзя установить, например, что больше: $0 > 1$ или $1 > 0$, поскольку не существует процедуры, позволяющей по любым двум элементам континуума установить, какой из них больший. Этот факт остается в тени, поскольку в реальности мы имеем дело с некоторым обозримым множеством действительных (а чаще рациональных) чисел. Как следствие, точки, соотнесенные с действительными числами, становятся различимыми только умозрительно – на основе аксиомы выбора.

2. Попытка умозрительного описания движения в точечном континууме как перехода от точки к точке приводит к парадоксам Зенона, осмысление которых требует привлечения бесконечности, которая в определенном смысле «сильнее» привычной теоретико-множественной бесконечности.

Несмотря на названные проблемы, данная концепция обладает очень большими внутренними возможностями для описания физических процессов в макромире, поскольку основной абстракцией такого описания является именно точечный материальный объект.

Высказанная Дедекиндом идея автономии действительного числа от процедуры измерения и, следовательно, от точечной интерпретации видится принципиальным шагом, позволяющим развить концепцию действительного числа, которая позволяет интерпретировать его как неточечный объект, обладающий внутренним движением.

1.1.

Сформулируем подход, который позволяет построить искомую конструкцию действительного числа.

Начнем с классической схемы аксиом натуральных чисел:

- единица является натуральным числом;
- единица не следует ни за каким натуральным числом;
- число, *следующее за* натуральным числом, является натуральным;
- если натуральные числа совпадают, то следующие за ними числа также совпадают;

– (аксиома индукции): если какое-либо предположение доказано для единицы (база индукции) и если из допущения, что оно верно для натурального числа, вытекает, что оно верно для *следующего* за ним натурального числа (индукционное предположение), то это предположение верно для всех натуральных чисел.

Как видно из аксиом, натуральный ряд строится на основе только операции следования, само же натуральное число можно мыслить исключительно в порядковом смысле – как число шагов от начала отсчета. В этом случае модель натурального ряда может быть изображена как последовательность односторонних шагов – «стрелок»:

$$\rightarrow \rightarrow \rightarrow \dots \rightarrow \rightarrow \rightarrow \dots$$

Каждый такой шаг будем соотносить с единицей. Из соображения удобства будем изображать эти шаги вертикальными стрелками: $\uparrow \uparrow \dots \uparrow \dots$

Отметим два важных момента. Шаг, изображаемый стрелкой, существует исключительно в сознании, что делает число сущностью, автономной от геометрической интерпретации (этот момент неоднократно подчеркивал Р. Дедекиннд). Аксиома индукции подчеркивает тот факт, что в понятие числа имманентно входит потенциальная бесконечность.

Если к названным односторонним стрелкам добавить стрелки противоположного направления, то конечные и неограниченные совокупности различных комбинаций таких стрелок, как показал Дж. Конвей, можно превратить в многообразие действительных чисел. В оригинальной конструкции Конвея [10] присутствуют не стрелки, а «сечения», стрелки появляются в книге А.А. Кириллова [9], но именно стрелки позволяют увидеть искомую интерпретацию.

Названная структура будет представлять для нас особый интерес, поэтому рассмотрим ее более внимательно.

Структуру последовательностей можно представить в виде следующего дерева (рис. 1).

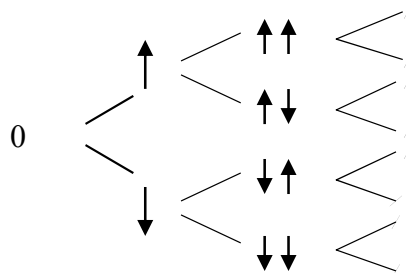


Рис. 1

Попытаемся вначале посмотреть на нее в динамике. Все числа-последовательности – начинаются в нуле. Можно сказать, что «источником» чисел-последовательностей является ноль. При этом каждую вершину, до которой «дошла» последовательность, тоже можно считать «источником» последую-

щих чисел-последовательностей. Таким образом, всё приведенное выше дерево, если посмотреть на него в динамике, можно считать своеобразным «фронтом волны», распространение которого, как и полагается, подчиняется некому «принципу Гюйгенса». Разумеется, это только образ, но он оказывается очень полезным при определении арифметических операций.

Введем два отношения: «больше – меньше», «раньше – позже».

Возьмем два числа – последовательности α и β и запишем их одно под другим, например, β под α . Будем последовательно сравнивать знаки, входящие в их запись. Если первым из неодинаковых знаков будет \uparrow , то будем считать, что $\alpha > \beta$, если же знак \downarrow , то $\alpha < \beta$. Возможен случай, когда α короче β и является его началом. Тогда, если первым после α является знак \uparrow , то $\alpha < \beta$, если \downarrow , то $\alpha > \beta$.

Будем говорить, что число α возникло позже числа β (обозначаем как $\alpha \rightarrow \beta$), если путь от 0 к α проходит через число β . Используя аналогию с волновым фронтом, можно сказать, что числа α и β принадлежат одному лучу и β предшествует α .

Сложения двух чисел осуществляются на основе двух принципов:

- 1) очередности;
- 2) простоты.

Это означает, что сложение двух чисел $\alpha + \beta$ определяется сначала для всех более ранних чисел по каждому из слагаемых, причем в качестве результата рассматривается самое раннее число. Эти принципы однозначно определяют правило сложения. Соответствующим образом можно определить и другие арифметические операции.

Опираясь на отношение «раньше – позже», можно определить отношение «больше – меньше» и проверить выполнение для него всех аксиом действительных чисел. Это было сделано Дж. Конвеем еще в 1974 году.

Можно установить следующее соответствие между последовательностями стрелок и привычной записью действительных чисел:

$$\begin{aligned} \uparrow &\sim 1; \\ \downarrow &\sim -1; \\ \uparrow\downarrow &\sim 1/2; \\ \uparrow\downarrow\downarrow\uparrow\downarrow\downarrow\uparrow\downarrow\downarrow &\sim 1/3. \end{aligned}$$

Таким образом, в данной модели действительные числа возникают не как результат макроскопического измерения, а как структура некоторого абстрактного процесса (строго говоря, этот процесс можно интерпретировать привычным образом – как последовательное приближение к точке, определяемой числом, причем с двух сторон). Примечательно, что этот абстрактный процесс можно мыслить как «смесь» из противоположно направленных движений. Переходя в плоскость абстракции, можно сказать, что мы имеем дело с двумя противоположно направленными потоками времени, которые, взаимодействуя, образуют структуру, соотносимую с действительным числом.

Интерес к этой модели в контексте данной работы вызван следующими обстоятельствами.

Понятие точки является основной абстракцией классической механики. Соответственно, на основе этой абстракции строится классическая, теоретико-множественная модель пространства и времени. Переход на микроуровень логично связать с переходом к «структуре» точки. Опираясь на аксиому Кантора, это означает переход к действительному числу, то есть некоторому процессу. Важным моментом является то, что этот процесс должен определяться исключительно на основе идеи «направления», без использования каких-либо метрических характеристик. Приведенная выше конструкция Конвея полностью удовлетворяет этому требованию. В ней действительные числа представляют собой дискретную структуру, образованную на основе «квантов» движений в двух противоположных направлениях, что можно понимать как генерацию действительных чисел из бинарных структур. Учитывая, что действительные числа образуют классическую модель континуума, которая, в свою очередь, отождествляется с пространством, вырисовывается механизм генерации пространства из дискретных динамических бинарных структур. О такой возможности говорил еще К. Вайцеккер [1], позднее она стала предметом пристального анализа Ю.С. Владимирова [4] и др.

Разумеется, эти общие соображения должны быть осмыслены и конкретизированы.

Попробуем, следуя названному подходу, обрисовать возможную структуру теории описания процессов микромира.

Начнем с общего замечания.

Действительные числа являются неотъемлемой компонентой любой физической теории. При этом наблюдается двойственность, свойственная и другим числам, в частности натуральным: действительные числа могут быть количественными, для этих чисел справедлива аксиома Кантора; могут быть порядковыми – отражающими структуру потока времени, для этих чисел аксиома Кантора не имеет места. Данная двойственность носит фундаментальный характер и отражает двойственность природы наших представлений о реальности, вложенной в пространство и время.

Естественно предположить, что описание процессов на микроуровне должно исключать любые метрические факторы. Иными словами, на микроуровне допустимыми являются только порядковые числа.

Количественные и порядковые действительные числа, вместе с адекватными их природе алгебраическими операциями, образуют, соответственно, две модели D и W , которые формально изоморфны. С точки зрения ортодоксальной теоретико-множественной методологии это один объект. Однако имеются и существенные отличия, которые в контексте рассматриваемой проблемы носят принципиальный характер.

Прежде всего, это касается проблемы измерения. Физический прибор, с помощью которого проводятся измерения, реализует геометрическую модель действительного числа, в частности, отметка («точка») на шкале измерительного прибора соответствует действительному (строго говоря, рациональному) числу. Иными словами, измерение возможно только в рамках

модели D . В модели W такой возможности нет, и проблема измерения в W решается редукцией к модели D .

Рассмотрим более внимательно модель W как предполагаемый инструмент описания процессов микромира.

Как уже подчеркивалось, действительное число в этой модели – это структура, образованная знаками двух видов, имеющих смысл противоположных направлений.

В этой конструкции есть ряд тонких моментов, которые надо обсудить.

1. Прежде всего, необходимо отметить, что сама идея «направления» приводит к двузначности. Направление может относиться:

– к прямолинейному движению, тогда «направления» – это шаг «вправо» или «влево»;

– к вращательному движению, тогда «направление» – это вращение «по» или «против» часовой стрелки.

Ортодоксальная точка зрения относится к природе направлений индифферентно, для нее важна только структура. Наш подход подчеркивает принципиальную важность этой двузначности. Будем фиксировать ее синтаксически – направления, относящиеся к прямолинейному движению, будем обозначать стрелками $\uparrow(\downarrow)$, к вращательному движению – знаками $\cup(\oslash)$.

При этом необходимо отметить важнейший момент. И прямолинейное движение, и вращение в модели W носят абстрактный, ментальный характер и целиком принадлежат нашей интуиции. Только в этом случае будет реализована основополагающая концепция автономии числа от геометрических конструкций и физической реальности. Разумеется, это не исключает соответствующую интерпретацию этих абстракций.

2. Попробуем понять, как названную двузначность отобразить на уровне D . Для этого необходимо соотнести со знаками $\uparrow(\downarrow)$ и $\cup(\oslash)$ определенные числа k_1 и k_2 . Число γ из W определяется исключительно структурой взаимно-противоположных направлений, что исключает позиционность знаков $\uparrow(\downarrow)$ и $\cup(\oslash)$ в числе. Это значит, что числа k_1 и k_2 можно соотнести с самим числом γ . Таким образом, одна и та же структура γ определяет в D числа $\pm k_1 \cdot \gamma^{-1}$ для знака $\uparrow(\downarrow)$ и $\pm k_2 \cdot \gamma^{-1}$ для знака $\cup(\oslash)$, где γ^{-1} – прообраз γ в D .

Задача состоит в том, чтобы определить числа k_1 и k_2 , что предполагает прояснения семантики знаков $\uparrow(\downarrow)$ и $\cup(\oslash)$.

В отношении знаков $\uparrow(\downarrow)$ все достаточно просто. Это «кванты» единичной длины линейного процесса. Таким образом, $k_1 = 1(-1)$. Число k_2 определяется сложнее. Этим мы займемся в следующем разделе.

3. Физическая величина, соотнесенная с порядковым числом, то есть структурой, образованной из знаков двух взаимно противоположных направлений, автоматически становится квантованной. В случае знаков $\uparrow(\downarrow)$ величина этого «кванта» в D равна $k_1 = 1(-1)$. Однако в случае «квантов» $\cup(\oslash)$ число k_2 уже может быть не равным 1. В этом случае появляется реальное квантование.

Разумеется, дело здесь не в обозначении. Ключевым моментом является выяснение сущности объекта $\cup(\cup)$ и величины k_2 . Это, как уже говорилось, будет осуществлено в следующем разделе.

4. Важным свойством модели W является то, что действительные числа – последовательности появляются не одновременно, а в порядке очередности – от более простых последовательностей к более сложным. Это отражает два процесса:

– классическое квантование – дополнение выбранного объекта X «квантами» $\uparrow(\downarrow)$ и $\cup(\cup)$, что в D соответствует увеличению в D его прообраза X^{-1} на $k_1 = 1$ или k_2 . Этот процесс описывает базовую подструктуру D – натуральный ряд;

– движение в глубь структуры действительных чисел. Если речь идет о прямолинейном движении, которое описывается «квантами» $\uparrow(\downarrow)$, то фактически речь идет о процессе измерения с увеличивающейся точностью. Этот факт виден в D , но не в W , где все сгенерированные числа равноправны.

5. Переход от W к D (редукция), в случае $\uparrow(\downarrow)$, осуществляется естественным путём введения позиционности, то есть зависимости длины стрелки от ее места в числе. Этот способ не приемлем для $\cup(\cup)$.

Подведем некоторые итоги.

Приведенная умозрительная конструкция представляет собой схему погружения «внутри» точки с выходом на порядковые действительные числа. В случае $\uparrow(\downarrow)$ все сводится к процессу приближения к выбранной точке на прямой, причем с обеих сторон от этой точки. Случай $\cup(\cup)$ видится гораздо более содержательным, однако здесь нужна обоснованная интерпретация. Этой интерпретации и вытекающим из нее следствиям посвящены последующие разделы данной работы. Приведем лишь общее направление мыслей.

Знак вращения \cup из W указывает на некое абстрактное вращение, которое не имеет никаких параметров и отражает только идею вращения как таковую.

Для описания структуры γ фундаментальных вращений \cup в D в традициях «Монадологии» Г.В. Лейбница [12] имеются две возможности:

- 1) «закрытых окон», в этом случае речь идет о числе $k_2\gamma$;
- 2) «открытых окон»: «заглянув внутрь» \cup можно увидеть фазу ϕ , то есть речь идет о линейной функции $k_2\gamma \phi$.

Далее будет показано, что число k_2 – это постоянная Планка \hbar . Значит, прообразом в D числа \cup являются число \hbar (при «закрытых окнах») и действие $\hbar\phi$ (при «открытых окнах»).

Важно подчеркнуть, что знаки $\uparrow(\downarrow)$ и $\cup(\cup)$ указывают на существенно различные объекты. В первом случае – это статический объект, во втором – объект, наделенный внутренним движением, вращением.

Как будет показано ниже, при определенных условиях структуру γ можно понимать как модель элементарной частицы спина (γ) (здесь проявилась особенность W , где действительное число полностью определяется структурой двух взаимно противоположных направлений).

Если γ из W понимать как некую динамичную монаду в смысле Г. Лейбница, то возникает соответствие: действие – спин, при этом спин является более фундаментальным понятием. Это соображение, высказанное Ю.И. Маниным, представляется крайне важным.

Опираясь на образы из уже упомянутой «Монадологии» Г. Лейбница, можно сказать, что спин – это полноценная монада, у которой «закрыты все окна», и он представляет собой замкнутый в себе динамический объект. Напротив, действие – это монада, у которой «открыто окно», и мы видим ее движение в непрерывной среде D .

Из всего перечисленного, в рамках данного подхода, вырисовывается следующая методология описания процессов микромира.

Независимо от природы процесса, с ним можно соотнести некоторое действие в D , которое, в свою очередь, соотносится с некоторым «спином» из W . Этот спин может быть как реальным, так и гипотетическим. Изучение структуры многообразия спинов может дать представление о структуре многообразия действий и, следовательно, о самих процессах.

Многообразие спинов W формально изоморфно многообразию действительных чисел (строго говоря, W – более широкое многообразие, кроме действительных чисел включает в себя инфинитоземальные элементы), и, казалось бы, имеет вполне понятную структуру. Однако этот изоморфизм (гомоморфизм) чисто формальный и ряд возникающих задач, например, выявление многообразия спинов (действий), относящихся к одному процессу, требует введения на W специальной топологии. Другим понятием, необходимым для оценки действия, является понятие сложности его двоичного описания, то есть понятие сложности по Колмогорову.

Полнота и точность описания объектов микромира целиком зависит от используемого формализма. Имеющиеся на сегодняшний день формализмы, как гильбертовы пространства, так и фейнмановские интегралы, идейно основаны на теории множеств и, следовательно, воспроизводят ее идеологию. В рамках физической теории это приводит к появлению артефактов, которые бывает трудно отследить и исправить.

Ключевая идея данного подхода состоит в том, чтобы спуститься на самый нижний, базовый уровень абстракции, свободный от последующих идеологических и технических наслоений и рассмотреть проблему в ее «наивной» постановке.

В этом контексте целесообразно вспомнить мысль замечательного физика и философа В.Д. Захарова о том, что в основе физической теории лежат некие структуры, «которые не события (как в геометрической парадигме) и не состояния (как в полевой парадигме), а процессы, то есть динамические структуры (монады). Это отражает интуицию иного типа времени, отличного от геометрического» [8].

Именно такие монады и составляют основу нестандартного формализма, о котором идет речь в данной работе.

2.

Начнем с замечания, что первый «настоящий» формализм квантовой теории сложился достаточно поздно, когда после работ де Бройля стало очевидным, что для описания квантовых феноменов нужна новая абстракция – комплексная амплитуда ψ .

Принцип суперпозиции амплитуд практически однозначно определял для них теоретико-множественную структуру – гильбертово пространство H_∞ . Однако возможен иной ход мысли.

Посмотрим еще раз на до де Бройлевскую квантовую механику и попытаемся найти там нужную абстракцию.

Как известно, в 10-х годах XX века процедура квантования опиралась на утверждение, что существует величина \hbar ячейки фазового пространства и для каждой степени свободы периодических одномерных движений возможны лишь состояния, удовлетворяющие условию (правило Бора – Зомерфельда):

$$\oint pdq = \hbar.$$

Данное утверждение традиционно истолковывалось как квантование действия. Однако, как нам представляется, эта формула содержит нечто большее, которое заключается в следующем.

Величина интеграла не зависит от выбора контура, важна только сама идея периодического движения. Эта идея представляется некоторым абстрактным вращением \cup , которое существует только в сознании. Константа \hbar возникает как *следствие существования* такого абстрактного вращения.

Выяснение статуса абстрактного вращения – отдельная и крайне нетривиальная задача [3]. Абстрактный характер вращения, в котором отсутствуют все физические и геометрические характеристики, кроме направления и самого факта вращения, позволяет использовать его при построении порядковых действительных чисел. Таким образом, мы снова приходим к многообразию \mathcal{W} , но теперь уже со стороны семантики.

Подобный разворот, безусловно, является определенным вызовом для интуиции. Вращение всегда мыслится в некоторой непрерывной среде, «освободить» его от этой среды и перейти к абстрактному понятию представляется невозможным. Однако анализ фундаментальных математических понятий позволяет увидеть в них следы именно такого «освобождения». Даже в простейшем математическом объекте – натуральном числе, которое имеет очевидное содержание в окружающем мире, заложены две фундаментальные абстракции: ментальный переход к следующему элементу и потенциальная бесконечность, определяемая аксиомой индукции. В этом плане переход от ментального «линейного» перехода к ментальному вращению видится логически оправданным ходом.

В действительности освобождение абстракции от конкретного носителя является фундаментальной методологией образования математических объектов. Когда эти объекты впоследствии возвращаются в физику в виде

осязаемых объектов пространства и времени, об их абстрактной основе, как правило, забывают.

Приведем простейший пример.

Пусть нам необходимо сложить 5 башмаков и 7 яблок. Во времена оные эта задача представляла значительные трудности именно благодаря тому, что количество предметов было жестко связано с носителем (это можно увидеть и сейчас в языках некоторых малых народов). Что может быть результатом такого сложения: 12 «башмакояблоком» или 12 объектов, представляющих пары (башмаки, яблоки)? Понятно, что усложнение арифметических операций, в таком контексте, приводит к появлению сущностей «сверх меры» (очень схожие проблемы возникают, например, в теории расслоенных пространств).

Решение проблемы, как известно, состоит в отрыве количества от его носителя, образовании абстрактных объектов – чисел и в установлении арифметических операций над числами. Определенную завершенность – понятие натурального числа получило в аксиоматике Пеано.

В данном примере во всех существенных чертах воспроизводится ситуация с вращением. Вращение «привязано» к континууму, и для разрыва этой связки существует только одно препятствие – сложность представления вращения, которое нигде не существует кроме сознания. В действительности ничего экстраординарного в этом нет, поскольку, как уже говорилось, даже в натуральном числе заложен «линейный» процесс, состоящий из отдельных шагов, которые существуют только в сознании. Можно пойти и дальше, каждое действительное число, как было показано выше, можно представить в виде цепочек шагов «вперед» \uparrow , «назад» \downarrow . Таким образом, континуум D (действительные числа) строится на чисто ментальной и процессуальной основе.

Вернемся еще раз к схеме обсуждаемого нестандартного формализма квантовой теории. Его особенностью является построение структур, изоморфных многообразию действительных чисел, но имеющих существенно различную семантику.

Основой формализма являются порядковые действительные числа. «Строительным материалом» в данном случае выступают объекты, имеющие противоположные направления (точнее, знаки этих объектов). Эти объекты выступают «квантами» некоторых процессов. При этом сами объекты могут быть как статическими: $\uparrow(\downarrow)$, так и включающими в себя внутреннее вращение: $\cup(\cup)$.

Визуальная квантованность порядковых чисел из W следующим образом отражается в количественных числах из D , которые не имеют аналогичной визуализации:

$$\begin{aligned} r &= \pm k_1 \cdot \gamma^{-1} \text{ для знака } \uparrow(\downarrow); \\ r &= \pm k_2 \cdot \gamma^{-1} \text{ для знака } \cup(\cup), \end{aligned}$$

где γ^{-1} – прообраз γ структуры из W в D , а k_1 и k_2 – абсолютные величины соответствующих «квантов». В прообразе γ^{-1} можно учитывать или не учитывать внутреннее вращение $\cup(\cup)$ («закрытые» и «открытые окна»). В первом случае – это число, во втором – линейная функция $\gamma^{-1}\phi$.

Случай $\uparrow(\downarrow)$ тривиален, $k_1 = 1$.

В случае $\cup(\cup)$, $k_2 = \hbar$ и мы имеем в D многообразии чисел $\hbar\gamma^{-1}$ или линейных функций действия $S = \hbar\gamma^{-1}\phi$. В соответствии с идеей Ю.И. Манина, числа из W будем называть «спинами». В D в этом случае величина спина представляется в единицах постоянной Планка \hbar .

Будем записывать эти числа в привычной десятичной записи, но, чтобы отделить их от чисел из D , будем заключать их в круглые скобки. Например, число $\cup\cup$ из W – это $(1/2)$.

Общая схема нестандартного формализма квантовой теории изображена на рис. 2 (D, W).

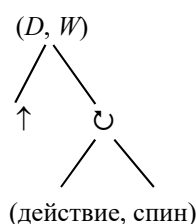


Рис. 2

В данной схеме формализма существует две значительные проблемы, которые требуют отдельной аналитики (она будет осуществлена в других статьях автора из серии «Нестандартный формализм квантовой теории»).

Первая из этих проблем касается строгого статуса абстрактного вращения $\cup(\cup)$. Эта фундаментальная проблема, которая непосредственно связана с ключевыми концептами математики: множеством, непрерывностью, бесконечностью. Однако в рамках развиваемого формализма достаточно интуитивного представления об абстрактном вращении $\cup(\cup)$ как вращении «нигде».

Вторая проблема – это соотношение двух структурно изоморфных, но существенно различных по семантике многообразий D и W . В рамках нестандартного формализма эти структуры используются как отдельно, так и совместно. В формальном плане соотношение этих структур можно описать системой отображений, что будет сделано ниже, однако это описание не будет полным. Для соотношения D и W важен модельный аспект: одно из многообразий выступает моделью другого.

Важна философская составляющая факта «двух реальностей», отраженных в D и W . В плане прояснения сущности этих реальностей интерес представляют мысли В. Гейзенберга, высказанные им в работе «*Ordnung der Wirklichkeit*» [5].

Введение нового формализма оправдано только в том случае, если он приносит существенные идейные и технические «дивиденды». Попробуем в общих чертах обрисовать их.

Методология применения данного формализма основана на структурном анализе фундаментальных понятий, описывающих физические взаимодействия и процессы: действия и спина. Физические объекты и процессы появляются как носители свойств, полученных на основе такого анализа.

Названные понятия представлены в виде многообразия \mathcal{W} процессуальных бинарных структур, изоморфного многообразию действительных чисел. Это позволяет применить для анализа этих структур достаточно мощный аппарат, который в настоящий момент, по большей части, находится вне поля зрения физики: колмогоровская сложность, сюрреальные числа и т.д. Насколько применение этих методов оправдано с точки зрения физики, на данный момент ответить, разумеется, невозможно. Однако в одном аспекте, как представляется, эффект «приращения» заведомо будет. Тот факт, что структура состояний квантового объекта вкладывается в многообразие действительных чисел, говорит о том, что для них реализуется какая-то форма принципа вложенных отрезков. В частности, можно предположить, что появляются некие новые квантовые числа, с помощью которых описывается квантование на более глубоких уровнях.

Полученное в данной работе уточнение формулы В.В. Варламова спектра масс определенного класса частиц является непосредственным следствием названного принципа.

2.1.

Перейдем к конкретной реализации сформулированной программы.

Новую абстракцию \mathcal{U} , которая будет играть ключевую роль во всем нестандартном формализме, будем называть **фундаментальным вращением**.

Определим вначале структуру фундаментальных вращений, которую можно было бы соотнести с двухкомпонентным спинором.

Как известно, спинорная структура содержит в себе прообразы всех основных характеристик классического пространства-времени: размерность, сигнатуру, метрику и т. д. Более того, эта структура содержит прообразы всех основных свойств элементарных частиц: спин, массу, заряд. Вместе с тем спиноры тесно связаны с линейным представлением группы вращений n -мерного комплексного аффинного пространства.

Можно перевести понятие спинора в чисто алгебраическую плоскость и трактовать его как элемент минимального левого идеала комплексной алгебры Клиффорда. Это придает ему понятный алгебраический смысл, но еще дальше уводит от интуитивного содержания.

Попытаемся отразить это содержание с помощью фундаментального вращения.

Для этого обратимся к свойствам топологического пространства вращений в R^3 . Как известно, каждое такое вращение можно задать осью r с правовинтовой ориентацией и углом $\varphi \in [0, \pi]$. Если направить φ вдоль r , то такое вращение можно задать точкой на замкнутом шаре радиуса π . Это соответствие неоднозначно: вращения на угол π относительно r и $-r$ совпадают. Отождествив противоположные точки шара, получим взаимно однозначное соответствие. Обозначим такой шар через V . В топологическом пространстве существуют два класса гомотопически неэквивалентных контуров, то есть пространство V не односвязно. Основным интерес представляют контуры, которые стягиваются в точку. В R^3 им соответствуют поворот на 4π , который

эквивалентен тривиальному движению. Как известно, поворот на 2π таким свойством не обладает.

Наглядно (хотя и не вполне строго) эту ситуацию можно представить следующим образом.

Если вообразить, что произошел некий «коллапс» и от пространства V осталось только два контура, их можно изобразить на плоскости в виде двух касающихся друг друга окружностей (один контур вложен в другой). Переход с одной окружности на другую происходит в точке касания, дает период 4π (рис. 3).

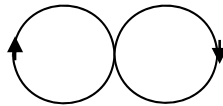


Рис. 3

Следующим шагом естественно перейти к записи через фундаментальные вращения – $\cup\cup$. С точки зрения W – это число $(1/2)$. В D , при «закрытых окнах», – это число $\hbar/2$, что, как известно, соответствует спину электрона. При «открытых окнах» – это функция $\hbar/2\varphi$. Все это можно воспринять как указание на то, что $\cup\cup$ – спинорный объект (прообраз спинора по замечанию Ю.С. Владимирова).

Дальнейшее изложение требует определенных уточнений. Сделаем эти уточнения.

Формально структуру W можно описать так.

Базовые элементы W – фундаментальные вращения \cup, \cup . Обозначим через $\cup^k (\cup)^k$ – повторение k раз базового элемента $\cup(\cup)$.

Структура W – это конечные или неограниченные последовательности вида:

$$\cup^p \cup^q \cup^g \cup^t \dots$$

На элементах W определены отношения «раньше – позже» и «больше – меньше», а также операция сложения, реализующая принципы «последовательности» и «простоты» (а следовательно, и остальные арифметические операции).

Структура W формально изоморфна множеству действительных чисел D (даже многообразию нестандартных действительных чисел $*D$) и представляет его процессуальную модель.

Определим отображения из W в D :

$$f_1: \cup^p \cup^q \cup^g \cup^t \dots \rightarrow (\lambda);$$

$$f_2: \cup^p \cup^q \cup^g \cup^t \dots \rightarrow \lambda\hbar;$$

$$f_3: \cup^p \cup^q \cup^g \cup^t \dots \rightarrow \lambda\hbar\varphi, \text{ а также из } D \text{ в } W;$$

$$f_4: \lambda\varphi \rightarrow \cup^p \cup^q \cup^g \cup^t \dots;$$

Прокомментируем смысл этих отображений.

Отображение f_1 – это представление структуры $\cup^p \cup^q \cup^g \cup^t \dots$ (действительного числа) в рамках уровня W в привычной форме (по вышеназванной договоренности числа заключаются в круглые скобки). При этом необходимо

четко осознавать, что на уровне W есть только структура фундаментальных вращений, и ничего больше.

Отображение f_2 представляет собой структуру $\cup^p \cup^q \cup^g \cup^t \dots$ в виде действительного числа, но уже с точки зрения уровня D . Выше мы называли такое отображение «с закрытыми окнами», отмечая тот факт, что при отображении не было обращения к внутренней динамике структуры $\cup^p \cup^q \cup^g \cup^t \dots$. Важна физическая интерпретация этого отображения. Отображение f_2 присваивает структуре из W число, которое имеет смысл спина. Таким образом, можно предположить, что эти структуры можно отождествить с физическими объектами (частицами), реальными и гипотетическими. Об этом пойдет речь ниже.

Отображение f_3 «открывает окно» и дает полную информацию о структуре $\cup^p \cup^q \cup^g \cup^t \dots$, включая внутреннюю динамику. Фундаментальное вращение \cup на этом уровне – это линейная функция фазы φ с коэффициентом \hbar , который дает информацию, о том, что абстрактный процесс замкнут на себя, λ – структура этого процесса. В простейшем случае одного фундаментального вращения \cup эта функция имеет вид $\hbar\varphi$, который естественно отождествить с действием S .

Отображения f_4 , вместе с отображением f_3 описывают механизм квантования. Представление фазы в виде фундаментального вращения (отображение f_4) автоматически ведет к ее квантованию (дело здесь, разумеется, не в обозначениях – именно фундаментальное, абстрактное вращение является, как было выяснено выше, причиной появления кванта действия \hbar . С другой стороны, именно абстрактный характер вращения позволяет использовать его при конструировании числа).

Замечание. В дальнейшем мы будем активно использовать выражения «с открытыми окнами» и с «закрытыми окнами», которые понимаются в означенном выше смысле. Эти термины, навеянные «Монадологией» Г.В. Лейбница, позволяют достаточно точно и образно разделить интерпретации фундаментальных вращений в D .

Перед тем как перейти к более детальному анализу структуры W , имеет смысл сравнить ее с алгеброй Клиффорда.

Существует несколько определений этой алгебры, пригодных для различных целей. В данном контексте важна ее содержательная сторона, которую можно найти у Р. Пенроуза [14].

Алгебра Клиффорда строится на основе базисных отражений: $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$, где отражение γ_r означает отражение r -й координатной оси, которая не затрагивает остальные координаты. Для спинорного объекта выполняется соотношение $\gamma_1^2 = -1, \gamma_2^2 = -1, \dots, \gamma_n^2 = -1$. Вращение пространства на π есть комбинация двух отражений $\gamma_i \gamma_j$. При этом $\gamma_i \gamma_j = -\gamma_j \gamma_i$. Элементы алгебры Клиффорда – это повороты и отражения, то есть линейные комбинация произведений базисных элементов: $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n, \gamma_p, \gamma_q$ ($p < q$), $\gamma_p, \gamma_q, \gamma_r$ ($p < q < r$), $\dots, \gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$. Размерность этой алгебры равна 2^n .

Если встать на чисто алгебраическую точку зрения, то никаких «спинорных объектов» нет – есть алгебра и ее минимальный левый идеал размерностью $2^{n/2}$, элементы которого и считаются спинорами.

Фундаментальной идеей алгебры Клиффорда является «введение в оборот» развернутой идеи направления (через некоммутативность).

Сравнивая эти две структуры, можно сказать следующее.

Алгебра Клиффорда и структура W построены на различных абстракциях: отражениях пространства R^n в первом случае и фундаментальных вращениях – во втором. С формальной точки зрения алгебра Клиффорда – это ассоциативная алгебра с единицей, а W – действительные числа. При этом идея направления оказывается «защитой» в саму структуру действительного числа. Этот факт идейно сближает названные структуры, хотя они существенно отличаются по используемому формализму. Существенно то, что алгебра Клиффорда построена на теоретико-множественной основе, в то время как структура W строится на основе фундаментальных вращений, которые выходят за теоретико-множественные рамки.

Тем не менее между этими структурами можно увидеть определенные аналогии. Вращения в пространстве R^n представляются четным числом отражений, но, разумеется, их нельзя рассматривать как абстрактное фундаментальное вращение.

Вместе с тем мысленную проекцию структуры $\cup\cup$ на пространство R^n можно понимать как указание на существование оси симметрии $r: \cup | \cup$. Определим отражение γ_r следующим образом $\gamma_r: \cup | \cup \rightarrow \cup | \cup$, тогда $\gamma_r^2: \cup | \cup \rightarrow \cup | \cup = -1$.

Таким образом, структура $\cup\cup$ является «спинорным объектом» и в смысле алгебры Клиффорда.

2.2.

Продолжим анализ структуры W .

Рассмотрим амплитуду $e^{i\lambda\varphi}$, это вращение в комплексной плоскости против часовой стрелки единичного радиуса-вектора. Теоретико-множественный носитель не привносит никаких данных о характере вращения, и оно полностью определяется параметром λ . Согласно приведенным выше соотношениям, фазу $\lambda\varphi$ можно собрать из фундаментальных вращений. Формально это означает отображение f_4 из $R \rightarrow W$,

$f_4(\lambda\varphi) = \cup^p \cup^q \cup^g \cup^t \dots$. При этом очевидно следующее. В отсутствии теоретико-множественного носителя различия между фазой φ и амплитудой $e^{i\varphi}$ стираются – оба этих концепта выражают одну и ту же идею вращения. Формально это выглядит так:

$f_4(e^{i\lambda\varphi}) = \cup^p \cup^q \cup^g \cup^t \dots$. Иными словами, прообразом функции $e^{i\lambda\varphi}$ становится последовательность фундаментальных вращений, структура которой определяется параметром λ : $e^{i\lambda\varphi} \sim \cup^p \cup^q \cup^g \cup^t \dots$. Таким образом,

отображение f_4 превращает непрерывную функцию $e^{i\lambda\varphi}$ в дискретную структуру *без потери информации*.

Очевидно, что при $\lambda = m/2^n$, где m – целое, а n – натуральное число, последовательность фундаментальных вращений конечна. Можно показать, что если λ рациональное число, то неограниченная последовательность фундаментальных вращений с некоторого шага становится периодической.

Факт представления амплитуды $e^{i\lambda\varphi}$ дискретной структурой $\cup^p \cup^q \cup^s \cup^t \dots$, которая, в свою очередь, содержит в себе константу \hbar , имеет далеко идущие следствия как технического, так и идейного плана. Кратко обрисует эти следствия.

Как известно, квантовая теория возродила идею дискретности, которая традиционно ассоциируется с конечными или счетными множествами. В этом смысле дискретные структуры можно рассматривать как предшествующие непрерывным структурам. Вместе с тем структуры непрерывности являются основной абстракцией классической механики. Переходя к дискретным структурам квантовой теории, осуществляется как бы упрощение абстракции, некий «шаг назад». Так ли это?

Представление непрерывной функции $e^{i\lambda\varphi}$ последовательностью $\cup^p \cup^q \cup^s \cup^t \dots$ в W позволяет сформулировать два принципиальных тезиса. Дискретные структуры квантовой теории образуются путем трансформации структур непрерывности (механизмы такой трансформации являются предметом отдельного разговора). Образно говоря, дискретность квантовой теории имеет характер не пред-, а постнепрерывности.

Последовательность $\cup^p \cup^q \cup^s \cup^t \dots$ можно рассматривать как образ в W комплексного числа $e^{i\lambda\varphi}$ (этот факт также требует специального обсуждения). Также названная структура содержит в себе идею квантования действия (фазы) и самую постоянную Планка \hbar . Можно сделать вывод, что идея квантования действия содержится в самой экспоненциальной форме комплексного числа, с единичным модулем. Это парадоксальная связь совершенно не просматривается на уровне D , но становится очевидной на уровне W .

2.3.

Опираясь на интерпретацию в D фундаментального вращения \cup как кванта действия \hbar (при «закрытых окнах»), можно строить различные структуры – конечные или неограниченные последовательности фундаментальных вращений. Эти последовательности являются действительными числами, которым можно придать смысл величины характеристики квантового объекта в единицах действия. Сам же квантовый объект может быть как реальным, так и виртуальным. Структура фундаментальных вращений задает определенные свойства этого объекта. Если ограничиться конечными структурами фундаментальных вращений, то им будут соответствовать двоично-рациональные числа $m/2^n$. Это позволяет соотнести $W_{Fin} \subset W$ с многообразием спинов (опять-таки, реальных или виртуальных).

Попытаемся дать возможную интерпретацию конечным структурам фундаментальных вращений. Руководящим принципом здесь будет принцип «двуделения», сформулированный В. Паули и активно обсуждаемый В. Гейзенбергом. Его идея состояла в том, что на глубинном уровне имеют смысл только две сущности: энергия и симметрии. Не менее, а возможно и более глубокую сущность квантового мира отражают понятия спина и связанного с ним действия. При этом принцип симметрии, несомненно, применим и в этом случае.

Принцип двуделения состоит в том, чтобы представить имеющиеся симметрии в виде групповой редукции, суть которой состоит в следующем. Если имеется цепочка вложенных подгрупп группы G_0 : $G_0 \supset G_1 \supset G_2 \supset \dots \supset G_m$, где подгруппа G_{i+1} является нормальным делителем группы G_i и неприводимое унитарное представление T группы G_0 , то редукция G_0/G_1 представления T группы G_0 по подгруппе G_1 приводит к разложению T на неприводимые представления G_1 и т. д. В этой конструкции легко узнается композиционный ряд Э. Галуа, впервые примененный для описания симметрий алгебраических уравнений.

Реализация идеи симметрии, зафиксированной в принципе двуделения в отношении объектов, построенных из фундаментальных вращений, оказывается более простой, чем в случае непрерывных групп Ли.

В этом плане наибольший интерес представляет структура $\cup\cup$ как простейшая из симметричных структур. Ассоциированное с этой структурой число $1/2\hbar$ имеет размерность действия. Однако симметрия, как известно, может быть обратной стороной экстремума. В этой связи можно предположить, что именно симметрия выделяет среди структур фундаментальных вращений ту, которую можно наделять статусом реальности. Проверкой этой гипотезы может явиться факт вывода уравнения движения в R из структуры фундаментальных вращений в W_{Fin} . В этом случае реализуется каноническая методология: от экстремума действия к уравнению.

Такое уравнение действительно можно найти.

Воспользуемся для этого конструкцией А.П. Ефремова [7], возникшей в совершенно ином контексте, но содержащей общую идею, которая применима и в данной ситуации. В самых общих чертах конструкция А.П. Ефремова выглядит так.

Рассмотрим вращение в плоскости q_1, q_2 вокруг q_3 , где направление, определяемое вектором q_3 , совпадает с направлением оси вращения. Представляя q_3 матрицей Паули и применяя спектральную теорему, получим: $q_3 = i(\psi^+\varphi^+ - \psi^-\varphi^-)$, где ψ^+ и ψ^- базис некой предгеометрической поверхности, φ^+ φ^- – дуальный базис. Очевидно, в этом случае $1 = \psi^+\varphi^+ + \psi^-\varphi^-$. Следуя А.П. Ефремову, запишем комплексное число z в виде

$$z = x \cdot 1 + y \cdot q_3 = x(\psi^+\varphi^+ + \psi^-\varphi^-) + iy(\psi^+\varphi^+ - \psi^-\varphi^-).$$

Путем несложных преобразований получим $z = \alpha \cdot e^{i\beta} C^+ + \alpha \cdot e^{-i\beta} C^-$, где C^+ и C^- – проекторы на две взаимно перпендикулярные комплексные плоскости.

Данную конструкцию можно наглядно представить в виде «конической передачи» (рис. 4).

Вращение этой «передачи» на угол φ дает вращение плоскости q_1, q_2 на угол 2φ вокруг q_3 , то есть мы имеем дело со спинорным объектом.

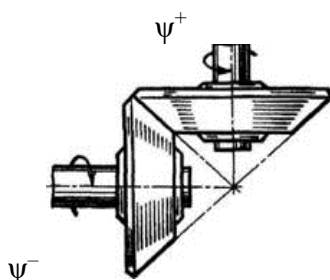


Рис. 4

Рассмотрим конформное преобразование предгеометрического базиса: $\psi'^{\pm} = \sigma e^{\pm i\alpha} \psi^{\pm}$, $f'^{\pm} = \sigma e^{\mp i\alpha} f^{\pm}$, которое сводится к повороту «конической передачи» на угол φ и ее растяжение в σ раз. Если поворот является допустимым преобразованием, то растяжение приводит к дефекту умножения в ассоциативной алгебре кватернионов. С другой стороны, такая возможность априори существует и ее необходимо нивелировать. Предложенный А.П. Ефремовым способ такого нивелирования приводит к математической форме уравнения Шредингера:

$$\left[\partial_{\theta} - \frac{i}{2} (\partial_{\Lambda} \partial_{\Lambda} - 2W) \right] \lambda = 0,$$

где W – произвольная функция в D .

Если посмотреть на структуру $\cup\cup$, то можно увидеть, что она обладает тем же свойством, что и названные «шестерни», – она вращается, но не растягивается (вращение в отсутствии среды в принципе не может быть «растянуто»). Это значит, что структура $\cup\cup$, помещенная в некую среду, в частности D , без всяких дополнительных условий позволяет сгенерировать уравнение Шредингера.

В оригинальной работе А.П. Ефремова появление уравнения Шредингера (и других уравнений) связано с идеей «спасения» умножения ассоциативных алгебр, когда элементы этих алгебр выражаются через геометрические структуры, которые, в свою очередь, могут преобразовываться, нарушая алгебраические операции в этих алгебрах. При этом появление уравнений выглядит достаточно загадочным. Прояснение связи конструкции А.П. Ефремова со структурой $\cup\cup$ проясняет одновременно и всю ситуацию. С одной стороны, структура последовательностей фундаментальных вращений в $W_{Fin} \subset W$ отражает структуру действия (на уровне D такая структура не видна – это просто действительное число). С другой стороны, структура $\cup\cup$ минимальная симметричная структура, что в D проявляется как экстремум (разумеется, это надо доказать, но доказательство достаточно естественное и простое). В этой ситуации логично, что экстремум действия ведет к появлению уравнения. Таким образом, оригинальная конструкция А.П. Ефремова ложится в хорошо понятный физический контекст.

Структура $\cup\cup$ является простейшей структурой, обладающей внутренней симметрией (в данном контексте будем понимать эту симметрию на интуитивном уровне). Из этой структуры можно строить более сложные структуры, также обладающие внутренней симметрией. Генерацию этих структур можно представить в виде простейшей системы аксиом, которая может выглядеть так:

1. $\cup = (1/2) \cdot \cup$.

2. $\cup^{-1} = \hbar$ (имеется в виду отображение $D \rightarrow W$).

3. $(\cup\cup)^{-1} \rightarrow E\psi = \hat{H}\psi$, где функция ψ соответствует фундаментальному вращению \cup .

Первая аксиома отражает в смешанной форме числовые соотношения в $W_{Fin} \subset W$, вытекающие из правил Конвея. Как было оговорено выше, если структуры в W представляются в привычной десятичной записи, то они берутся в круглые скобки. Аксиому 1 можно записать в следующей форме:

$\sqrt{\cup} = \cup\cup$. Здесь возможна интересная интерпретация. Как было показано выше, \cup разрешает вращение в комплексной плоскости, определяемое комплексным числом в экспоненциальной форме. Извлечение квадратного корня из комплексного числа ведет к появлению римановой поверхности с двумя листами и вращениями, переходящими с листа на лист. Именно это и показывает приведенная выше формула.

Вторая и третья аксиомы фиксируют инварианты, которые возникают при «погружении» структуры фундаментальных вращений в D (третья аксиома опирается на идеи А.П. Ефремова генерации уравнения Шредингера из $\cup\cup$).

Снова рассмотрим структуру $\cup\cup$. Можно предположить, что эта структура соответствует фермиону, а $1/2$ – это его спин. Заменяя в аксиоме 1 и 3 \cup на $\cup\cup$, можно видеть, что структура $\cup\cup\cup\cup$ определяет уравнение Шредингера, в свою очередь определяющее динамику $\cup\cup$, которое является «квадратным корнем» из уравнения Шредингера, определяющим динамику \cup : $\cup\cup\cup\cup = \sqrt{\cup\cup}$. Поскольку в обоих этих случаях речь идет об уравнениях, имеющих первую производную по времени, то структура $\cup\cup\cup\cup$ определяет уравнение Дирака, а не Клейна–Гордона. Структуру $\cup\cup$ в данном контексте можно отождествить с электроном, при этом речь идет, безусловно, о свободном электроном. В данном формализме поле подсоединяется путем введения следующей топологии: базис открытых множеств образуют продолжения всех множеств, принадлежащих W_{Fin} . Можно ввести функцию, непрерывную в смысле описанной топологии, которую можно интерпретировать как характеристику поля. Важным моментом является тот факт, что данная топология укладывается в процессуальную идеологию, реализуемую в W . Подобную топологию и ее приложение к построению модели квантового эффекта Холла планируется подробно обсудить в дальнейшем.

В данной конструкции, несмотря на ее необычную форму, отражена понятная для физики логика: спин – действие – уравнение. Формализм,

основанный на фундаментальных вращениях, предельно лаконичен и явление синонимии, когда разные вещи выражаются одними и теми же конструкциями, неизбежно (структура $\cup\cup$ тому пример). Однако подобная лаконичность позволяет увидеть общность вещей, которые разделены теоретико-множественным формализмом. В целом лаконичность языка компенсируется исключительно сильной абстракцией фундаментального вращения \cup (которая требует отдельного обсуждения).

Вернемся к фундаментальному вращению $\cup\cup\cup\cup = \sqrt{\cup\cup}$.

Теоретически приведенного соотношения достаточно, чтобы в пространстве-времени записать уравнение Дирака, например, в виде 4-х сцепленных уравнений. Попробуем, однако, получить информацию о динамике свободного электрона $\cup\cup$, оставаясь в рамках W .

Рассмотрим структуру $\cup\cup\cup\cup$. Для удобства пронумеруем входящие в него фундаментальные вращения: $\cup_1\cup_2\cup_3\cup_4$. Идея заключается в том, чтобы, чтобы «открывать» и «закрывать окна» не во всей этой структуре, а только ее части. Это дает следующий эффект.

Согласно аксиоме 3, фундаментальные вращения 1 и 2 определяют два уравнения Шредингера для ψ и ψ^* соответственно, то есть с $E > 0$ и $E < 0$. Оставшуюся структуру, определяемую фундаментальными вращениями 3 и 4, будем интерпретировать как структуру с «закрытыми окнами», то есть как спин $1/2$. Аналогичные рассуждения можно применить к вращениям 3 и 4. В целом ситуация выглядит так:

$E > 0$, спин = $-1/2$;

$E < 0$, спин = $-1/2$;

$E > 0$, спин = $1/2$;

$E > 0$, спин = $1/2$.

Для того чтобы осуществить вычисления, необходимо перейти на уровень D , однако уровень W также оказывается достаточно информативным.

Попробуем применить накопленные представления о многообразии W к осмыслению одной из ключевых проблем теоретической физики – описанию спектра материи. Поскольку подход к решению этой задачи будет чисто математическим, его следует рассматривать не более, чем «протокол о намерениях». Тем не менее имеет смысл зафиксировать ряд идей, которые при дальнейшей обработке могут привести к желаемому результату.

Будем придерживаться точки зрения В. Гейзенберга, что имеет место спектр материи и элементарная частица представляет собой тот или иной энергетический уровень этого спектра. Все уровни этого спектра равноправны, и может идти речь о некоторой универсальной константе – «кванте масс». Таким образом, массу «частицы» можно представить в виде $m = k_m \cdot N(n, \tilde{n}, \dots)$, где k_m – «квант масс», N – функция с целочисленными аргументами, которая характеризует «частицу». Займемся выяснением числовых значений величины k_m и вида функции N .

Структура $\cup\cup$ имеет спин $1/2$, и ее динамика определяется уравнением Дирака. Как уже говорилось, эту структуру в данном контексте можно

отождествить с электроном, следовательно, одной из характеристик $\cup\cup$ будет масса электрона m_e .

Как уже отмечалось, структуру $\cup\cup$ можно рассматривать как прообраз спинора. Как утверждают многие авторы (Р. Пенроуз, Ю.С. Владимиров, В.В. Варламов и др.), именно двухкомпонентный спинор является «строительным кирпичом», из которого строятся более сложные структуры. В частности, В.В. Варламовым была развита модель двухуровневой реальности, в которой ключевую роль играли спинорные структуры, построенные путем тензорного произведения бикватернионных алгебр C_2 и C_2^* . В целом его модель выглядит следующим образом.

Первый уровень реальности – это сепарабельное гильбертово пространство H_∞ (картина Шредингера), в рамках которой определены наблюдаемые – C^* – алгебры и симметрии. Основной наблюдаемой является оператор энергии H , основные симметрии задаются группой Лоренца $SO_0(1,3)$, что, естественно, подразумевает наличие пространства-времени.

Второй уровень – несепарабельное гильбертово пространство состояний $H^S \otimes H^Q \otimes H_\infty$ (картина Гейзенберга), сконструированное из неприводимых конечномерных представлений спинорной группы $SL(2, C)$. Эти представления определены в собственных подпространствах $H_E \subset H_\infty$ оператора энергии H . Векторы состояния в $H^S \otimes H^Q \otimes H_\infty$ задают спиновые и зарядовые степени свободы элементарной частицы.

В рамках этого подхода возникает формула спектра масс: $m = m_e (l+1/2) (\dot{l}+1/2)$, где l и \dot{l} – целые или полуцелые числа, $|l - \dot{l}| = s$, спин частицы.

2.4.

Определим основные линии развития подхода, при котором спинорные структуры строятся на основе парного фундаментального вращения $\cup\cup$. Это позволит определить число k_m и функцию N .

Согласно постулату Ю. Вигнера элементарная «частица» ассоциируется с неприводимым конечномерным унитарным представлением группы Пуанкаре (в данном случае достаточно рассмотреть представление связного компонента группы Лоренца $SO_0(1,3)$).

Дальнейшие рассуждения таковы.

Как известно, существует гомоморфизм из $SL(2, C)$ в $SO_0(1,3)$. С другой стороны, $SL(2, C)$ локально изоморфна $SU(2) \otimes SU(2)$ и $SU(2)$ дважды покрывает $SO(3)$. Таким образом, конечномерные представления группы Лоренца можно сконструировать из конечномерных неприводимых представлений $SO(3)$, которые, как известно, определяют спектр целых и полуцелых чисел (речь, разумеется, идет об уровне D).

Как будет показано ниже, этот спектр можно построить на основе фундаментальных вращений. При этом спектр из $W_{Fin} \subset W$ оказывается более широким. Это связано с тем, что W изоморфно множеству действительных чисел, в котором действует принцип вложенных отрезков, позволяющих перейти к более глубоким слоям микромира.

Перейдем к конкретным выкладкам.

Рассмотрим неприводимые представления группы вращения $SO(3)$ и попытаемся реализовать их в новых абстракциях.

Обозначим через g вращение в R^3 . Пусть ξ_1, ξ_2, ξ_3 – координаты вектора, направленного вдоль оси вращения, длина которого равна углу поворота, тогда $g = g(\xi_1, \xi_2, \xi_3)$.

Обозначим через T_g элемент конечномерного неприводимого представления $SO(3)$, соответствующий элементу $g \in SO(3)$. Таким образом, будет определена функция $T(\xi_1, \xi_2, \xi_3)$.

Как представляется, функцию T можно представить в виде унитарной матрицы. Пусть I_1, I_2, I_3 – инфинитезимальные операторы в линейной части разложения $T(\xi_1, \xi_2, \xi_3)$ по формуле Тейлора. Справедливы соотношения $[I_1, I_2] = I_3, [I_2, I_3] = I_1, [I_3, I_1] = I_2$. Данные операторы можно рассматривать как генераторы алгебры Ли $SO(3)$. Функция $T(\xi_1, \xi_2, \xi_3)$ определяется через I_1, I_2, I_3 следующим образом: $T(\xi_1, \xi_2, \xi_3) = e^{I_1\xi_1 + I_2\xi_2 + I_3\xi_3}$. Далее, введем генераторы $J_i = iI_i$, которые являются эрмитовыми матрицами, а функция $T(\xi_1, \xi_2, \xi_3) = e^{i(J_1\xi_1 + J_2\xi_2 + J_3\xi_3)}$ – унитарным преобразованием. Следующим шагом определяются матрицы $H_+ = J_1 + iJ_2$ и $H_- = J_1 - iJ_2, H_3 = J_3$, для которых справедливы соотношения: $[H_3, H_+] = H_+, [H_3, H_-] = -H_-$, при этом $H_+ = H_-$. Матрицы H_+, H_-, H_3 записываются в ортогональном базисе, состоящем из нормированных собственных векторов H_3 формулами:

$$\begin{aligned} H_+ f_m &= \alpha_{m+1} f_{m+1}; \\ H_- f_m &= \alpha_{m-1} f_{m-1}; \\ H_3 f_m &= m f_m, \end{aligned}$$

где $m = -l, l+1, l+2, \dots, l-1, l$, а l – целое или полуцелое число и $\alpha_m = \sqrt{(l+m)(l-m+1)}$.

Таким образом, число l полностью определяет конечномерное неприводимое представление группы $SO(3)$.

Как известно, оператор энергии коммутирует с генераторами J_1, J_2, J_3 . Если опустить все промежуточные этапы, идея представления группы (то есть некоторых симметрий) состоит в присваивании этой группе конечного или бесконечного набора целых или полуцелых чисел, которые интерпретируются как спектр состояний квантового объекта.

Посмотрим, как можно подойти к решению этой задачи в рамках структуры W .

Выше подчеркивалось, что амплитуда $e^{i\lambda\varphi}$ в структуре W представляется последовательностью фундаментальных вращений $\cup^p \cup^q \cup^g \cup^t \dots$. Сравним это представление с унитарным преобразованием $e^{i(J_1\xi_1 + J_2\xi_2 + J_3\xi_3)}$, которые определяются матрицами $J_i = iI_i$, где I_i – инфинитезимальные вращения в R^3 . Таким образом, фундаментальное вращение можно рассматривать как абстрактный аналог инфинитезимальных вращений, в R^3 , которые определяют представления группы $SO(3)$.

Заметим, что число λ в амплитуде $e^{i\lambda\varphi}$, определяемое последовательностью $\cup^p \cup^q \cup^g \cup^l \dots$ фундаментальных вращений, является собственным значением оператора J_3 .

Иными словами, спектр $-l, l+1, l+2, \dots, l-1, l$ строится из собственных значений оператора H_3 , который является комплексной оболочкой инфинитоземального вращения I_3 . Таким образом, с помощью описанной выше конструкции инфинитоземальные вращения трансформируются в спектр состояний, получение которого и является главной целью всего построения. В рамках $W_{Fin} \subset W$ аналогичный спектр строится из самих фундаментальных вращений, без каких-либо промежуточных агентов. Приведем схему построения этого спектра.

Построение спектра в $W_{Fin} \subset W$ осуществляется по следующей схеме.

В группе $SO(3)$ существует два класса гомотопически не эквивалентных контуров, с периодом 2π и 4π , которые полностью характеризуют топологические свойства $SO(3)$. Сопоставим контуру с периодом 2π фундаментальное вращение \cup , а контуру с периодом 4π – фундаментальное вращение $\cup\cup$. Выше было отмечено, что число l , которое определяет конечномерное неприводимое представление группы $SO(3)$, может быть целым и полуцелым. Это совпадет с числами (1) и $(1/2)$, характеризующими контуры \cup и $\cup\cup$. Такое совпадение, разумеется, не является случайным.

Основным для нас будет фундаментальное вращение $\cup\cup$, поскольку именно оно определяет группу $SU(2)$, участвующую в представлении группы Лоренца.

При построении спинорного объекта из парных фундаментальных вращений $\cup\cup$ будем придерживаться принципа дуделения – максимально сохранять его симметрию.

Построение осуществляется по шагам.

На четном шаге к фундаментальному вращению $\cup\cup$ слева добавляется такое же парное фундаментальное вращение.

На нечетном шаге к фундаментальному вращению $\cup\cup$ справа добавляется противоположное парное фундаментальное вращение, после чего может добавляться парное фундаментальное вращение любого направления (рис. 5).

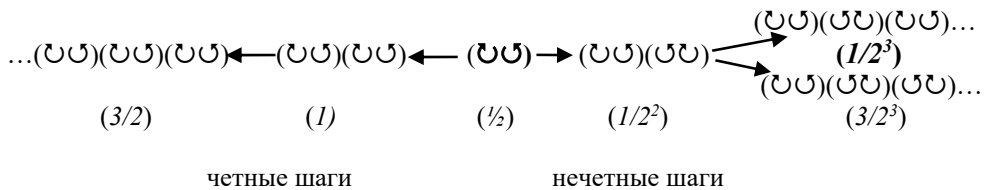


Рис. 5

Смысл данной схемы заключается в том, чтобы выделить некую базовую структуру X (соответственно, действительное число в данном случае это $\cup\cup$ и $1/2$) и, далее, описать процессы:

– увеличения/уменьшения числа X на «1»/«-1» (в данном случае единица равна $1/2$);

– добавления к X чисел вида $(m/2^n)$, где m и n – целые числа.

В первом случае мы имеем традиционную схему квантования, то есть увеличение на (1), которое в B становится увеличением на \hbar (при «закрытых окнах»). Во втором случае происходит «тонкая настройка» традиционной схемы с помощью двоично-рациональных чисел. Именно этот, второй случай и представляет наибольший интерес, поскольку расширяет традиционную схему квантования.

Построенные структуры интерпретируются в W как спины, а в D – как кванты действия (при «закрытых окнах») или как линейные функции действий (при «открытых окнах»).

Полученные структуры в W строятся на основе парных фундаментальных вращений и представляют собой спинорные структуры. Среди них выделяются структуры, обладающие внутренней симметрией, которую можно связать с экстремумом действия. Используя конструкцию А.П. Ефремова, можно получить соответствующее уравнение. Принцип симметрии может быть заменен более тонкими критериями, также позволяющими прийти к экстремуму действия. Одним из таких критериев является выделение простейших подструктур, на основе которых можно по алгоритму восстановить всю структуру. Это, по существу, совпадает с понятием сложности по Колмогорову. Связь данных понятий отмечал Ю.И. Манин [13], который высказал много глубоких идей, относящихся к фундаментальной физике.

Схема, представленная на рис. 5, позволяет определить число k_m и функцию N . Очевидно, что k_m можно соотнести с массой электрона m_e . Относительно функции N , то из приведенной выше конструкции следует, для фундаментального вращения $\cup\cup$ число сгенерированных структур определяется формулой $(l+k/2^m)$, где l – целое или полуцелое число, k и m – целые. Это число, как было подчеркнуто выше, можно соотнести с числом неприводимых представлений группы $SU(2)$. Учитывая, что $SL(2, C)$ локально изоморфна $SU(2) \otimes SU(2)$, число N определяется формулой

$$N = (l + k/2^m)(\dot{l} + s/2^t),$$

где l и \dot{l} – целые или полуцелые числа, k, m, s, t – целые числа. Соответственно, формула спектра масс выглядит следующим образом:

$$m = m_e(l + k/2^m)(\dot{l} + s/2^t).$$

Если положить k, m, s, t равными 1, то данная формула совпадает с формулой Варламова. Появление чисел k, m, s, t , как уже говорилось, обусловлено изоморфизмом многообразия фундаментальных вращений многообразию действительных чисел, в которых действует принцип вложенных отрезков, позволяющий рассмотреть более мелкие шаги квантования.

Приведенные выше рассуждения, касающиеся спектра масс, нужно рассматривать как некоторую математическую «разминку» (в ряде моментов не вполне строгую), которая может оказаться полезной при решении этой

фундаментальной проблемы физики. Основная цель названной «разминки» – продемонстрировать возможности нестандартного формализма, который может быть использован при решении и других задач.

Заключение

Нестандартный формализм, начала которого были рассмотрены в настоящей статье, в первого взгляда «ортогонален» всей сложившейся традиции описания явлений микромира. Посмотрим, однако, на всю ситуацию более внимательно.

Начнем с самого термина «нестандартный». Основная абстракция, которая явилась основой этого формализма двойственная – это и объект – число, и в определенной мере алгебраический объект, поскольку имеет конкретную структуру. Одновременно этот объект наделен внутренними процессами, которые активно участвуют в алгебраической «жизни» этого объекта. Подобными качествами (но далеко не в такой степени) наделены бесконечно малые числа в «нестандартном (инфинитоземальном) анализе. При этом речь идет только об аналогии, а не о применении идеологии в технике инфинитоземального анализа в квантовой теории.

Целесообразность «введения в оборот» этого формализма обусловлена тем обстоятельством, что теоретико-множественный формализм, который служит идейным и техническим базисом квантовой теории, в настоящее время достиг в этой области очевидного потолка. Многие предлагаемые им конструкции чрезвычайно сложны и вряд ли имеют отношение к физической реальности. В этом случае начинает работать «бритва Оккама» и переход к новым абстракциям становится неизбежным. Работа этой «бритвы», как представляется, состоит в следующем.

Фундаментальными концептами в корпусе квантовой теории являются: «состояние», «выраженное волновой функцией», «некоммутативность» (операторов и вообще переменных), различные симметрии и ряд других понятий. При этом необходимо учитывать тот факт, что эти концепты – суть модели в теоретико-множественных структурах и что за этими моделями могут стоять более фундаментальные представления [11].

Так, за волновой функцией можно увидеть идею некоторого абстрактного вращения, за некоммутативностью – идею направления. Концепция нестандартного формализма состоит в том, чтобы уйти от теоретико-множественных абстракций и сопутствующих им артефактов, найдя способ корректно ввести интуитивно ясные объекты, выражающие эти идеи. Строго говоря, эта же мысль была заложена в упоминавшуюся концепцию нестандартного анализа.

В целом же представленный нестандартный формализм допускает развитие в различных направлениях.

Литература

1. *Weizsäcker C. F.* Aufbau der Physik. München, 1985. 661 s.
2. *Варламов В. В.* Спектр материи Гейзенберга в абстрактно-алгебраическом подходе // Математические структуры и моделирование. 2016. № 3 (39). С. 5–23.
3. *Векшенов С. А.* От теории множеств к теории двойственности // Метафизика. 2019. № 4 (34). С. 35-43.
4. *Владимиров Ю. С.* Метафизика. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2002. 550 с.
5. *Heisenberg W.* Ordnung der Wirklichkeit. München. Manuskript № 1942.
6. *Dedekind R.* Was sind und was sollen die Zahlen? 1. Auflage, Vieweg, Braunschweig, 1888. 79 s.
7. *Ефремов А. П.* Предгеометрическая структура ассоциативных алгебр и кватернионные пространства как математическая среда обитания физических законов // Пространство-время и фундаментальные взаимодействия. 2014. Вып. 1. С. 5-19.
8. *Захаров В. Д.* Пространство и время в современной космологии (аспект бесконечности) // Современная космология: философские горизонты / под ред. В. В. Казютинского. М.: Канон+ РООИ «Реабилитация», 2011. С. 412.
9. *Кириллов А. А.* Что такое число? М.: Физматлит, 1993.
10. *Кнут Д.* Сюрреальные числа. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 110 с.
11. *Connes A.* Geometry and the Quantum. 2017. URL: arXiv:1703.02470v1 [hep-th]
12. *Лейбниц Г. В.* Сочинения: в 4 т. Серия: Философское наследие. Т. 1: Метафизика. «Монадология». М.: Мысль, 1982. 636 с. (Серия: Философское наследие).
13. *Manin Y. I.* Renormalisation and computation I: motivation and background. 2009. URL: arXiv: 0904.4921v2[math.QA]
14. *Пенроуз Р.* Путь к реальности, или Законы, управляющие Вселенной. М.: Регулярная и хаотическая динамика, 2007. 912 с.

“NON-STANDARD” FORMALISM OF QUANTUM THEORY I: MASS SPECTRUM

S.A. Vekshenov

*Russian Academy of Education
8 Pogodinskaya St, Moscow, 119121, Russian Federation*

Abstract. In quantum theory, there are both point and integral objects. In this case, the computational technique is based exclusively on set-theoretic structures associated with the point model of the continuum. The transition to integral dynamic structures makes it possible to develop new methods that allow us to obtain useful results, in particular, to derive the formula for the spectrum of a certain class of particles: $m = me(l + k/2^m)(\dot{l} + s/2^l)$. This formula is a generalization of the formula obtained by V.V. Varlamov in 2017. In general, such an approach is consonant with the concept of the so-called. “non-standard analysis”, in which “number-monads” play a key role.

Keywords: set-theoretic structures, algebraic objects, fundamental rotations, duality, spin, masses of microparticles

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4-51-62

СОВРЕМЕННЫЕ ИДЕИ О ПРИРОДЕ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ

И.А. Бабенко

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

Аннотация. В работе рассматриваются высказывания зарубежных и российских исследователей в области современных теорий, претендующих на роль фундаментальных.

Ключевые слова: теория струн, петлевая квантовая гравитация, реляционная теория, новая фундаментальная теория, метафизика

...В рамках каждой научной дисциплины имеются те, кто страстно стремится узнать что-то самое существенно правильное о своей теме... Если они физики, они хотят знать все о пространстве и времени и что привело мир к существованию. Эти фундаментальные вопросы наиболее тяжелы для ответов, и прогресс редко бывает непрерывным. Только горстка ученых имеет настойчивость для такой работы. Это один из самых рискованных видов деятельности.

Ли Смолин [1]

Введение

Данная статья посвящена обзору исследований современных теорий, которые ведутся с целью ответа на вопрос «Какова природа пространства-времени?», то есть обсуждению высказываний, как отмечает Ли Смолин, той горстки ученых, которые ищут ответы на этот вопрос. В статье в основном рассматриваются публикации зарубежных физиков и философов, занимающихся данной проблематикой, однако более детальное осмысление данного вопроса ведется в нашей стране, в частности в стенах МГУ физического факультета в группе Ю.С. Владимирова в рамках реляционной теории.

В настоящее время растет количество работ физиков, в которых, исходя из различных физико-математических подходов и методов, анализируется природа пространства-времени. При этом, как правило, в заключениях данных работ отмечается, что пространство-время не является априорно заданным понятием, а возникает из каких-то более первичных структур природы. Следует отметить, что в большинстве своем подобные работы являются зарубежными. Так, американский физик-теоретик Пакут отмечает: «В физике есть

много намеков на то, что пространство-время, как мы его понимаем, – не фундаментальное понятие» [2].

Как возник вопрос столь радикального характера? Почему научное сообщество пришло к вопросу: какова природа пространства-времени? Для дальнейшего рассмотрения предлагаемых ответов на него необходимо учитывать закономерности мироздания всех масштабов – от кварков до глобальных структур Вселенной, а именно: микромира (субатомных частиц), макромира (от молекул до астрофизических тел), мегамира (от планетных систем до глобальных структур Вселенной).

Многие зарубежные исследователи связывают возникновение данного вопроса с неудачными попытками построения квантовой теории гравитации [2]. На сегодняшний день общепризнанной теорией гравитации является общая теория относительности (ОТО), предложенная А. Эйнштейном в начале XX века. Из данной теории следует, что материя искажает пространство-время, имеющее априорно заданный характер, то есть является первичной сущностью, на фоне которой размещаются тела и частицы, влияющие на кривизну. При описании мегамира, то есть Вселенной в целом, с позиции ОТО возникают определенные трудности, связанные с введением темной материи и темной энергии. Так, Ли Смолин, рассуждая о природе темной материи и энергии, заключает: «И опять тут возможны два объяснения. ОТО может просто быть не верна. Она была точно проверена только в пределах нашей солнечной системы и соседних систем в нашей собственной галактике. Возможно, когда мы переходим на масштабы, сравнимые с размерами целой вселенной, ОТО просто больше неприменима» [1].

Для описания микромира (субатомных частиц) используется так называемая Стандартная модель, в основе которой лежит методология квантовой механики. Стивен Вайнберг в своей книге [3], которая вышла за год до его смерти в 2021 году, дает четкую формулировку проблем современной физики: «У нас есть теория, объединяющая сильное взаимодействие с электромагнитным и слабым взаимодействием. Теория, получившая название Стандартной модели, объясняет все эффекты, которые мы можем измерить в наших научных лабораториях физики элементарных частиц. Она дает идеальные конечные и разумные результаты, когда мы используем ее для расчетов, и при этом теория остается неудовлетворительной, поскольку слишком большое количество параметров модели приходится подбирать, чтобы согласовать результаты расчетов с экспериментальными данными. Например, в Стандартной модели есть шесть типов частиц, которые называются кварками. Почему их шесть? Почему не четыре или восемь? Ответа нет. Почему у этих частиц именно такие свойства? Самый тяжелый из кварков примерно в 100 000 раз тяжелее самого легкого. Мы не знаем, чем обусловлена такая разница в массе; ее значения подбираются просто для подгонки под эксперимент.

Есть в этой «кунсткамере» и свой «слон»: гравитация вообще никак не учтена в Стандартной модели.

Начиная с 1970-х годов мы располагаем теорией слабого, электромагнитного и сильного взаимодействия, имеющей слишком много произвольных

параметров, и теорией гравитации, которую невозможно распространить на системы с экстремально высокими значениями энергии. И мы застряли в этом состоянии, поскольку наши ускорители элементарных частиц не приносят новых данных, которые загадывали бы нам загадки, подпитывали наше воображение. <...> Стандартная модель является, вероятно, только эффективной квантовой теорией поля, приближением к более фундаментальной теории, для раскрытия деталей которой потребуется энергия частиц, намного превышающая возможности современных ускорителей, и, возможно, в этой теории можно будет вообще обойтись без кварков, лептонов или калибровочных полей» [3].

Попытки объединить теории, которые описывают физику на разных масштабах, не увенчались успехом. В то время как квантовая механика позиционирует пространство и время неизменным внешним атрибутом, общая теория относительности деформирует его посредством учета материи в правой части уравнений Эйнштейна. Ожидается, что теория квантовой гравитации должна каким-то образом согласовать эти представления о пространстве и времени. Но решить эту проблему в рамках квантовой гравитации к сегодняшнему дню так и не удалось, несмотря на многочисленные попытки, которые продолжаются до сих пор [2]. Роджер Пенроуз отмечает, что физики пытаются решить эту проблему путем «непосредственного применения правил квантовой механики к теории Эйнштейна», и «работающие в этой области исследователи, как правило, делали отсюда вывод о необходимости корректировки теории Эйнштейна, а не квантовой механики. Я же придерживаюсь практически противоположной точки зрения и считаю, что проблемы самой квантовой теории носят фундаментальный характер» [4].

Из вышесказанного напрашивается единственный методический способ объединения теорий – это устранить проблему в ее источнике, то есть выявить фундаментальные принципы возникновения пространства-времени.

В последние десятилетия возникло несколько различных направлений исследований, которые показали, что на самом глубоком уровне реальности (в микромире) классическое пространство-время теряет силу. Ему на смену приходят иные закономерности.

На сегодняшний день в иностранных публикациях наиболее популярными являются две теории, в рамках которых ведутся наиболее интенсивные теоретические исследования, это теория струн и петлевая квантовая гравитация.

Теория струн и квантовая теория информации

Сегодня среди физиков наиболее популярна теория струн, которая ставит своей целью стать теорией, которая объединит ОТО и квантовую механику. Суть ее заключается в описании элементарных частиц посредством вибрирующих струн. Полагается, что они порождают все разнообразие фундаментальных субатомных частиц. При этом полагается, что струны порождают также частицу гравитон, являющуюся переносчиком гравитационного

взаимодействия. На сегодняшний день гравитон экспериментально не обнаружен. Каким же образом данная теория вскрывает не шаблонность поведения пространства и времени на микроуровне? Полагается, что она возникает из математических дуальных соответствий между разными типами теории струн, то есть ожидается, что один данный вид математического аппарата может описать разные физические модели. Однако в этом подходе пространство-время уже фактически априорно задано. Математический аппарат теорий предполагает в себе уже имеющиеся временные и пространственные координаты [5; 6].

В настоящее время, причем все чаще применительно к теории струн, высказывается ряд возражений. Ныне идеи теории струн основаны на идеях суперсимметрии, которая предполагает, что у всех известных частиц должны быть суперпартнёры [7]. Но, как известно, Большой адронный коллайдер CERN не обнаружил признаков их наличия у частиц.

Приведем несколько высказываний физиков, работающих над данной теорией. Так, американский физик-теоретик, один из создателей теории струн Леонард Сасскинд, пишет: «Все действительно точные версии [эмерджентного пространства-времени], которые у нас есть, находятся в суперсимметричных теориях. Как только у вас нет суперсимметрии, способность математически следовать уравнениям просто испаряется из ваших рук» [8]. Другой физик Абхай Аштекар (из университета штата Пенсильвания) пишет: «Теория струн не оправдала своих обещаний, как способ объединить гравитацию и квантовую механику. Сила теории струн сейчас заключается в предоставлении чрезвычайно богатого набора инструментов, который широко используется в очень многих разделах физики» [9]. А уже ранее упоминавшийся Ли Смолин заявляет: «В последние тридцать лет первая вещь, которая делалась на любом новом ускорителе элементарных частиц, как только он запускался, был поиск частиц, которые предсказывает суперсимметрия. Ничего не было найдено. Константы просто подгонялись вверх, и мы опять ждём следующего эксперимента. <...> К лучшему или к худшему, но природа не похожа на это. Как отмечалось, ни один эксперимент когда-либо не давал доказательств существования сэлектрона. До настоящего времени не показывались ни скварки, ни слептоны, ни снейтрино. Мир содержит гигантское количество фотонов (более миллиарда на каждый протон), но никто никогда не видел даже одного фотина <...> Почему, вы можете спросить, струнные теоретики настойчиво утверждают, что пространство девятимерно? Просто потому, что теория струн не имеет смысла в любом другом виде пространства» [1]. И далее он отмечает, что теория струн не дает ответ, каким образом возникает пространство-время, потому что «...каждая из многих теорий струн является зависимой от фона теорией, которая описывает струны, двигающиеся в особом фоновом пространстве-времени» [1]. Для решения данного вопроса он предлагает: «Поскольку различные приближительные теории струн живут в различных пространственно-временных фонах, теория, которая всех их объединяет, не должна жить ни в каком пространственно-временном фоне. Чтобы объединить их, необходима отдельная фоновно-независимая теория.

Способ сделать это, таким образом, ясен: изобрести мета-теорию, которая сама является фоново-независимой, затем вывести фоново-зависимые теории струн из этой отдельной мета-теории» [1].

Брайн Грин, физик-теоретик в области теории струн, в своей книге «Ткань космоса» [5] отмечает: «Даже сегодня, более чем через три десятилетия после её первоначального озвучивания, большинство струнных практиков уверены, что мы всё ещё не имеем всестороннего ответа на элементарный вопрос: что есть теория струн? <...> Большинство исследователей чувствует, что наша сегодняшняя формулировка теории струн всё ещё нуждается в некой разновидности центральных принципов, которые мы нашли в основании других великих достижений». При этом в главе «Единая теория в XXI веке» своей книги [6], Брайн Грин отмечает: «...современная формулировка теории струн заранее предполагает существование пространства и времени, в котором струны (и другие объекты М-теории) движутся и вибрируют. Это позволяет вывести физические свойства теории струн во Вселенной с одним временным измерением, определенным числом развернутых пространственных измерений (обычно равным трем) и определенным числом дополнительных измерений, которые свернуты в одну из конфигураций, допускаемых уравнениями движения теории. Такой вывод, однако, подобен оценке творческих способностей художницы, которую для этого заставляют раскрашивать детские „раскраски“. Далее Брайн Грин, переходя к анализу математического аппарата теории струн, пишет: «Нахождение корректного математического аппарата для формулировки теории струн без обращения к изначальным понятиями пространства и времени является одной из наиболее важных задач, с которыми сталкиваются теоретики». И продолжая, Брайн Грин заявляет: «Разобравшись в том, как возникает пространство и время, мы могли бы сделать огромный шаг к ответу на ключевой вопрос, какая геометрическая структура возникает на самом деле» [6].

Ли Смолин в своей книге [1] приводит цитату Герарда'т Хоофта, нобелевского лауреата: «На самом деле, я не стал бы даже пытаться называть теорию струн теорией, а не моделью или даже так: просто предчувствием. В конце концов, теория должна выйти с инструкциями о том, как действовать в её рамках, чтобы идентифицировать вещи, которые она хочет описать, в нашем случае элементарные частицы, и она должна быть в состоянии, по меньшей мере, в принципе сформулировать правила для расчётов свойств этих частиц и как делать новые предсказания для них. Представим, что я даю вам кресло, одновременно объясняя, что ножки всё ещё отсутствуют, и что сидение, спинка и подлокотники будут, вероятно, в ближайшее время доставлены. Что бы я вам ни дал, могу ли я всё ещё называть это креслом?»

Сам Ли Смолин, анализируя достижения теоретической физики в области теории струн, так характеризует ее состояние на сегодняшний день: «Теория струн покоится на нескольких ключевых предположениях, для которых имеются некоторые основания, но нет доказательств. Даже хуже, после всех научных усилий, потраченных на её изучение, мы всё ещё не знаем, имеется ли полная и последовательная теория, которая как раз и могла бы отзыватьсь

на имя „теория струн“. Фактически то, что мы имеем, совсем не является теорией, а лишь большой коллекцией приблизительных расчётов вместе с сетью догадок, которые, если они верны, указывают на существование теории. Мы не знаем, каковы её фундаментальные принципы. Мы не знаем, на каком математическом языке она должна быть выражена – возможно, в будущем должен быть изобретён новый язык, чтобы описать её. В отсутствие обоих фундаментальных принципов (подтверждаемость, фальсифицируемость) и математической формулировки мы не можем сказать, что мы даже знаем, что провозглашает теория струн».

Стивен Вайнберг о теории струн пишет: «Мы не сможем дать окончательный ответ на вопрос, какие из частиц являются элементарными, пока у нас не будет окончательной теории взаимодействия и теории материи. Когда у нас появится теория, мы, возможно, обнаружим, что элементарные физические структуры вовсе не являются ни частицами, ни полями. Многие теоретики считают, что фундаментальная теория должна представлять собой что-то вроде теории струн, в которой кварки, лептоны и т.д. всего лишь различные моды колебаний элементарных струн. А определить какой-то один набор струн в качестве элементарных, кажется, невозможно в принципе, поскольку, как недавно стало понятно, разные теории струн с разными типами струн зачастую эквивалентны» [3].

Таким образом, можно сделать следующий вывод. На сегодняшний день теория струн не позволяет ответить на вопрос о природе возникновения пространства-времени.

Петлевая квантовая гравитация

Упомянутый выше Абхай Аштекар [9], один из ведущих физиков, занимающихся исследованиями в направлении петлевой квантовой гравитации, считает, что эта теория как раз может объяснить, как возникает пространство-время. Аштекар отмечает, что в петлевой квантовой гравитации пространство и время негладкие и непрерывные, как в общей теории относительности. Вместо этого они состоят из дискретных компонентов, которые Абхай Аштекар называет кусками, или «атомами», пространства-времени [9]. Данные «атомы» пространства-времени соединяются в сеть с одномерными и двумерными поверхностями и образуют так называемую «спиновую пену». Далее данная двумерная «спиновая пена» порождает четырехмерие нашего мира с тремя пространственными координатами и одной временной.

Карло Ровелли, являющийся одним из основоположников петлевой квантовой гравитации, считает, что именно отказ от непрерывного пространственно-временного фона позволит уйти от сингулярности «в теории относительности и расходимостей в квантовой механике» и что именно «теория петлевой квантовой гравитации сможет убрать противоречия между двумя теориями» [10]. При этом отметим, что с петлевой квантовой гравитацией Карло Ровелли связывает свою идею реляционной интерпретации квантовой гравитации [10].

Роджер Пенроуз в своей книге [4] пишет о том: «Существует мнение, что (и, по-моему, вполне обоснованное) квантовая теория гравитации должна сыграть фундаментальную роль в окончательном установлении природы наблюдаемого «зоопарка» элементарных частиц. Например, сейчас у нас нет хорошей теории, которая бы объясняла, почему массы частиц именно таковы, каковы они есть – а ведь понятие „массы“ теснейшим образом связано с понятием гравитации». Более того, Пенроуз заявляет: «...правильная квантовая теория гравитации, когда она наконец будет построена, должна стать основой нашего досконального понимания универсальных законов природы».

Если сравнивать процессы возникновения пространственно-временного фона в двух теориях, то, согласно теории струн, пространство-время возникает в форме квантовой запутанности. Согласно петлевой квантовой гравитации, пространство-время есть среднестатистическое от «атомов» пространство-времени. Из вышесказанного становится очевидно, что в двух теориях пространство-время возникает из какой-то более «фундаментальной реальности». И здесь снова происходит разделение на две теории, одна из которых описывает частицы (теория струн), а другая – пространственно-временной континуум (петлевая квантовая гравитация). И получается разорванный круг, сомкнуть который к сегодняшнему дню у теории струн и петлевой квантовой гравитации пока не получилось.

Метафизика

Следует отметить, что в нашей стране (особенно в прошлом столетии) к метафизике имеется довольно скептическое отношение. Многие отечественные физики-теоретики и философы считают, что этот термин, и тем более теория, которая будет иметь метафизический смысл, не может описывать реальный мир и не в силах дать ответ на вопрос о природе пространства-времени. Судя по ряду зарубежных публикаций, зарубежные исследователи считают с точностью до наоборот, что именно «метафизическая теория» способна стать той фундаментальной теорией, которая даст ответ.

Так, философ физики Алисса Ней из Калифорнийского университета в Дейвисе в своей работе [10] обсуждает вопрос метафизического характера: квантовая теория фундаментальна а пространство-время выводимо или наоборот? При этом она пишет, что пока еще не видит ответа на этот вопрос.

Другой философ физики Элинон Нокс, анализируя релятивистскую теорию гравитации в работах Харве Брауна [13], отмечает, что пространство и время не является «физической ареной для процессов физики, а должно выводиться из более фундаментальных понятий» [12]. При этом она отмечает, что теория, которая даст ответ на вопрос о природе пространства и времени, должна быть как «метафизическое откровение». Так как данная теория должна объяснить природу возникновения пространства и времени, то в себе она должна содержать физику «предреальности», «предфизику», что и есть метафизика. Интересно отметить, что она в своих доводах приводит размышления Альберта Эйнштейна о структуре теорий, где он утверждал, что теории

по своей структуре делятся на те, у которых в основаниях лежат эмпирические данные, как, например, электродинамика, и теории, в основании которых – физика, из которой можно вывести эмпирические данные. Так вот, она утверждает, что фундаментальная теория может быть только метафизическая, то есть без фундамента из эмпирических данных.

Как отмечает Элино́р Нокс, метафизическая теория должна включать в себя строгую математику и постулаты, из которых возможно вывести физические законы и понять природу пространства и времени. Звание метафизической теории еще надо заслужить. При этом, на ее взгляд, на сегодняшний день такая теория еще не создана [12].

Отметим также, что Ли Смолин в своих работах также ставит следующие метафизические вопросы: «Но почему три цвета? Почему не два или четыре? Каждый кварк имеет также электрический заряд, и они складываются из единиц, которые равны $\frac{1}{3}$ или $\frac{2}{3}$ от заряда электрона. Число 3 возникает в каждом случае, что наводит на мысль, что эти два свойства, цвет и заряд, могли бы иметь общее происхождение. Ни стандартная модель, ни, насколько мне известно, теория струн не обращаются к этому совпадению...». И далее: «Может ли существовать более глубокая теория, в которой мы не делаем заранее никаких предположений о числе пространственных измерений? В такой теории три измерения могут возникать как решение некоторого динамического закона. Вероятно, в такой теории число пространственных измерений может даже меняться во времени. Если бы мы смогли придумать такую теорию, она смогла бы объяснить нам, почему наша вселенная имеет три измерения. Это бы составило прогресс: объяснить в конце концов нечто, что ранее просто предполагалось» [1].

Реляционная теория

Согласно вышеприведенным высказываниям, к будущей фундаментальной теории выдвигаются большие и серьезные требования, на которые она должна будет дать ответ. Судя по всему, будущая фундаментальная теория должна удовлетворять следующим требованиям.

1. Она должна ответить на вопрос о процессе возникновения пространства-времени, при этом она не должна абстрагироваться от материальных частиц при описании процесса формирования пространственно-временных отношений.

2. Она должна не содержать в себе априорно эмпирическую информацию из экспериментов, а давать возможность вывести физические характеристики частиц.

В России такая теория уже развивается в МГУ и РУДН в группе Ю.С. Владимирова [14–17] и его учеников [18–22]. Это последовательная реляционная теория, которая, на наш взгляд, и претендует на звание той фундаментальной теории, поисками которой занимаются зарубежные исследователи. Реляционная теория предлагает совсем другой взгляд на окружающий нас мир, а именно реляционный взгляд. Владимиров в своей книге

«Реляционная концепция Лейбница–Маха» [15] отмечает: «Большинство проблем современной теоретической физики обусловлено тем, что она строится на фоне априорно заданного классического пространства-времени. Представления о нем распространяются и на физику микромира. Именно этим обусловлено множество нерешенных проблем, таких как устранение расходимости в физике микромира, проблема интерпретации квантовой теории, обоснования свойств элементарных частиц и многое другое. Эйнштейн был глубоко прав, говоря о необходимости изменения мышления для решения серьезных проблем. Об этом писали и другие известные физики» [15].

В основе реляционной концепции стоят три неразрывно связанных друг с другом аспекта:

1. Реляционный подход к природе пространства-времени, который означает его замену на совокупность отношений между материальными объектами.

2. Описание взаимодействия в рамках концепции дальнего действия (взамен концепции ближнего действия). Если априорно заданного непрерывного пространства-времени нет, то возможно описание физических взаимодействий между объектами лишь на основе концепции дальнего действия. В отсутствии априорно заданного непрерывного пространства-времени испущенное (электромагнитное) излучение до его поглощения может «находиться» не иначе как в отношениях между физическими объектами.

3. Принцип Маха, то есть обусловленность свойств материи глобальными свойствами всего окружающего мира. Поскольку во Вселенной всегда имеется гигантское количество испущенного, но не поглощенного излучения, «находящегося» в отношениях между объектами (его возможными поглотителями), то естественно допустить, что именно его вклады порождают понятия классического пространства-времени: расстояние, промежутки времени, интервалы и т.д. Поскольку отношения между объектами обусловлены «морем» излучения, испущенного окружающим миром, а поведение объектов определяется их взаимными отношениями, то отсюда с неизбежностью следует, что и характеристики их поведения (в частности массы) определяются всем окружающим миром. А это и есть содержание принципа Маха.

Все вышеперечисленные аспекты теории реализуются с помощью математического аппарата бинарных систем комплексных отношений.

Обобщение теории физических структур в виде теории бинарных систем комплексных отношений позволяет приступить к существенному изменению оснований физики и геометрии, в частности, достичь более глубокого понимания свойств микромира и фундаментальных законов взаимодействий, не обращаясь к априорно заданному пространственно-временному континууму [14–17].

В реляционном подходе предлагается совсем другой взгляд на гравитацию, в которой гравитация выступает как своеобразное следствие электромагнетизма [18–21].

Так же, отвечая на предложение Алисы Ней к фундаментальной метафизической теории цитатой Ю.С. Владимирова: «Бинарный реляционный подход нацелен на реализацию трех ключевых метафизических принципов: дуализма, тринитарности и процессуальности в физике микромира. При этом предлагается описание состояний и эволюции микросистем на базе собственной системы понятий и закономерностей, присущей физике микромира. Этот подход строится, не опираясь на понятия физики макромира и, в частности, на понятия классического пространства-времени» [14].

К исследованиям в рамках реляционной физической концепции присоединяются такие авторы, как В.В. Аристов, который предлагает реляционно-статистический подход к описанию природы пространства-времени [23], а также А.Л. Круглый, который развивает реляционно-информационное формирование пространственно-временного фона [24].

Заключение

Резюмируя сказанное, отметим, что, как отмечают многие физики, научный мир стоит на пороге революционного пересмотра взглядов на окружающий мир. В связи с этим приведем высказывания ряда известных физиков о предстоящих задачах фундаментальной теоретической физики.

Как отмечает Ли Смолин, «физика должна быть больше, чем набор формул, которые предсказывают, что мы будем наблюдать в эксперименте; она должна давать картину того, какова реальность на самом деле» [1].

Также в своей книге Ли Смолин приводит высказывание Дэвида Гросса, нобелевского лауреата и защитника теории струн, который, закрывая научную конференцию, высказался следующим образом: «Мы не знаем, о чём мы говорим... Состояние физики сегодня подобно тому, что было, когда мы были озадачены радиоактивностью... Они потеряли что-то абсолютно фундаментальное. Мы потеряли, возможно, что-то столь же основательное, как и они в те времена» [1].

Другой нобелевский лауреат Стивен Вайнберг писал: «Итак, прямо сейчас мы переживаем переломный момент в истории фундаментальной физики. Больше всего мы надеемся на неизбежное возрождение перекрестного оплодотворения теории и эксперимента, которое было столь успешным в 1960-е и 1970-е годы и с тех пор потеряло свою силу» [3]. Далее он писал: «Задача физики не в том, чтобы ответить на набор неизменных вопросов о природе, вроде вопроса об элементарных частицах. Мы не знаем заранее, как правильно сформулировать вопрос, и зачастую мы сможем это выяснить, только когда окажемся близки к ответу на него» [3].

Со всеми этими высказываниями следует согласиться, однако нужно признать, что в современной фундаментальной физике одним из главных является вопрос: какова природа пространства-времени и что за этим стоит?

Литература

1. *Смолин Ли*. Неприятности с физикой: Взлет теории струн, упадок науки и что за этим следует / пер. Артамонов Юрий А. London, Penguin Book, 2007. 107 с.
2. *Беккер Адам*. Происхождение пространства и времени. Возникло ли пространство-время из более фундаментальной реальности? // В мире науки. Scientific American. Апрель, 2022.
3. *Вайнберг Стивен*. Все еще неизвестная Вселенная. Мысли о физике, искусстве и кризисе в науке. М.: Альпина нон-фикшн, 2020. 330 с.
4. *Пенроуз Роджер*. Новый ум короля. О компьютерах, мышлении и законах физики. М.: ЛЕНАНД, 2020. 416 с.
5. *Грин Брайн*. Ткань космоса. М.: ЛЕНАНД, 2022. 608 с.
6. *Брайн Грин*. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. М.: ЛИБРОКОМ, 2017. 288 с.
7. *Кейн Гордон*. Суперсимметрия. От бозона Хиггса к новой физике. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 232 с.
8. *Сасскинд Леонард*. Битва при черной дыре. Мое сражение со Стивеном Хокингом за мир, безопасный для квантовой механики. Санкт-Петербург: Питер, 2017. 521 с.
9. *Ashtekar Abhay, Pullin Jorge*. Loop Quantum Gravity: The First 30 Years. World Scientific, 2017. 320 p.
10. *Ровелли Карло*. Нереальная реальность. Путешествие по квантовой петле. Санкт-Петербург, 2020. 150 с.
11. *Ney Alyssa*. Metaphysics an introduction. Taylor and Francis Ltd, 2015. 310 p.
12. *Кнох Eleanor*. Physical Relativity from a Functionalist Perspective, Philosophy, Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics, 2017.
13. *Brown H. R.* Physical Relativity: Space-time Structure from a Dynamical Perspective. Clarendon Press; Oxford University Press, Oxford, 2005.
14. *Владимиров Ю. С.* Реляционная картина мира. Книга третья (или первая): От состояний элементарных частиц к структурам таблицы Менделеева. М.: ЛЕНАНД, 2022.
15. *Владимиров Ю. С.* Реляционная концепция Лейбница–Маха. М.: ЛЕНАНД, 2017. 232 с.
16. *Владимиров Ю. С.* Метафизика. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2002. 550 с.
17. *Владимиров Ю. С.* Основания физики. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 456 с.
18. *Владимиров Ю. С., Болохов С. В.* К теории прямого межчастичного электрогравитационного взаимодействия // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2016. № 2. С. 27–37.
19. *Molchanov A. B.* The Hubble law: its Relational Justification and the Hubble Tension // Gravitation and Cosmology. Pleiades Publishing Ltd. 2022. Vol. 28, № 2. P. 133-138.
20. *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.
21. *Vladimirov Yu. S., Bolokhov S. V., Babenko I. A.* On Explanations of Magnetic Fields of Astrophysical Objects in the Geometric and Relational Approaches // Gravitation and Cosmology. Vol. 24, Issue 2. P. 139–147.
22. *Бабенко И. А.* Реляционно-геометрическое обоснование магнитных полей астрофизических объектов // Метафизика. 2018. № 1 (27).

23. *Аристов В. В.* Реляционное статистическое пространство-время и построение единой физической теории // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2018. № 4 (25). С. 4–20.
24. *Круглый А. Л.* Дискретная модель пространства-времени и бинарная предгеометрия Владимирова // Пространство время и фундаментальные взаимодействия. 2019. № 2. С. 15–27.

MODERN IDEAS ABOUT THE NATURE OF SPACE TIME

I.A. Babenko

*Peoples' Friendship University of Russia
6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation*

Abstract. The paper examines the statements of foreign and Russian researchers in the field of modern theories claiming to be fundamental.

Keywords: string theory, loop quantum gravity, relational theory, new fundamental theory, metaphysics

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4-63-108

**ПРОЛАГАЯ ПУТИ В «ПОЛЕ ИСТИНЫ»:
GEDANKENEXPERIMENT, ПРИНЦИП МАХА
И ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ВАРИАЦИЙ**

А.А. Тютюнников^{1,2*}, Д.А. Терещенко^{3}, В.Ф. Панов^{4***}**

¹ Частное образовательное учреждение «Другая школа»
Российская Федерация, 614002, Пермь, ул. Николая Островского, 72А

² Муниципальное автономное образовательное учреждение
СОШ «Мастерград»

Российская Федерация, 614031, Пермь, ул. Костычева, 16

³ Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и
радиотехнических измерений»

Российская Федерация, 141570, Московская область, г. Солнечногорск,
р. п. Менделеево, промзона ФГУП ВНИИФТРИ, к. 11

⁴ Пермский государственный национальный исследовательский университет
Российская Федерация, 614068, Пермь, ул. Букирева, 15

*Памяти
Юрия Ивановича Кулакова*

Аннотация. Статья вносит вклад в разработку априорной методологии, адекватной законным притязаниям фундаментальной физики как математической философии природы. Гуссерлевский феноменологический метод вариаций – важнейшая часть этой методологии – рассматривается как средство приведения к ясности и достижения аподиктической очевидности, в высшей степени актуальное в нынешних условиях эрозии эмпирического критерия истинности, когда измышление гипотез для нужд дедуктивной теоретизации стало нормой так называемых фундаментальных исследований. В качестве примера для экспресс-апробации метода берется проблематический принцип, нуждающийся в прояснении: многовариантно формулируемый со времен А. Эйнштейна «принцип Маха». Результатом проясняющей рефлексии одного из переходов между версиями принципа является вывод о том, что концептуальное развитие общей теории относительности на методически проясненных основаниях, одним из которых был бы корректно сформулированный принцип Маха, должно исходить из согласного с этим принципом реляционного понимания пространства-времени. Принцип Маха, поскольку он определяет структуру самих уравнений теории, решения которых мыслятся в модусе возможного, несколько не затрагивается в своем истинностном значении фактом существования вакуумных решений этих уравнений. В заключение статьи

* E-mail: atutun@list.ru

** E-mail: dima91ter@yandex.ru

*** E-mail: panov@psu.ru

исследуется вопрос о влиянии маховской теории мысленного эксперимента на генезис феноменологического метода вариаций.

Ключевые слова: Принцип Маха, мысленный эксперимент, феноменологический метод Гуссерля, феноменологический метод вариаций, реляционизм, пространство-время, общая теория относительности, космология

1. Законные притязания фундаментальной науки о природе и необходимость адекватного им метода

Примета сегодняшнего времени как порубежной эпохи после четырех столетий непрерывного научного прогресса, определявшегося, прежде всего, развитием фундаментального экспериментально-математического естествознания, – осознание научным сообществом новой ситуации, в которой оказалась фундаментальная наука. Физика, игравшая в эти четыре столетия роль теоретической и экспериментальной философии природы, пережила в XX столетии свой «золотой век». Кризис, поразивший ее после построения Стандартной модели в квантовой теории поля, о котором уже много сказано и написано, – кризис, «неприлично» затянувшийся, – можно, как мы полагаем, назвать принципиальным. Нынешние «неприятности с физикой» (Л. Смолин, П. Войт, Б. Шроер, Вл.П. Визгин), в отличие от прежних, каких было немало в ее истории, обусловлены неадекватностью ее теоретико-экспериментального метода, сформулированного, по существу, в первой трети XVII столетия, в эпоху Ф. Бэкона и Г. Галилея, ее интересам и притязаниям как именно «фундаментальной физики». Не будет уже большой смелостью сказать, что нынешний кризис в физике, в отличие от прежних, захватывает самые устои ее – ее последние методологические основания.

Последние десятилетия XIX – первая треть XX века – время интенсивных поисков нового научного метода, значение которого для современности было бы таким же, каким было для минувших четырех веков значение двуединого метода Ф. Бэкона и Р. Декарта, воплотившегося в современном экспериментальном и теоретическом (математическом) естествознании. Сегодня на переднем крае науки – там, где эксперимент уже не поспевает за теорией, устремившейся в «занебесную область» (по выражению Платона), – новый научный метод необходим как никогда во все эти четыре столетия. Неокантианцы Марбургской школы полагали, что принципы такого метода можно найти в критической философии Канта. Они обозначали его как «трансцендентальный метод». С этим методологическим проектом марбургцев, значение которого со временем только возрастает, конкурирует по существу и за право называться «трансцендентальным» феноменологический метод Э. Гуссерля, мыслившийся им, с одной стороны, как окончательное воплощение намерений английского эмпиризма [1. S. 382], с другой – как «исполнение (Erfüllung) кантовских интенций» [2. S. 478]. И марбургцы, и Гуссерль «углубляют Канта»: первые – Платоном, «durch Plato», как выразился П. Наторп; последний – еще и Аристотелем.

Сама возможность такого «углубления Канта» означает, если вообще об этом нужно говорить, что его критическая философия возникла не на пустом месте. В ней имплицитно претворено многое из того, что так или иначе уже было тематизировано философской традицией: традиция распознается в ней, как в негативе – позитив, как в субъекте – объект. Трансцендентальный метод и есть та инвариантная структура, которая сказывается в разнообразных системосозидающих усилиях философской мысли на протяжении всей истории философии и благодаря которой, говоря словами Гегеля, история философии есть единый процесс, а не галерея разрозненных мнений. Мы держимся того взгляда, что наиболее непосредственно и наиболее цельно этот трансцендентальный метод представлен в традиции, ведущей от античной нологии к наукоучению Фихте и далее – к современным формам платонизма (одной из которых является сегодня так называемый «онтический вариант» структурного реализма, поддерживаемый такими видными философами науки, как Дж. Ледимен, С. Френч, Т. Цао).

Мы полагаем также, что и в наличном физико-математическом знании, на семантическом уровне его математического формализма, обнаруживаются черты этого метода. Хотя он представлен здесь фрагментарно (поскольку наличное физико-математическое знание – в неэмпирическом своем компоненте – есть продукт мышления, еще не достигавшего в рефлексии сознания своего принципа), он, однако, уже в своих фрагментах эксплицирован математическим дискурсом с той степенью детализации, какая невозможна в философии и какая необходима для описания природы *in concreto* посредством порождаемых им физических теорий. Трансцендентальный метод, как мы полагаем, удерживая дедуктивное *a priori* в качестве нормы теоретических исследований в области фундаментальной физики, должен заместить индуктивное *a posteriori* нынешней физической методологии парадигмальным по отношению к нему *a posteriori* феноменологическим. Соответственно, эмпирический критерий «истинности» должен быть заменен гуссерлевским «приведением к ясности» (*Klärung*).

Мы надеемся, что будущее вознаградит философское сообщество за труд осмысления неокантианского трансцендентального и гуссерлевского феноменологического методов тем, что покажет жизнеспособность их симбиоза в научной практике. То, что сегодня мы можем сделать «для завтра», – наималейшая толика этого труда. Значение любой методологии равно нулю, если она не находит себя в применении. В мире возможностей своего применения любая методология есть методология непрерывного действия. Поэтому даже мало-мальское методическое усилие, в котором задействованы далеко не все, а лишь какие-то элементы метода, дает нам почувствовать, как будет он всей своей мощью преодолевать более значительные трудности на своем пути. Если теперь нам и случится снискать ясность в каком-то пункте какой-то проблемы, предстоящей нам лишь в качестве примера для экспресс-апробации каких-то элементов метода, то степень этой ясности мы скорее соотнесем с той, какой способно было достичь понимание в холодном ночном блеске

бэконовских светлячков, нежели с предельной, не знающей теней ясностью света трансцендентальной субъективности.

Таким примером будет для нас здесь некий проблематический принцип, устоявшееся название которого «принцип Маха» вовсе еще не означает устоявшегося понимания того, в чем же собственно этот принцип заключается¹. Под этим названием мы видим в смутных очертаниях нечто такое, что еще нуждается в прояснении. На пути к ясности в вопросе о том, что же все-таки этот «принцип Маха», даже на самом малом отрезке этого пути, феноменологический метод, рассматриваемый нами в единстве органа с трансцендентальным, в котором дедуктивная теоретизация отнюдь не исключена, но есть *cor ipsum* его, мог бы, мы думаем, апробировать какие-то свои элементы. *Concordia res parvae crescunt*.

2. Развитие представлений о принципе Маха и реляционная парадигма

Под принципом Маха наиболее часто подразумевают, абстрагируясь от многочисленных формулировок его, обоснование сил инерции как эффектов взаимодействия тел со всей окружающей их материей мира. Однако в работах ряда авторов было показано, что глобальными (интегральными) характеристиками окружающего мира может быть обусловлено не только такое локальное свойство материи, как инертность, но могут быть обусловлены ими и другие, по-видимому не сводимые к инертности, локальные свойства объектов – как классических, так и квантовых. Поэтому Ю.С. Владимировым было дано названному принципу более общее определение: «...принцип Маха следует понимать в более широком смысле, как идею обусловленности локальных свойств материальных образований закономерностями и распределением всей материи мира» [4; 5].

Если иметь в виду эту идею, то с полным правом можно говорить об истории принципа Маха как истории этой идеи. Для феноменологии с ее вниманием к единичному как инстанции общего τὰ γενόμενα (фактическое) исторической действительности не менее важно, чем τὰ οἷα ἂν γένοιτο (квазифактическое) в воображаемом мире возможного, ибо, как говорит Гуссерль, «действительности должны рассматриваться как возможности среди других возможностей» [6. S. 423]. История для феноменологии, как и вообще всякая действительность, есть кладезь примеров, выступающих в той же роли, что и образцовые казусы в римском частном праве: общее здесь индуцируется единичным, служащим своеобразной «базой индукции».

Если теперь оглянуть историю принципа Маха не поверхностным взглядом, то можно усмотреть в ней периоды, или этапы. Мы предлагаем выделить следующие.

В первый период идея детерминированности свойств объектов окружающим миром не получила еще количественного выражения. К этому, самому

¹ Как отмечали Ф. Хойл и Дж. Нарликар, «Mach's contribution to the subject lay in his clear perception of the existence of a crucial problem, rather than in the development of a quantitative theory» [3. P. 335].

длительному, периоду нашей истории мы отнесем качественные соображения на этот счет Г. Лейбница, Дж. Беркли, Р. Бошковича, самого Э. Маха и некоторых других мыслителей [7].

Второй этап развития обсуждаемой здесь идеи, на котором она впервые получает математическую формулировку, мы связываем с именем А. Эйнштейна. Как известно, интуиции Маха сыграли важную, если не сказать определяющую роль в генезисе эйнштейновской общей теории относительности. Само выражение «принцип Маха» было пущено в научный оборот Эйнштейном. Согласно Эйнштейну, его теория основана на трех постулатах, «которые, однако, отнюдь не независимы друг от друга»²: а) принципе относительности, б) принципе эквивалентности, с) принципе Маха. Второй из них позволяет обобщить ранее сформулированную специальную теорию относительности таким образом, чтобы «симметричный „фундаментальный тензор“», появляющийся в простейшем диагональном виде уже здесь, определял «метрические свойства пространства, движение тел по инерции в нем, а также и (sowie) действие гравитации» [9. С. 613]. Союз *sowie* в тексте оригинала [8] мы перевели бы «равно как и», поскольку принцип эквивалентности утверждает как раз это тождество инерции и гравитации. «Состояние пространства» (*Raumzustand*), описываемое фундаментальным тензором, Эйнштейн обозначал как «*G*-поле». В терминах этого поля принцип Маха он формулировал так: «*G*-поле *полностью* (курсив Эйнштейна. – *A. T.* и *D. T.*) определено массами тел». Причиной, почему этот принцип был назван им «*Machsches Prinzip*», Эйнштейн указывал ту, что он означает обобщение требования Маха объяснять феномен инерции взаимодействием тел [8. S. 241].

Третий постулат теоретической системы Эйнштейна не равноценен двум другим. Эти-то суть *conditiones sine quibus non* теории, причем, как отмечает Эйнштейн, принцип эквивалентности «является исходным пунктом всей теории и прежде всего приводит к установлению принципа [относительности] а)» [9. С. 614]³. С третьим же постулатом дело обстоит сложнее. Ему, по видимости, не удовлетворяет «ортодоксальный» вариант теории без λ -члена, названного впоследствии космологическим, поскольку этот вариант допускает, вопреки принципу Маха, существование *G*-поля даже в отсутствие материи (так называемые «вакуумные решения» уравнений Эйнштейна).

² Приведем полностью предложение из текста оригинала [8. S. 241]: «Die Theorie, wie sie mir heute vorschwebt, beruht auf drei Hauptgesichtspunkten, die allerdings keineswegs voneinander unabhängig sind». Поскольку неправильный перевод этого места в четырехтомном собрании научных трудов Эйнштейна на русском языке в смысле прямо противоположном (отрицание зависимости постулатов друг от друга вместо утверждения такой зависимости) послужил источником многочисленных спекуляций, мы вынуждены с досадой указать на эту переводческую оплошность.

³ «Das Prinzip b) hat den Ausgangspunkt der ganzen Theorie gebildet und erst die Aufstellung des Prinzipes a) mit sich gebracht» [*ibidem*. S. 242]. Здесь Эйнштейн вновь указывает на зависимость принципов друг от друга: в данном случае – общего принципа относительности а) от принципа эквивалентности б).

Убедительность маховского мысленного эксперимента, однако, такова, что даже после разработки ортодоксального варианта общей теории относительности Эйнштейн долгое время (lange [10. P. 28]) не считал возможным отказаться от принципа, в основе которого лежит этот эксперимент: «...Необходимость придерживаться этого [принципа] отнюдь не разделяется всеми товарищами по цеху, но сам я считаю, что он должен безусловно удовлетворяться»⁴. Это могло означать только одно: чтобы удовлетворить принципу Маха и тем самым оправдать свое название, ортодоксальный вариант должен быть модифицирован. Существует способ, как сделать это без потери уравнениями свойства ковариантности и вместе с тем исключить несингулярные вакуумные решения: «...дополнить уравнения добавочными членами, имеющими характер λ -членов» [9. С. 615]. Правда, достается это сомнительной ценой – наперекор опыту и логике: «Однако нельзя умолчать о том, что для такого выполнения постулата Маха приходится ввести в уравнения поля член, который не основан на каких-либо опытных данных и ни в коей мере не обусловлен логически остальными членами этих уравнений. По этой причине указанное решение „космологической проблемы“ пока нельзя считать вполне удовлетворительным» [11. С. 127].

В итоге Эйнштейн все-таки отказался от идей Маха. Этот отказ был обусловлен, во-первых, видимым расхождением теории, содержащей космологическую постоянную λ , с данными наблюдений, а во-вторых, осознанием того, что созданная им общая теория относительности фактически означала возникновение так называемой геометрической парадигмы [12] вместо парадигмы, основанной на трех физических категориях: категории пространства-времени, категории частиц и, наконец, категории полей, описывающих взаимодействия частиц на фоне пространства-времени. Эйнштейновская геометрическая парадигма опиралась на две физические категории: искривленное пространство-время и материальные тела. Идеи же Маха требовали других оснований теории.

Общая теория относительности была сформулирована в духе традиционной теории поля в рамках концепции близкодействия, тогда как Мах был сторонником концепции дальнего действия: «По мнению Маха, – писал Эйнштейн в автобиографических заметках, – в действительно рациональной теории инертность должна, подобно другим ньютоновским силам, происходить от взаимодействия масс. Это мнение я долгое время (lange) считал в принципе правильным. Оно неявным образом предполагает, однако, что теория, на которой все основано, должна принадлежать тому же общему типу [теорий действия на расстоянии. – А. Т. и Д. Т.], как и Ньютонова механика: основными понятиями в ней должны служить массы и взаимодействия между ними.

⁴ «...Die Notwendigkeit, an diesem festzuhalten, wird keineswegs von allen Fachgenossen geteilt, ich selbst aber empfinde seine Erfüllung als unbedingt notwendig» [8. S. 242]. И опять-таки: в четырехтомнике из серии «Классики науки» смысл последней части этого предложения искажен переводчиком до своей противоположности, что так же ввело в заблуждение не одного отечественного интерпретатора Эйнштейна, о чем так же, конечно, нельзя не сожалеть.

Между тем нетрудно видеть, что такая попытка решения не вяжется с духом теории поля» [13. С. 268–269].

К третьему этапу развития представлений о принципе Маха мы относим создание теории прямого межчастичного электромагнитного взаимодействия в работах А. Фоккера, Я.И. Френкеля, Р. Фейнмана, Дж. Уилера. Во избежание недоразумений заметим, что сами эти авторы свои попытки отойти, в той или иной мере, от теории поля с принципом Маха не связывали, но не возбраняется сделать это нам, со своей точки зрения на их попытки, поскольку мы допускаем более широкую трактовку принципа – сообразно феноменологическим модификациям главного маховского мысленного эксперимента, а также сообразно тому, что вскоре другими теоретиками, как мы увидим, эти попытки непосредственно были увязаны с принципом Маха в контексте космологии. В теории прямого межчастичного взаимодействия возникает проблема опережающих взаимодействий, нарушающих принцип причинности «*propter hoc est post hoc*». Фейнман и Уилер решили эту проблему, сочетая действие на расстоянии с теорией поля «в качестве эквивалентных и взаимодополнительных инструментов для описания природы» [14. Р. 181].

Опережающие взаимодействия им удалось устранить, связывая симметрично, вслед за Х. Тетроде, акты электромагнитного излучения с актами поглощения. В предложенном ими механизме компенсации, или подавления, нарушающих причинность вкладов в излучение заряда-источника опережающая часть поля, создаваемого поглотителем, каковы бы ни были свойства последнего, полностью определяется движением источника и отнимает у него ту энергию, «которую акт излучения сообщает окружающим частицам» [Ibid.], то есть этому же самому поглотителю. Для расширенной трактовки принципа Маха важно то, что данное объяснение временной асимметрии причинности, как и «локальных» потерь энергии при тормозном излучении выделенного электрического заряда, требует учета вкладов в суперпозицию запаздывающих и опережающих полей вблизи него от всей совокупности окружающих его зарядов как «глобально» распределенной среды, роль которой аналогична роли термостата в статистической механике. Без полной потери информации в понятии «среды» о входящих в ее состав отдельных зарядах не удалось бы избавиться полностью от проявлений опережения и избежать конфликта с привычными представлениями о причинности: «Во Вселенной, состоящей из ограниченного числа заряженных частиц, опережающие эффекты имеют место в явном виде», – пишут Уилер и Фейнман [15. Р. 427].

Следующий, четвертый этап истории принципа Маха, как видим ее мы, ознаменован работами Ф. Хойла и Дж. Нарликара [3; 16–20]. Они развивают на его основе конформно-инвариантную (инвариантную относительно вейлевского изменения масштаба метрики) теорию гравитации. Сам принцип, как они его понимают, связывает результат измерения массы тела с фоном далеких «реперных» звезд таким образом, чтобы в отсутствие фона, когда понятие ускорения тела теряет свой относительный смысл – другого же нет! – и становится полностью неопределенным, измеренное значение массы тела равнялось нулю.

Таким образом, переход к конформно инвариантной теории гравитации мотивирован, с одной стороны, принципом Маха, в полном согласии с которым масса тела (элементарной частицы, например) не является здесь постоянной величиной, в отличие от неинвариантной в том же смысле эйнштейновской общей теории относительности, где масса тела, движущегося по геодезической, есть постоянный параметр.

С другой стороны, максвелловская теория электромагнетизма конформно инвариантна, и стремление этих авторов к унифицированному описанию электромагнетизма и гравитации несет в себе не маловажный и не сиюминутный мотив для того, чтобы устранить диссонанс двух теоретических описаний в их отклике на конформное преобразование метрики пространства-времени. Воспринимая теорию Уилера–Фейнмана излучения с поглотителем и вводя реакцию (response) Вселенной на локальный микроскопический эксперимент, Хойл и Нарликар находят возможным распространить принцип Маха на классическую и квантовую электродинамику. В теории же гравитации принцип Маха получает количественную трактовку в определении масс частиц через скалярное поле их прямого взаимодействия, так что масса каждой из них обусловлена интегральным вкладом всех других в качестве «фона».

Протагонистом современной истории принципа Маха является Ю.С. Владимиров (хотя кто-то может и не разделять нашей точки зрения), с именем которого мы связываем в нашей периодизации пятый, шестой и седьмой этапы. На этих этапах теория прямого межчастичного взаимодействия сначала формулируется в рамках унарной реляционной теории [4], затем развивается в бинарную предгеометрию, основанную на общей теории бинарных систем комплексных отношений [21], наконец, трансформируется в реляционно-статистическую теорию, реализующую идею о статистической, макроскопически интерпретируемой природе классического континуума пространства-времени.

Оглядывая этот путь современного развития принципа Маха, можно резюмировать: альфа и омега этого пути – реляционная парадигма, альтернативная доминирующим сегодня в физике геометрической и полевой парадигмам. Она опирается на три постулата, «die allerding's keineswegs voneinander unabhängig sind»: а) постулат о реляционно-статистическом происхождении классического пространства-времени, б) принцип дальнего действия, в) принцип Маха.

Согласно первому, пространство-время ни в какой мере не есть самостоятельная физическая сущность, а являет собой статистический результат огромного количества отношений между элементарными событиями, происходящими, как принято говорить, «на квантовом уровне». Второй постулат логически связан с первым: если реальность на квантовом уровне ее описания нельзя понять как пространственно-временную реальность (чем, кстати, вызван тот «кризис понимания» квантовой механики, который как таковой был диагностирован К. Поппером), то взаимодействия между элементарными частицами должны быть трактованы как непосредственные отношения между

элементами реальности, не гипостазированные в качестве неких распространяющихся в том, «чего еще нет, но будет» (как словами Плотина сказали бы мы о пространстве-времени), «переносчиков» этих взаимодействий.

Отсюда – неизбежный отказ от концепции близкодействия в пользу концепции дальнодействия, принцип которой мы по традиции называем «принципом дальнодействия», но который сам по себе есть принцип прямого, не опосредованного пространством-временем, действия. Что касается третьего постулата – принципа Маха, утверждающего зависимость свойств локальных физических объектов от окружающей их материи Вселенной, – то он выступает здесь равноправно с двумя другими: в рамках реляционной парадигмы он совершенно естествен, поскольку в основе этой парадигмы лежат древние интуиции о мировой симпатии (ἡ ἐν τῷ κόσμῳ συμπάθεια, συμπάθεια πάντων), современной версией которых являются представления о математизируемой всеобщей связи между материальными объектами Вселенной.

Совершенно естественно вписывается в реляционную парадигму и идея иерархии отношений. В связи с понятием иерархии естественно возникает, далее, понятие об «уровнях» и «масштабах». Конечно, мы не забываем о том, что с феноменологической точки зрения всё «естественное» должно быть еще приведено к ясности. Но, намечая здесь цели будущих исследований, выскажем предположение, что отношения, интерпретируемые как пространственно-временные, могут быть негомогенной иерархической структурой: свойства их на разных уровнях иерархии могут быть существенно различными.

Это предположение согласуется с идеями Д.И. Блохинцева, нашедшими отражение в его замечательной книге «Пространство и время в микромире». Важнейшая среди них та, что характер причинной связи в мире элементарных частиц может быть другим, нежели в макромире, где детерминизм сводится к известной однозначности (*eorundem effectuum sunt eadem causae*⁵) и где, к примеру, опережающие эффекты по тем или иным причинам не дают уже о себе знать⁶. «Разумно заметить, – писал Блохинцев, – что если элементарная частица не разложима на составные части, которые могли бы быть соединены световыми сигналами, то нет никаких оснований предполагать, что причинная связь внутри элементарных частиц или в тесных комплексах этих частиц, возникающих в течение соударения, будет такой же, какая характерна для событий, отделенных друг от друга расстояниями, существенно превосходящими размеры элементарных частиц» [22. С. 244]. Другими словами, сам факт элементарности «элементарных частиц» может рассматриваться как свидетельство того, что классические пространственно-временные понятия, каково привычное понятие причинности, мыслимое в соответствии с принципом *«propter hoc est post hoc»*, имеют границы применимости и что теоретическое описание «внутренней» структуры элементарных частиц, придающее

⁵ Одинаковые причины производят одинаковые действия (лат.).

⁶ Этот макроскопический тип причинности Блохинцев, прибегая к метафоре, называл «кальвинистической предопределенностью».

смысл самому этому «внутри», требует модификации этих понятий, расширения их за рамки привычных представлений.

Блохинцевым было предложено несколько теоретических схем такой модификации понятия причинности для малых масштабов пространства-времени. Некоторые из них основаны на идее об изменении геометрии пространства-времени в микромире сравнительно с геометрией макро- и мегамира. Другие схемы допускают причинную связь данного события с событиями вне его светового конуса, что означает возможность ассоциировать его со сверхсветовым взаимодействием. «Тем не менее, – оговаривается Блохинцев, – подобное взаимодействие совместимо лишь со статистическим описанием явлений» [23. С. 321]. Такого рода взаимодействие он называл обобщенным взаимодействием, прибавляя, что оно не сводится «к концепции физического поля» [22. С. 238]. В этих и других идеях Блохинцева, к которым не раз привлекалось внимание в работах Ю.С. Владимирова, проступают контуры реляционной парадигмы.

На наш взгляд, изменение микрогеометрии, предлагаемое Блохинцевым, должно быть более радикальным и идти дальше изменения способа задания метрики: замены традиционной римановой метрики на метрику стохастическую, ведущую к стохастической арифметизации пространства-времени. Это изменение должно предпосылать себе вообще отказ от пространства-времени как априорной данности, но при этом быть «генетически» обусловленным, как все апостериорное генетически обусловлено *a priori*. Другими словами, геометрия должна быть обусловлена предгеометрией. В иерархии масштабов, на любом уровне этой иерархии, метрика пространства-времени должна быть «индуцированной», ее изменение от уровня к уровню должно быть логически – стало быть, аподиктически – выверено и по возможности верифицировано опытом. Так как результаты измерений – отношений особого рода – всегда выражаются рациональными числами, то для необходимого, с точки зрения математического описания реальности, пополнения поля рациональных чисел нам, придерживаясь идеала *a priori*, не следует ограничиваться той возможностью, какая связана с вещественными числами и с использованием вещественных норм, но следует допустить и альтернативную возможность, связанную с *p*-адическими числами и соответствующими нормами [24; 25].

Не очевидно, конечно, что эта мотивация, берущая силу в верности идеалу *a priori*, может привести нас к какому-то подобию успеха. Скажут: если *a priori* означает «от более общего к менее общему», то не понятно, почему к арифметизации пространства-времени должны вести метрики, порожденные нормой, ведь существует сколько угодно и более общих случаев метрики. Но не выводятся ли из игры эти более общие случаи метрики принципом Маха? Если имеет априорную значимость аргументация Хойла и Нарликара, то с принципом Маха могут быть совместны только метрики, допускающие конформное (масштабное) преобразование, то есть такие метрики, которые наследуют у нормы свойство однородности и, стало быть, порождены нормой. Нет нужды особо подчеркивать, что речь идет о гипотезе. В любом случае мы можем только надеяться, что «кризис понимания» квантовой

механики может быть преодолен, если мы откажемся от априорной данности пространства-времени в микромире и перейдем, с опорой на принцип Маха, к реляционной парадигме для построения реляционно-статистической теории пространства-времени микромира.

3. Η ΕΝ ΤΩ ΤΗΣ ΑΛΗΘΕΙΑΣ ΠΕΔΙΩ ΠΛΑΝΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΕΩΣ⁷

Очерченная здесь в довольно общем виде история принципа Маха дает нам фактический материал, который мы, однако, намерены подвергнуть целенаправленной философской обработке. Имея в виду рецептуру «приведения к ясности» из четвертой главы третьего тома гуссерлевых «Идей» [26], мы намерены произвести ревизию «материальной части» этого принципа, формулируемого сегодня, в сухом остатке всей его истории, не единственным и даже существенно различным образом (обзор различных его формулировок см. в книге [27. Р. 530]), с тем чтобы с использованием гуссерлевского метода вариаций вычленить твердое ядро его, которое могло бы обладать априорным истинностным значением, феноменологически точно определяемым (это истинностное значение может и не быть «истиной»).

Что такое точное определение истинностного значения некоторого смыслового (ноэматического) ядра «принципа Маха» возможно – это не вопрос веры, но вопрос логики. Точное совпадение угловой скорости вращения относительно Земли плоскости колебаний маятника Фуко, помещенного на полюсе, с угловой скоростью вращения Земли относительно далеких звезд порождает логическую проблему, которую в англоязычной литературе по философии науки принято обозначать как «underdetermination of theories by evidence». В данном случае, по всей видимости, мы оказываемся перед лицом дилеммы, предельно отчетливо сформулированной С. Вейнбергом: «...необходимо либо допустить существование ньютоновского абсолютного пространства-времени, которое определяет инерциальные системы и относительно которых реперные галактики покоятся, либо полагать („верить“, на наш взгляд, здесь менее удачный перевод оригинального „believe“. – А. Т.), как и Мах, что инерция обусловлена взаимодействием с усредненной массой всей Вселенной» [28. С. 30–31]. Выбор между двумя этими предположениями одинаково труден, поскольку реакцию неприятия вызывает как ньютонов абсолютизм, так и такое, по выразительному описанию Дж. Орира, следствие принципа Маха: «Когда вы стучаетесь головой о стену, это означает, что у удаленных галактик возникает внезапное ускорение и они действуют на вашу голову громадной гравитационной силой. Чтобы удержать вашу голову „в покое“, стена должна оказать равную по величине и противоположно направленную реакцию. Так что в следующий раз, стукнувшись головой или ударив, споткнувшись, палец на ноге, шлите проклятия за это далеким галактикам» [29. С. 355].

⁷ Блуждание интеллекта в поле истины (др.-греч.).

Мы бы, однако, поостереглись слать проклятия небу. Ведь и вообще говорить о каких бы то ни было следствиях «принципа Маха» можно только тогда, когда знаешь точно, что же собственно утверждается этим так называемым принципом. Что же *ipso facto* означает совпадение угловых скоростей вращения относительно Земли плоскости колебаний маятника Фуко и вращения самой Земли относительно «неба неподвижных звезд», если это не утверждаемое Ньютоном абсолютное пространство и если в сущностной основе факта не может лежать простое логическое отрицание? Вопросы такого рода, свидетельствующие о проблемной ситуации, приводят ум в замешательство – шаткое состояние, когда не ум распоряжается ситуацией, а ситуация им, – но в законном своем стремлении к порядку, ища его и выходя тем самым из этого состояния, он пускается «блуждать», и это уже почти что мышление, до которого, чтобы стать им, блужданию ума недостает только малого – сопологаний, или, по-гречески, синтезов, выражаемых в понятиях. Понятия именно синтезируются, и в этом суть Платоновой «сократической» процедуры – процедуры абстрагирования по Платону, в отличие от аристотелевской абстракции: понятие является в своей чистоте не путем отвлечения его от единичных инстанций, например круга от того или того медного круга, *post res*, а путем их смыслового наложения и синтеза совпадающих моментов смысла, ноэматических моментов, как назовет их Гуссерль, так что оно, как чистый эйдос, как прекрасное в прекрасном, усматривается в самих единичных инстанциях и, коренным образом, помимо них, *in rebus* и *ante res*.

Гуссерлев метод приведения к ясности есть, говоря вообще, такая сократическая процедура. Это приведение к ясности и есть мышление, ибо мыслить – значит мыслить ясно. И если бы нам недостаточно было образцовых гуссерлевских штудий для восприятия его метода, то путеводную нить в том, как надлежит нам обращаться с единичными инстанциями, объединяемыми под именем «принцип Маха», мы подхватили бы в этих словах Эйнштейна, открывающих сущность мышления: «Что значит, в сущности, „думать“ („Denken“)? Когда при восприятии ощущений, идущих от органов чувств, в воображении всплывают картины-воспоминания, то это еще не значит „думать“. Когда эти картины становятся в ряд, каждый член которого пробуждает следующий, то и это еще не есть мышление. Но когда определенная картина (Bild) встречается во многих таких рядах, то она, в силу своего повторения, начинает служить упорядочивающим элементом для таких рядов благодаря тому, что она связывает ряды, сами по себе лишенные связи. Такой элемент становится орудием, становится понятием. Мне кажется, что переход от свободных ассоциаций или „мечтаний“ („Träumen“) к мышлению характеризуется той, более или менее доминирующей, ролью, какую играет при этом „понятие“. Само по себе не представляется необходимым, чтобы понятие соединялось с символом, действующим на органы чувств и воспроизводимым (со словом); но если это имеет место, то мысль может быть сообщена другому лицу» [13. С. 260–261].

Хорошо будет, если в этой статье мы хотя бы в одном пункте возвысимся до мышления. Работая с той материальной частью принципа Маха, которой

мы ограничимся, мы ассоциативно, стало быть непрерывным образом, упорядочим, в качестве единичных инстанций, различные версии его. И это хоть и не стали бы мы называть «мечтанием», но, очевидно, нельзя еще назвать и «мышлением», а только переходом к мышлению – «блужданием ума». Такое блуждание не могло бы быть преддверием мышления, если бы не совершалось «в поле истины», в силовом поле ноэматического ядра принципа Маха.

Воссоздать «картину» этого силового поля, восстановить это ядро – задача не из легких, требующая проясняющих феноменологических рефлексий в каждом переходе от одной версии принципа к другой и рефлексивного схватывания в совершенной ясности ноэматических моментов ядра, что предвещает несоразмерную объему статьи работу, сравнимую, пожалуй, с кропотливой работой старателей, сквозь грохоты свои намывающих крупинки благородного металла. Объему статьи соразмерна не эта, но более скромная задача – задача апробации, и даже экспресс-апробации, элементов метода приведения к ясности, в частности такого элемента связанной с ним техники варьирования, как смысловое наложение вариантов (*Deckung*). И хорошо, повторим, если нам удастся из разнообразного фактического материала, нам предлежащего, извлечь хотя бы один такой ноэматический момент.

Одна из возможных траекторий «блуждания» ума, которое «имеет характер непрерывности и постоянства и совершается... по полю истины», как некогда переводили вот эту платоновскую вариацию Платона, заключающую в себе ноэматическое ядро самого метода приведения к ясности: *πανταχοῦ αὐτός ἐστι μένουσαν οὖν ἔχει τὴν πλάνην, ἣ δὲ αὐτῷ ἐν τῷ τῆς ἀληθείας πεδίῳ*⁸ (Епн. VI 7, 13, 33–34), – могла бы исходить из данной Вейнбергом формулировки принципа Маха. Напомним ее: «Инерция обусловлена взаимодействием с усредненной массой всей Вселенной». Обозначим эту формулировку как начальный пункт «траектории ума», символом $\overset{\text{Mach}}{\text{---}}\text{out}$, имея в виду обозначения Г. Бонди и Дж. Сэмюэля различных версий этого принципа *Mach0*, *Mach1* и т.д. [30]⁹, которые, в целях наглядности, мы несколько модифици-

⁸ Букв.: «Повсюду он: неподвижно, стало быть, его блуждание, отчего оно – в поле истины» (др.-греч.; адаптировано нами. – А. Т.).

⁹ Приведем полностью список версий из этой статьи, поскольку дальше мы будем на него ссылаться (перевод формулировок версий см. в основном тексте).

Mach0: The universe, as represented by the average motion of distant galaxies does not appear to rotate relative to local inertial frames.

Mach1: Newton's gravitational constant G is a dynamical field.

Mach2: An isolated body in otherwise empty space has no inertia.

Mach3: Local inertial frames are so affected by the cosmic motion and distribution of matter that the universe as represented by the average (in a sense to be made precise) motion of matter does not appear to rotate when viewed from the local inertial frames.

Mach4: The universe is spatially closed.

Mach5: The total energy, angular and linear momentum of the universe are zero.

Mach6: Inertial mass is affected by the global distribution of matter.

Mach7: If you take away all matter, there is no more space.

Mach8: $\Omega = 4\pi\rho GT^2$ is a definite number of order unity. (Here, ρ is the mean density matter in the universe and T is the Hubble time.)

Mach9: There are no absolute elements.

руем: $\overset{\text{Mach}}{\text{---}}0$, $\overset{\text{Mach}}{\text{---}}1$ и т.д. Дальше мы будем обращаться к формулировкам принципа из списка этих авторов, полагая, что в данном случае, ограничивая себя в материале, мы тем не менее не ограничиваем себя в существенном смысле. (Более обширный список формулировок, с числом позиций примерно вдвое бóльшим, представлен, как уже говорилось, в книге [27].) В меру близости, предполагаемой «непрерывностью нозы», или, если угодно, «экономией мышления», следующим пунктом на этой траектории, по нашим представлениям и в силу очевидности, будет версия $\overset{\text{Mach}}{\text{---}}6$: «на инертную массу влияет глобальное распределение материи». Мера близости определяется степенью смыслового перекрытия версий, которое может выступить и как «очевидно данное» в совпадениях на вербальном уровне. Так, очевидна аттракция «влияния глобального распределения материи» и «влияния космического движения и распределения материи» в версии $\overset{\text{Mach}}{\text{---}}3$ («на локальные инерциальные системы отсчета влияет космическое движение и распределение материи, причем так, что у Вселенной, представление о которой дает среднее движение материи – в каком-то смысле „среднего“, еще нуждающемся в уточнении, – нет наблюдаемых признаков вращения, когда наблюдатели жестко связаны с этими системами отсчета») – версии, наиболее близкой, как замечают Бонди и Сэмюэль, к ситуации Ньютонова эксперимента с ведром; в свою очередь, этой последней версии близка, по тому же критерию «очевидно данного», версия $\overset{\text{Mach}}{\text{---}}0$, отправная для Бонди и Сэмюэля: «У Вселенной, как ее представляют по среднему движению далеких галактик, нет видимых признаков вращения относительно локальных инерциальных систем отсчета». Понятие «локальных инерциальных систем отсчета» в версиях $\overset{\text{Mach}}{\text{---}}3$ и $\overset{\text{Mach}}{\text{---}}0$, конечно, нуждается сначала в приведении к отчетливости, а затем и к ясности, поскольку вполне может быть, что в каком-то своем значении понятие «инерциального» в логической оппозиции к «неинерциальному» противоречит основной тенденции принципа Маха, выявляемой по мере его прояснения, отчего такие формулировки принципа, в которых не устранена эквивокация, чреватая антиномиями, требуют, как говорил Гуссерль, корректуры. То же можно сказать о формулировках, содержащих понятие «пустого пространства». О них – в свое время. Утверждаемое в версии $\overset{\text{Mach}}{\text{---}}0$ отсутствие вращения Вселенной, понимаемого в относительном смысле, имеет место, в большей или меньшей степени контекстуальной корреляции с этой версией, и в формулировках $\overset{\text{Mach}}{\text{---}}5$ («полная энергия, угловой и линейный импульс Вселенной равны нулю») и $\overset{\text{Mach}}{\text{---}}10$ («жесткие вращения и трансляции системы как целого ненаблюдаемы»).

Версия $\overset{\text{Mach}}{\text{---}}\text{out}$ может быть отправным пунктом и какой-нибудь еще – и не одной! – траектории мысли, ибо было бы странным думать, что намеченная нами выше траектория $\overset{\text{Mach}}{\text{---}}\text{out}\overset{\text{Mach}}{\text{---}}6\overset{\text{Mach}}{\text{---}}3\overset{\text{Mach}}{\text{---}}0\overset{\text{Mach}}{\text{---}}5\overset{\text{Mach}}{\text{---}}10$ единственна. Ведь список Бонди и Сэмюэля, как говорят они сами, далеко не исчерпывающий. Кроме того, мы должны рассмотреть переходы, не однородные с уже рассмотренными, переходы другого типа: между версиями, противоположными по качеству, но близкими по смыслу. Парадигмой таких переходов может служить

Mach10: Overall rigid rotations and translations of a system are unobservable.

логическая операция превращения (обверсии) суждения. Это своего рода переходы к новому представлению, как их можно было бы назвать. Так, в качестве эквивалентного суждения, связывающего понятия, в определенном смысле логически дополнительные к тем, что связываются в версии Mach^{out} , к ней примыкает версия Mach^2 : «изолированное тело в пустом пространстве не обладает инерцией». Непрерывность перехода от Mach^2 (где, по-видимому, допускается существование пространства в отсутствие материи, «пустого пространства») к Mach^7 («если устранить всю материю, то не будет и никакого пространства») может и должна обсуждаться, но, по внешнему признаку «очевидно данного», среди оставшихся в списке Бонди и Сэмюэля версий последняя, на наш взгляд, стоит ближе других к версии Mach^2 . Непосредственным следствием версии Mach^7 , особо значимым для Эйнштейна в пору приверженности его принципу Маха, является утверждение версии Mach^4 о том, что Вселенная пространственно замкнута («конечна и в то же время безгранична», говорит он, уподобляя ее сфере [31. С. 90]). Существование пространственной границы Вселенной означало бы и существование, по ту сторону границы, пространства без материи, что привнесло бы абсолютный элемент в граничные условия, тогда как, напротив, по логике рассуждений Эйнштейна в передаче ее К. Хёфером, «если нет граничной области... то нет возможности определить метрику не по Маху» [27. Р. 80]. Далее, отрицание пространства «без материи», каковым, конечно, мыслится и абсолютное пространство (хотя логический объем понятия «пустого пространства», вероятно, больше объема понятия «абсолютного пространства», иначе не было бы смысла говорить о нетривиальных решениях уравнений общей теории относительности «в пустоте»), может повлечь мысль к отрицанию наличия в теории вообще чего бы то ни было «абсолютного» и перейти таким образом на орбиту версии Mach^9 , согласно которой принципиально «не существует никаких абсолютных элементов», что можно трактовать как принцип общей ковариантности в чистейшем виде.

Стоит привести здесь комментарий Бонди и Сэмюэля к этой версии, чтобы по возможности не допустить неясности в ее формулировке: «Элементы, фигурирующие в теории, – например, поля – можно разделить на динамические (варьируемые в принципе действия) и абсолютные (не варьируемые). Принцип действия ведет к уравнениям, которым должны удовлетворять динамические поля. Абсолютные же элементы предзаданы и не затрагиваются динамикой» [30. Р. 123]. Таким абсолютным элементом в общей теории относительности является гравитационная постоянная G , на что указывал, в частности, индийский астрофизик Ч.С. Шукре (C.S. Shukre). Если лишить этот элемент абсолютности и отнести к нему как к динамическому элементу, рассматривая его уже не как фундаментальную постоянную, но как поле, допускающее вариации, то тем самым мы «вошли бы в контакт» (would make contact, по выражению Бонди и Сэмюэля) с версией Mach^1 , в которой утверждается, что «ньютоновская гравитационная постоянная G есть динамическое поле». Так обстоит дело, например, в теории Бранса и Дикке [32], где ньютоновская гравитационная постоянная, как динамическое поле, является функцией скалярного поля ϕ , связанного с распределением масс во

Вселенной, а как размерное число с известным значением, определяемым *hic et nunc*, то есть локально в пространственно-временном смысле (например, в опытах с близко расположенными массами), связывается со средним значением $\langle \phi \rangle$ этого скалярного поля, и в этой специфической связи локально и глобально детерминированных численных значений находит свое количественное выражение принцип Маха, как он ранее был сформулирован Д. Сиамой: $G\langle \phi \rangle \approx -c^2$ [33].

В случае однородного распределения масс, характеризующегося плотностью ρ вещества во Вселенной, $\langle \phi \rangle \sim -\rho c^2 T^2$ (с точностью до численного множителя того же порядка, что и π). Здесь cT – произведение скорости света и времени Хаббла, равное радиусу наблюдаемой части Вселенной. Отсюда связь «локальных» и «глобальных» параметров становится более очевидной: $\rho G T^2 \sim 1$. Гравитационная постоянная G есть локальный параметр, поскольку она, как уже говорилось, может быть измерена в лабораторных условиях, тогда как определение ρ и T требует астрономических наблюдений (величина, обратная времени Хаббла T , есть не что иное, как постоянная Хаббла). Очевидный смысл этого соотношения тот, что, как выходит, «локальные явления сильно связаны со Вселенной в целом, а не только с локальными условиями» [33. Р. 36]. Уже сейчас можно предвидеть, в силу общности понятий, в которых схватывается этот смысл, что здесь мы вплотную подступаемся к ноэтическому ядру принципа Маха.

Примечательно, что придание принципу математической формы дает и прирост ясности в области его смысла, что не кажется противоестественным, если эта область смысла лежит в Платоновом «поле истины». Проясняющая феноменологическая рефлексия, полагающая своей темой этот намеченный нами переход от $\frac{\text{Mach}}{1}$ к $\frac{\text{Mach}}{8}$ (« $\Omega = 4\pi\rho G T^2$ – определенное число порядка единицы»), наряду с тематизацией всех других «непрерывных» переходов между уже данными версиями, ни одна из которых не принимается нами на веру, требует особых ноэтических феноменологических исследований, а если иметь в виду детальную проработку вновь и вновь возникающих тут *ad hoc* переходов, само собой разумеющихся под «непрерывностью ноэзы», то скорее даже, так сказать, катаноетического феноменологического опыта, аналитико-синтетического, сочетающего дедуктивное *a priori*, характерное для матезы, с феноменологическим *a posteriori* в своеобразном качестве индуктивного завершения. Нельзя не согласиться поэтому с Бонди и Сэмюэлем в том, что «имеет смысл не оставлять попыток создать теорию, в которой это приблизительное равенство ($\Omega \sim 1$. – *A. T.*) появляется естественно (такова, например, инфляционная космология)» [30. Р. 123]. Важно, однако, отдавать себе отчет в том, что такая теория не может быть ни верифицирована, ни фальсифицирована в рамках той эмпирически ориентированной методологии, на которой держатся сегодня физика и космология. Это «ongoing effort» будет усилием, совершающимся в «поле истины», то есть будет обладать научной ценностью, если только линии приложения его будут координированы методически, сообразно методу, исходящему из того же

неэмпирического источника, что и сама космологическая идея – целевой принцип любой космологической теории.

Метод вариаций не только не теряет в эффективности, но даже выигрывает в силе от того, что варианты, переходы между которыми образовали траекторию $\overset{\text{Mach}}{\text{out}}\text{---}2\text{---}7\text{---}4\text{---}9\text{---}1\text{---}8$, как и ранее траекторию $\overset{\text{Mach}}{\text{out}}\text{---}6\text{---}3\text{---}0\text{---}5\text{---}10$, не плод нашей индивидуальной фантазии, а «сухой остаток», как было сказано, или, как говорит Гуссерль, «осадок», *sedimentäre Ablagerung*, истории осмысления принципа Маха научным сообществом. Имагинативный потенциал коллективного субъекта, каковым является научное сообщество, очевидно, превосходит возможности любой индивидуальной фантазии. Именно поэтому, артикулируя более общую и обширную задачу, чем та, что стоит перед нами, – задачу интеллектуального проникновения к истокам геометрии, – Гуссерль исходил из того, что дело прояснения геометрии состоит в раскрытии ее исторической традиции: *Evidentmachung der Geometrie ist Enthüllung ihrer historischen Tradition* [34. S. 380]. Перед нами, однако, более скромная задача, но и она требует усилий, для которых объем данной статьи слишком тесен.

Разве только ради примера мы можем присмотреться внимательнее к какому-нибудь из намеченных выше переходов, хотя последовательной тематизации и рефлексий, имеющих тенденцию к индуктивному завершению, требует каждый из них. Полноценное исследование, которого требует наша задача, должно быть в своей основе тем, что Гуссерль называл процессом идеации: не беспорядочным, но методически-продуктивным «блужданием мысли», или, как дословно это у Гуссерля, «производящим протеканием» ее «сквозь многообразие вариаций» (*erzeugendes Durchlaufen der Mannigfaltigkeit der Variationen*). Если соблюдено условие непрерывности рефлексий, непрерывности смысла всех «вновь и вновь» возникающих в этом процессе переходов, как изначально тематизируемых, так и производных от них, то в каждом из этих переходов может быть схвачен тот или иной ноэmaticкий момент, интегрируемый, с каким-то весом, вместе со всеми другими такими моментами в некое априорное ядро, нами отыскиваемое, ибо, как и всегда, непрерывность обеспечивается тем тождеством смысла в наложении вариантов, которое, очевидно, восходит к априорному источнику.

Мы говорим об интегрировании ноэmaticких моментов – Гуссерль говорит об их связывании: о единообразном связывании, или композиции, в непрерывном наложении (*einheitliche Verknüpfung in fortwährender Deckung*). Этот процесс идеации, как сократическая процедура определения понятия в его чистоте, внутренне организуется платоновской диалектикой идеей тождественного и иного – подлинными (*eigentlichen*), относящимися к познанию, а не к одним только формулировкам, идентифицирующими и дифференцирующими синтезами: высматривающей активной идентификацией «совпадающего» в противовес различиям, говорит Гуссерль (*herausschauende aktive Identifizierung des Kongruierenden gegenüber den Differenzen*) [6. S. 419]. Объективирующий характер этих синтезов, идет ли речь о драконе или об элементарных частицах, не означает экзистенциальных высказываний о называемых

предметах, не предрешает их существования, а имеет значение условных высказываний такого рода: «Если объект существует, то он с необходимостью имеет такие-то и такие-то свойства» (Die Eigenschaften und sonstigen Beschaffenheiten sind wahrhaft seine, falls er existiert) [35. S. 429].

Таковы же синтезы, конституирующие физические принципы и законы, к которым в конце концов должно быть сведено понятие физической реальности. Унивокальность формулировок того или иного принципа или закона проистекает в конце концов из того же реального источника смысловой тождественности, благодаря которому и математическое выражение этого принципа или закона дается «равенством» или «уравнением». Так и многочисленные формулировки принципа Маха, насколько они унивокальны, должны быть следствиями того изначального «переживания тождества» (Erlebnis von Identität), что составляет суть мысленного эксперимента Маха, обсуждаемого им в связи с Ньютоновым экспериментом с ведром. Не было бы никакой возможности связать эти формулировки и этот мысленный эксперимент и, стало быть, вообще говорить о «формулировках принципа Маха», если бы в непрерывности каждого перехода, сочленяющего формулировки в «траекторию», не сказывалась единящая их с этим экспериментом искомая нами тождественная сущность. «Этой непрерывностью изменения вершится ход тождественного, а именно тождества сущности, вот этого „что“, „что“ пребывающего тем же самым» [36. S. 207].

Поскольку выше мы взяли под вопрос непрерывность перехода $\xrightarrow{\text{Mach}} 2 \xrightarrow{\text{Mach}} 7$, то будет правильно, в качестве примера, сделать его темой рефлексии. Итак, что дает нам сравнение формулировок этих версий: «изолированное тело в пустом пространстве не обладает инерцией» ($\xrightarrow{\text{Mach}} 2$) и «если устранить всю материю, то не будет и никакого пространства» ($\xrightarrow{\text{Mach}} 7$)? Что в наложении смыслов, ассоциированных с «пространством» в первой из этих версий и с «пространством» во второй, приходит к согласию, а что – противоборствует? Попытка мыслить «пространство» в той и другой версии как «протяженность» саму по себе, вроде улыбки чеширского кота, или как «вместилище», в духе древних атомистов и Ньютона, для которого оно к тому же «*sensorium Dei*», ведет, по-видимому, к неразрешимому противоречию: согласно первой версии такое «пустое» пространство может существовать, тогда как согласно второй – не может. Сомнение в непрерывности перехода от первой ко второй версии возникло из-за этого противоречия. Смысловое перекрытие версий, однако, возможно, если наделить разумным смыслом это самое «пустое пространство», пусть даже он не будет, как мы увидим, свободен от амбивалентности, от которой не свободен, по природе своей, и разум.

С точки зрения квантовой физики «пустое пространство» (по-латыни – *vacuum*), как известно, вовсе не пусто: поля «материи», если они принимают нулевые значения в какой-то одной точке пространства-времени – что всегда можно допустить, соответствующим образом определив поля, – не могут быть равны нулю во *всех* точках пространства-времени, то есть тождественно равны нулю; последнее вошло бы в противоречие с коммутационными соотношениями для полей, столь же всеобщими и логически необходимыми, как

и квантовый принцип действия, определяющий уравнения движения этих полей. Другими словами: классический вакуум невозможен в силу запрета, устанавливаемого Гейзенберговыми соотношениями неопределенностей для полей материи. Поэтому «пустое пространство» в версии ^{Mach}2 есть идеализация, в которой пренебрежено квантовыми вакуумными эффектами. Как такая классическая идеализация оно, конечно, может существовать в «отсутствие» материи. Кроме того, как отмечают Бонди и Сэмюэль, существует некоторая неясность в отношении того, что означает в формулировках принципа Маха термин «материя»: «Включает ли „материя“ гравитационные степени свободы?» – спрашивают они. Традиционно, как мы знаем, в общей теории относительности термином «материя» обозначается все то, информация о чем содержится в правой части уравнения Гильберта – Эйнштейна – в так называемом тензоре энергии-импульса материи. Гравитация же описывается в этой теории чисто геометрически: в роли гравитационного потенциала выступает фундаментальный метрический тензор пространства-времени. И, как известно, уравнение Гильберта – Эйнштейна имеет вакуумные решения, когда правая, «материальная», часть уравнения равна нулю. Такими вакуумными решениями являются, в частности, гравитационные волны. Принцип Маха в формулировке ^{Mach}7 (А. Эддингтон в своей книге «Пространство, время и тяготение» формулирует его буквально так: «пространство и инерциальная сеть неотделимы от существования материи» [37. С. 164]), как и в формулировке ^{Mach}2 (там же у Эддингтона двумя строками выше: «мы бы не обнаружили в мире инерции, если бы внесли в него только одно пробное тело»¹⁰), идет вразрез с фактом существования нетривиальных вакуумных решений в общей теории относительности, поскольку и гравитационный вакуум в отсутствие материи может существовать, и пробное «изолированное тело» в таком вакууме, населенном, например, гравитационными волнами, будет обладать инертными свойствами.

Итак, если бы удалось, прибегая к спасительным оговоркам, полностью употребить смысл каждой из этих двух формулировок в состав ноэмы принципа Маха, то, ввиду расхождения обеих с фактом существования классического гравитационного вакуума, принцип Маха должен был бы быть отвергнут как попросту ложный. И тогда в дилемме, сформулированной Вейнбергом, нам следовало бы принять сторону Ньютона: абсолютное пространство-время существует. Однако та же противосмысленность, ассоциированная с понятием пространства, которая могла породить сомнения в непрерывности перехода от версии ^{Mach}2 к версии ^{Mach}7, с очевидностью показывает нам то, что в состав ноэмы принципа Маха, которая ведь должна мыслиться без противоречия, обе версии входят лишь перекрывающимися частями своего смысла, оставляя все противосмысленное за пределами ноэмы, и что мы имеем дело здесь с дифференциацией, идея которой, по Гуссерлю, «должна пониматься только в ее сплетении с идеей тождественно общего в качестве эйдоса»

¹⁰ Эти две формулировки приведем из текста оригинала [38. P. 164]: «...space and the inertial frame come into being with matter» и «inertia... would not appear by the insertion of one test body in the world». «Мир» здесь, судя по всему, пространственно-временное понятие.

[6. S. 418]. В пользу необходимости такого диалектического понимания актов определения компонентов ноэмы говорит следующий его аристотелианский довод: «...ничто из того, что не имеет ничего общего, не может вступить в противоречие» [Ibid.]. Довод этот именно аристотелианский, но не эпигонски вторящий Аристотелю: Гуссерль если и домысливает классиков философии, то всегда так, как делает это поэт, сплавляющий оригинальность с мудростью традиции. В «Категориях» Аристотель говорит о первых сущностях: ἡ δὲ γε οὐσία ἐν καὶ ταὐτὸν ἀριθμῶ ὄν δεκτικὸν τῶν ἐναντίων ἐστίν¹¹ (Cat. 4 a 17–18). Гуссерль, как видим, распространяет эту мысль Аристотеля на понятийные сущности, или эйдосы.

Таким образом, переосмыслению, а именно ограничению в пределах ноэмы принципа Маха и элиминации противосмысленного за ее пределы, должно быть подвергнуто понятие «пустого пространства» и вообще «пространства», а если быть точным, не упуская из виду фундаментальные следствия постулатов специальной теории относительности, сохраняющие свою силу и для общей теории относительности, то понятие единого четырехмерного комплекса «пространства-времени». В результате такой сублимации смысла «пространства-времени» остается несублимируемым тот значимый для априорного ядра принципа Маха ноэматический момент этого понятия, каким оно уже наделялось в истории философской мысли, когда под влиянием критической философии Канта было поколеблено мнение о нем как о гипостазированной протяженности, как о вместилище тел, процессов и событий. Мы имеем в виду концепцию пространства и времени неокантианцев Марбургской школы – П. Наторпа и Э. Кассирера. И тот и другой, вслед за Кантом и главой школы Г. Когеном, мыслили пространство и время как способ, или метод, координации данного. Уже Ньютоновы абсолютное пространство и абсолютное время должны мыслиться так и только так. «Таким образом, – писал Кассирер, – отпадает гипостазирование абсолютного пространства и абсолютного времени в трансцендентные вещи; но они остаются в качестве чистых функций, благодаря которым и возможно только точное познание эмпирической действительности» [40. С. 211]. Пространство и время, по Наторпу и Кассиреру, имеют, в конце концов, смысл отношения; они суть реляционные структуры, координирующие τὰ οἷα ἄν γένοιτο, τὰ γεννητά – то, что еще не дано, не стало «данным», а только может при случае стать таковым, «квазиданное». Когда Наторп говорит о пространстве и времени, что они суть reine Relationen ohne voraus gegebene Relata («чистые отношения без наперед данных соотнесенных предметов») [41. S. 276], он привносит в дискурс о них амбивалентный смысл, присущий всякому отношению, – как, во-первых, на стороне *relatorum*, поскольку эти самые *relata* могут пониматься и как сущие в некотором множестве объектов, на котором определено данное отношение, и как не сущие в том же множестве, так и, во-вторых, на стороне *relationum*,

¹¹ А.В. Кубицкий переводит это место так: «Главная особенность сущности – это, надо полагать, то, что, будучи тождественной и одной по числу, она способна принимать противоположности» [39. С. 60].

самих отношений, поскольку их существование зависит от существования множеств, для которых они определяются.

Сказанное поясним на примере бинарных отношений xRy , к множеству которых может быть сведено любое отношение. Они определены для множеств X и Y , но это не означает, что область определения всякого такого отношения совпадает с множеством X , а область изменения – с множеством Y . Первая есть подмножество $\delta_R \subseteq X$ всех таких x , для которых в множестве Y найдутся y , удовлетворяющие в паре с этим x данному отношению R . Вторая есть подмножество $\varepsilon_R \subseteq Y$ всех таких y , для которых в множестве X найдутся x , удовлетворяющие данному отношению в паре с этим y . Так и в частном случае отношений xRx подмножество δ_R всех x из X , на котором определено данное отношение R , то есть область определения этого отношения, будучи одновременно и областью его изменения, не совпадает, вообще говоря, со всем множеством X , для которого отношение R определяется.

Продолжим наши пояснения на конкретном примере сугубо иллюстративного характера. Рассмотрим отношение, выражаемое иррациональным уравнением $\sqrt{|x|} = x$. Это отношение определено для всех вещественных x . (Ничего существенно не меняет понимание x как комплексного числа; в любом случае природу соотносимых объектов необходимо оговаривать.) Множество корней этого уравнения, то есть числа 0 и 1, образует как область определения, так и область изменения этого отношения. Ясно, что эта область – далеко не все вещественные x . Возвращаясь к философской терминологии, мы другими словами могли бы сказать, например, что число 1 *существует* в области определения этого отношения, оно *сущее relatum* в том множестве объектов, на котором это отношение определено. А, скажем, числа 2 в указанной области определения *не существует*, и если понимать его как *relatum* однородно с 0 и 1, то, поскольку подстановка его в данное уравнение приводит к ложному высказыванию $\sqrt{2} = 2$, его следует квалифицировать как *не-сущее relatum*. Отрицание «не-» имеет здесь относительный смысл, как в платоновской паре τὸ μὴ ὂν и τὸ ὂν: не-сущее в одном отношении может стать сущим в другом отношении. И наоборот: сущее *relatum* может точно так же стать *не-сущим* – стоит только модифицировать отношение, перейти от одного к другому. Если, например, вместо прежнего уравнения взять его модификацию $\sqrt{|x-1|} = x-1$, то в этом новом отношении число 2 есть уже сущее *relatum*, тогда как в прежнем оно было не-сущим. А число 0 из сущего в прежнем отношении превращается в не-сущее *relatum* в новом.

Мы не стали бы преувеличивать значение и вес этих примеров. Их едва ли можно рассматривать как модели соотношенности практики с физическими принципами и законами. Последние выражаются уравнениями иного рода; преимущественно – как повелось со времен Ньютона – дифференциальными. Помимо функций, соотносимых этими уравнениями, сюда входят также параметры. Например, в эйнштейновские уравнения космологических моделей может входить средняя плотность вещества во Вселенной, а, скажем, в уравнения Максвелла – характерные плотности электрических зарядов, токов, диэлектрическая и магнитная проницаемости среды и т.п. Кроме того, для

математического описания конкретных физических ситуаций недостаточно одних только дифференциальных уравнений. Устранение известной неоднозначности такого дифференциального описания достигается заданием начальных и граничных условий, что привносит в описание дополнительные параметры. Поэтому, придавая нашей иллюстрации, применительно к сказанному, более адекватный характер, параметризуем рассматриваемое отношение, выражаемое иррациональным уравнением, и сообщим ему такой вид: $\sqrt{|x - a|} = x - a$, – так что два прежних наших примера соответствуют значениям параметра $a = 0$ и $a = 1$. Теперь, когда параметр a не дан, не дана и область определения этого отношения $\delta_R = \{a; a + 1\}$. Это как раз тот случай, когда мы имеем, по выражению Наторпа, *reine Relation ohne voraus gegebene Relata*.

Каков же теперь онтологический статус, скажем, числа 2, если квалифицировать его как *relatum* в этом отношении? Теперь о нем нельзя сказать ни того, что оно суще, ни того, что оно не суще, но только то, что оно сущее или не сущее при том или ином условии, что оно при случае может стать таковым. Что же это за условия и основаниями каких условных высказываний об онтологическом статусе числа 2 они служат? Одно высказывание, например, таково: «если $a = 1$, то число 2 есть сущее *relatum*». Другое, сходно с ним, таково: «если $a = 2$, то число 2 есть сущее *relatum*». Все же прочие такого рода, отличаясь значением параметра a , в остальном сходны с этим: «если $a = 0$, то число 2 есть не-сущее *relatum*». Всё это главные посыпки (*majores*) условных, – точнее, в соответствии с постановкой «прямых» динамических задач в физике, – условно-категорических силлогизмов, в которых, покуда a не дано, число 2 мыслится как аристотелевское «возможно-сущее» ($\tau\acute{o}$ $\delta\upsilon\nu\acute{\alpha}\mu\epsilon\iota$ $\acute{o}\nu$), как *relatum*, могущее *modo ponente* стать при случае сущим, – в случае же когда *modo ponente* параметр a дан, число 2, мыслимое как *relatum*, либо остается не-сущим и как таковое по-прежнему возможно-сущим (при $a \neq 1$ и $a \neq 2$), либо становится *per accidens*, привходящим образом, сущим (при $a = 1$ или $a = 2$), так что онтологический статус его в этих случаях – «случайно-сущее» ($\tau\acute{o}$ $\kappa\alpha\tau\grave{\alpha}$ $\sigma\upsilon\mu\beta\epsilon\tau\eta\kappa\acute{o}\varsigma$ $\acute{o}\nu$). О нем словами Плотина можно было бы сказать: $\omicron\upsilon\lambda\omega$ $\acute{\epsilon}\sigma\tau\acute{\iota}\nu$, $\acute{\alpha}\lambda\lambda\prime$ $\acute{\epsilon}\sigma\tau\alpha\iota$ («еще не есть, но будет»; *Enn.* V 2, 1, 2–3). Очевидно теперь, что само отношение, поскольку оно может существовать *ohne voraus gegebene Relata*, имеет более мощный онтологический статус.

В нашем иллюстративном примере онтологический статус самого отношения, когда параметр a не дан, обусловлен, с одной стороны, существованием того множества, для которого это отношение определено, – множества X вещественных чисел – и нечувствителен к вариациям параметра a , определяющего привходящим образом онтологический статус *relatorum*, в частности числа 2, привходящим же образом существующего или не существующего в области определения $\delta_R = \{a; a + 1\} \subset X$ данного отношения: смотря по тому, какое значение случится принять параметру a . С другой стороны, онтологический статус отношения, если оно, как у нас, чисто математическое, лишенное какого-либо реального содержания, несет на себе печать нашей свободы сделать это отношение сущим в качестве предмета рассмотрения.

Разумеется, не так обстоит дело с физическими принципами и законами. Не мы, но природа делает сущими те отношения, к которым в конце концов сводится понятие физической реальности. На месте слабой, совершенно невесомой печати нашей свободы, которой отмечены все эти чисто математические *relationes rationis*, калейдоскопически меняющие друг друга, лежит сильная печать природной необходимости, с которой *relationes reales*, именуемые принципами и законами, следуют, как мы думаем, идеалу *a priori*, хотя мы и не в состоянии при нынешнем уровне знаний проследить их априорное происхождение. Поэтому, вслед за Аристотелем и разделяя его веру, мы назвали бы каждое такое реальное отношение, по онтологическому статусу его, «необходимо-сущим» ($\tau\omicron\ \epsilon\grave{\kappa}\ \acute{\alpha}\nu\acute{\alpha}\gamma\kappa\eta\varsigma\ \omicron\nu$). Не желая быть излишне категоричными, сдержанно заметим в связи с дальнейшим, что и Эйнштейн, при всей неоднозначности его отношения к проблеме *a priori*¹², склонен был верить в априорное происхождение уравнений гравитации из «обычного принципа относительности» [45. С. 568]. Его априорную значимость Эйнштейн усматривал в том, что «из всех мыслимых пространств R_1 , R_2 и т.д., движущихся любым образом относительно друг друга, ни одному из них априори не должно отдаваться предпочтение» [47. С. 456].

Сохранить эту априорную значимость при расширении постулата относительности а), а именно при переходе от рассмотрения равномерного и прямолинейного относительного движения «мыслимых пространств» к рассмотрению движения их «любым образом относительно друг друга», удастся единственно тогда, когда принцип эквивалентности инерции и гравитации б), в силу которого такое расширение возможно, сам имеет априорную значимость, хотя Эйнштейн, наверное, не согласился бы с последним утверждением, ведь для него этот принцип был сугубо *Erfahrungstatsache*, опытным

¹² Вот ряд высказываний Эйнштейна, свидетельствующих об этом неоднозначном отношении. *В пользу* априоризма как воззрения, проникающего в сущность физической науки:

«То, что здание нашей науки покоится и должно покоиться на принципах, которые сами не вытекают из опыта, конечно, нужно принять без всяких сомнений» [42. С. 68].

«Я убежден, что посредством чисто математических конструкций мы можем найти те понятия и закономерные связи между ними, которые дадут нам ключ к пониманию явлений природы. Опыт может подсказать нам соответствующие математические понятия, но они ни в коем случае не могут быть выведены из него. Конечно, опыт остается единственным критерием пригодности математических конструкций физики. Но настоящее творческое начало присуще именно математике. Поэтому я считаю в известном смысле оправданной веру древних в то, что чистое мышление в состоянии постигнуть реальность» [43. С. 184].

Против:

«Элементы физической реальности не могут быть определены при помощи априорных философских рассуждений; они должны быть найдены на основе результатов экспериментов и измерений» [44. С. 605].

«В физике не существует понятия, применение которого было бы априори необходимым или обоснованным. То или иное понятие приобретает право на существование лишь в том случае, если оно поставлено в ясную и однозначную взаимосвязь с событиями и физическими экспериментами» [45. С. 550].

«...Я никогда не мог понять вопрос об априорности в смысле Канта. В вопросах сущности можно всегда говорить только о том, чтобы отыскивать те характеристики комплексов чувственных ощущений, к которым относятся понятия» [46. С. 276].

фактом: «Общая теория относительности обязана своим существованием прежде всего опытному факту численного равенства инертной и тяжелой массы тел», – писал он [48. С. 110]¹³. Обоснование *a priori* этого опытного факта мог бы дать принцип Маха с), поскольку а) и б) «отнюдь не независимы» от с), если бы уравнения гравитационного поля, дедуцируемые из а) и б), не противоречили, как то думал Эйнштейн, принципу с): они допускают вакуумные решения, показывающие, что «может быть *G*-поле без какой бы то ни было материи, вопреки постулату Маха» [9. С. 614]. Это обстоятельство, как мы помним, вынудило Эйнштейна отказаться от принципа Маха после тщетных попыток спасти его в космологических редакциях своей теории. Но действительно ли уравнения гравитации противоречат принципу Маха, который должен *a priori* обосновывать их? Может ли «случайно-сущее», каковы решения этих уравнений, зависящие от их параметров (например, от средней плотности вещества во Вселенной), от случайных начальных и граничных условий, мыслимых *modo ponente* в качестве *minorum* при уравнениях, войти в противоречие с «необходимо-сущим», каковы сами уравнения и принципы, их обосновывающие? Могут ли случайные *vérités de fait*, противоположное которым возможно, войти в противоречие с необходимыми *vérités de raison*, противоположное которым невозможно? Или, быть может, с решениями уравнений гравитации ассоциирован тот привычно-конститутивный смысл понятия «пространства-времени», который, поскольку он вобрал в себя случайность и нековариантность результатов измерения, физически опосредствующего¹⁴ той или иной арифметизации событий, «точек» *G*-поля, должен быть элиминирован за пределы ноэмы принципа Маха, тогда как априорное ноэматическое ядро этого принципа, удерживающее чисто функциональное (регулятивное) понимание пространства-времени, надлежит напрямую соотнести не с решениями, но именно с уравнениями, поскольку они, дедуцируемые из принципа относительности а) и принципа эквивалентности б), подпадают в сферу того изначального переживания тождества, что придает значение и вес мысленному эксперименту Маха и связанному с ним одноименному принципу с), будучи, таким образом, необходимыми и ковариантными следствиями последнего? И если так, то не был ли отказ Эйнштейна от принципа Маха результатом ложного мнения?

¹³ Словно бы отдавая дань экспериментальной философии Ньютона, Эйнштейн, испытывавший проблемы с утверждением своей теории гравитации на априорных основаниях, какие могли бы быть подведены под нее со стороны принципа Маха, всячески подчеркивал эмпирическое происхождение принципа эквивалентности инерции и гравитации: «Эта теория также исходит из опытного факта, до того не получившего удовлетворительной интерпретации, из факта равенства инертной и тяжелой масс, или, другими словами, из факта, известного со времен Галилея и Ньютона, что все тела падают в поле тяготения Земли с одинаковым ускорением» [49. С. 263–264]. Или: «Вовсе не очевидно заранее, что инертная масса и тяжелая масса тела должны совпадать; мы лишь привыкли предполагать, что такое совпадение существует. Убеждение в этом основано на опытных фактах, что ускорение различных тел в поле тяжести не зависит от строения этих тел» [50. С. 388–389].

¹⁴ Как об этом писал, например, А.А. Фридман в своем замечательном сочинении «Мир как пространство и время» [51].

Как бы то ни было, концептуальное развитие общей теории относительности, ортодоксальной в подлинном смысле слова, на методически проясненных основаниях, одним из которых был бы принцип Маха, корректно сформулированный, должно исходить из согласного с этим принципом понимания пространства-времени. Это справедливо и в отношении соперничающих с нею альтернативных теорий гравитации. Принцип Маха, не имеющий ничего общего с фактом существования вакуумных решений уравнения Гильберта–Эйнштейна и нисколько не затрагиваемый этим фактом в своем истинностном значении, имеет прямое отношение к пространству-времени как реляционной структуре самого уравнения, «материальная» часть которого абсолютно необходима, в полном соответствии с версией ^{Mach}7, и все решения которого, в том числе и вакуумные, должны мыслиться в модусе возможного как то, что наперед не дано, что «еще не есть, но будет».

4. На подступах к «истинной индукции»: мысленный эксперимент (Gedankenexperiment) и феноменологический метод вариаций

Из логико-формальных понятий, служащих явно или неявно остовом для всех контекстов принципа Маха и нуждающихся в первоначальном феноменологическом прояснении, особо выступает, как мы видели, понятие тождества, которому уделено немало внимания и в текстах самого Гуссерля. Эти тексты, ввиду фундаментального значения самого понятия, заслуживают самого пристального изучения. Специфический интерес настоящей статьи увлекает, далее, наше внимание к конкретной проблеме рефлексивного прояснения того, как чисто формальное отношение тождества становится содержанием во взаимосвязи таких относительных понятий, как «движение», «пространство-время», «система отсчета», «инерция», «взаимодействие» – прежде всего «гравитационное взаимодействие», – и других *Besonderungen*, группируемых вокруг них. Для того чтобы, руководствуясь этим интересом и следуя гуссерлевской рецептуре приведения к ясности, совершенно раскрыть то, каким образом *die materialen Besonderungen* «вносят вклад в материальное содержание (*Sachgehalt*) всех определений» [26. S. 98], многовариантно выражающих тематизируемое нами изначальное переживание тождества, нужны усилия, выходящие далеко за пределы настоящей статьи. Ограничиваясь здесь лишь указанием необходимости отследить и феноменологически исследовать множественные пути, на каких достигает своего многовариантного выражения в формулировках так называемого «принципа Маха» то интуитивное тождество, которому главный мысленный эксперимент Маха обязан своей убедительностью, мы в горизонте этого тождества, в горизонте этого наудачу взятого примера для апробации исследовательской методики, тематизируем возможность приобщения мысленного эксперимента как такового, как разновидности внутреннего опыта, к собственно феноменологическому методу, этот опыт определенным образом организующему, и ради пользы дела обсудим затем возможное влияние философии Маха на генезис феноменологического метода вариаций.

Вращение ньютонова сосуда с водой относительно «неба неподвижных звезд» и активное вращение последнего относительно сосуда суть для Маха – необходимо это еще раз подчеркнуть – «один и тот же случай» [52. С. 202], хотя бы даже второй опыт был неосуществим и может рассматриваться в воображении разве только как мысленный опыт, как Gedankenexperiment. Проясняющей рефлексии, последовательный характер которой обусловлен обозначенным выше стремлением обратить форму любой предметности без остатка в содержание мышления (а мыслить, напомним, значит мыслить ясно), нельзя будет пренебречь вопросом: такая же это иллюзия, как для Маха какое бы то ни было различие положений дел в этих двух случаях, – различие между «инерцией» и «гравитацией» (эквивалентность которых как раз и утверждает одноименный принцип, лежащий в основе общей теории относительности), между, в конечном счете, «материей» и «геометрией»? Против последнего отождествления нетрудно, казалось бы, привести аргументы: это, прежде всего, существование нетривиальных решений уравнений Гильберта – Эйнштейна в отсутствие материи.

Подрывают ли эти аргументы априорное ядро принципа Маха, принцип Маха в какой-то «минимальной» его формулировке? Аргумент, ссылающийся на существование нетривиальных вакуумных решений, как мы видели, бьет в «молоко», а не в «яблоко», и не затрагивает ничего, что в этой импликация «принципы → уравнения общей теории относительности» имеет значение *a priori*. С другой стороны, казалось бы, остается возможность отвести этот аргумент с меньшими потерями, не порывая с привычным, конститутивным пониманием пространства-времени, так как в силу принципа эквивалентности гравитационное поле может эффективно порождаться или уничтожаться переходами между взаимно ускоренными системами отсчета независимо от того, существует или нет какой-нибудь материальный источник его. В подобных ситуациях дело с гравитационным полем обстоит, очевидно, совершенно иначе, чем в тех, что образуют контекст принципа Маха. Ведь, например, хотя бы в одной из двух систем отсчета, которые вращаются друг относительно друга, обязательно будет иметь место для любого наблюдателя «эффект неевклидовости» обычного трехмерного пространства как чистый эффект специальной теории относительности: он обусловлен – даже в отсутствие масс – лоренцевским сокращением длины, как это отмечал еще Эйнштейн (см., например, его «Геометрию и опыт» [31. С. 85]). Нетривиальность решений уравнений Гильберта–Эйнштейна в пустоте, казалось бы, может не иметь к принципу Маха никакого отношения по тем же причинам, что и этот «эффект неевклидовости». Однако обезопасить принцип Маха от «вакуумного» аргумента таким способом не удастся: это ложный путь, «путь мнения».

οὐ γὰρ μήποτε τοῦτο δαμῆι εἶναι μὴ ἔόντα·
ἀλλὰ σὺ τῆσδ' ἀφ' ὁδοῦ διζήσιος εἶργε νόημα...¹⁵

(Parm. de natura, fr. 7, 1–2)

¹⁵ В стихотворном переводе А.В. Лебедева этот отрывок из Парменида, из его поэмы «О Природе», звучит так:

Нет, никогда не вынудить это: «не сущее – сущее».

Но отврати свою мысль от сего пути изысканья... [53. С. 296].

Ex nihilo nil fit: превратить нулевой тензор кривизны четырехмерного пространства-времени, тензор Римана–Кристоффеля, в ненулевой, переходя от описания пространственно-временной геометрии в одной системе отсчета к описанию ее в другой системе, произвольным образом движущейся (в частности вращающейся) относительно первой, – это, как хорошо известно, невозможно ни при каких обстоятельствах ввиду однородности тензорного закона преобразования и обратимости определяющего указанный переход четырехмерного преобразования координат. Трехмерное же евклидово пространство, вложенное в псевдоевклидово четырехмерное пространство-время Минковского, в результате такого координатного преобразования действительно может стать неевклидовым (в том же плоском пространстве-времени), что многими авторами, вслед за Эйнштейном, трактуется как особый случай гравитационного поля (К. Мёллер [54. С. 182–184], М.-А. Тоннела [55. С. 302–313], Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц [56. С. 329–330]).

Я.Б. Зельдович и И.Д. Новиков по этому поводу пишут: «Пространство 3-мерной неинерциальной системы получается искривленным сечением 4-мерного пространства-времени. Неудивительно, что геометрия этого искривленного сечения неевклидова» [57. С. 19]. Поэтому, хотя гравитационные силы производят тот же эффект, что и силы инерции, важно отличать такие особые случаи гравитационного поля, как, например, «центробежное» или «кориолисово» во вращающихся системах отсчета, от «истинных» гравитационных полей (по обозначению Ю.Б. Румера и М.С. Рывкина [58. С. 183–187]), которые нельзя устранить подходящим преобразованием координат. Г. Мак-Витти совершенно справедливо заключает: «Общая теория относительности, таким образом, представляет собой нечто большее, чем использование ускоренных координатных систем; эта теория предусматривает связь с полями тяготения посредством неравного нулю тензора Риччи, и ускоренные системы появляются как второстепенная черта этой связи» [59. С. 127]. В чем же находит свое основание это «нечто большее», если никоим образом не в принципе эквивалентности, утверждающем возможность эффективно породить или уничтожить гравитационные поля переходами между системами, ускоренно движущимися друг относительно друга? Что может быть основанием для этого, как не принцип Маха в такой форме, связанной с «истинными» полями тяготения, в какой он, внутренне срастаясь с реляционной концепцией пространства-времени, неуязвим для вакуумного аргумента? «Фиктивное» же гравитационное поле, такое именно, какое можно искусственно породить или уничтожить координатным преобразованием, не представляет никакого интереса в контексте принципа Маха.

Осознав на путях феноменологического прояснения необходимость принципа Маха для общей теории относительности, поняв мотивы отказа Эйнштейна и его последователей от него, установив, что непосредственно он должен быть соотнесен с фундаментальной структурой уравнений теории, но не с второстепенной структурой их решений, предполагающей конститутивное понимание пространства-времени и допускающей возможность интерпретаций ее, как будто идущих вразрез со смыслом самого принципа (как случается и каким-то значениям слова мнимо противоречить его смыслу, а

следовательно, фактически, и каким-то другим его значениям), нам стоило бы теперь приглядеться внимательнее к исследованиям, знаменующим возрождение интереса к этому принципу, свидетельством чего стали конференция в Тюбингене (1993) и изданный по ее материалам сборник статей [27], ранее уже упоминавшийся нами. «Ренессанс» принципа Маха ознаменован, прежде всего, работами Дж. Барбура и Б. Бертогги, доказывающими, что общая теория относительности является вполне (*perfectly*) махистской теорией – настолько, по выражению Барбура, «насколько в силах сформулировать такую кто-либо из смертных» [60. Р. 229].

Разделяя с А. Пуанкаре то убеждение Маха, что любое динамическое описание должно принимать во внимание всю Вселенную, Барбур называет махистской такую теорию, в которой, как он выводит это из анализа Пуанкаре маховских интуиций, «динамическая эволюция Вселенной в целом может быть однозначно предсказана на основе чисто относительных начальных данных», так что Вселенная, рассматриваемая в соответствии с принципом Маха не иначе как целое, подчинена в такой теории чисто реляционной динамике [Ibid. Р. 220]. Под стать этим интуициям в махистской геометродинамике Барбура–Бертогги, основанной на общефилософском принципе наблюдаемости, вводится, во-первых, относительное, или внутреннее, конфигурационное пространство Вселенной, мыслимое как суперпространство [94], точки которого изображают внутренне отличные друг от друга 3-геометрии; во-вторых, это пространство получает четырехмерное расширение, дополняясь совершенно неоднородным, репараметризуемым без изменения динамики Вселенной, «времениподобным» пространством, реализующим идею последовательности 3-геометрий, которое, не будучи внешним временем, являет собой, тем не менее, согласный с принципом наблюдаемости аналог Ньютонова абсолютного времени.

Барбур полагает, что не всегда удачные характеристики Эйнштейном того, что он назвал принципом Маха, стали источником разногласия вокруг формулировки этого принципа, тогда как сам Мах недвусмысленно желал только одного: объяснить феномен инерции в терминах относительных величин и получить наблюдаемые следствия такого объяснения, выходящие за рамки ньютоновской механики. Согласно с этой основной – по сути, мировоззренческой – интенцией вывести из игры Ньютоновы абсолютное пространство и абсолютное время, требования принципов Маха сводятся (в пару к обыкновенно обсуждаемому Барбур извлекает из маховской критики Ньютона еще один, «Второй принцип Маха»), во-первых, к устранению из геометродинамики Барбура – Бертогги нереляционных степеней свободы, связанных с движением центра масс и общим вращением Вселенной, а во-вторых – к запрету на использование здесь, в том, что Барбур и Бертогги называют «протофизикой», единого внешнего времени.

Существование нереляционных степеней свободы приводило бы к неоднозначности динамики в целом, основанной на чисто относительных начальных данных, поэтому «имплементацией» принципов Маха разрешается проблема недостаточности таких начальных данных для предсказания

будущего поведения системы, а именно Вселенной в целом, что в частном случае, когда угловой момент системы относительно ее центра масс и полный импульс ее строго равны нулю, позволяет в точности воссоздать обычную ньютоновскую динамику с характерной для нее предсказуемостью. При этом значение полной энергии системы так же должно быть строго фиксированным – таково необходимое условие однозначности реляционной динамики, ассоциированное со Вторым принципом Маха, налагающим запрет на использование внешнего времени в ее формулировке.

В общей теории относительности, как показывают Барбур и Бертогги [61], можно удовлетворить обоим принципам, если надлежащим образом, используя введенное этими авторами понятие внутренней производной, записать гильбертово действие как функционал, зависящий от динамических историй 3-геометрий в расширенном суперпространстве и притом обладающий оговоренным выше свойством репараметризационной инвариантности (для этого соответствующий лагранжиан теории должен быть однородной функцией первой степени по внутренней производной, подобно тому, каков он относительно временной производной метрического тензора трехмерного риманова пространства, то есть относительно скоростей изменения его компонентов, в форме гильбертова действия, данной впервые Р. Байерлейном, Д. Шарпом и Дж. Уилером [62]).

Махистский характер общей теории относительности в такой формулировке ее достаточно прозрачен, полагает Барбур. Надлежащим образом определенную на основе понятия внутренней производной функцию Лагранжа можно трактовать как метрическую функцию, порождающую в относительном (внутреннем) конфигурационном пространстве финслерову метрику, которая в свой черед индуцирует известным способом риманову метрику обычного пространства-времени; таким образом, утверждает Барбур, «внутренняя производная определяется на уровне динамики, который *логически предшествует* (logically prior to; курсив Барбура. – А. Т.) появлению пространства-времени» [60. Р. 226]¹⁶.

Этот способ построения четырехмерного метрического тензора Римана предполагает «послойное» решение дифференциальных уравнений в частных производных задачи для «тонкослойного сэндвича» с последовательно определяемыми таким образом в пространственных его слоях векторными полями локально псевдоортогональных «временных» сдвигов, так что, если эта процедура осуществима, конструкция пространства-времени оказывается последовательностью 3-геометрий. Но, как говорится, если бы не «если»: Барбур

¹⁶ Идея репараметризационной инвариантности действия сопряжена с той особенностью финслеровой геометрии, на которую в иных руководствах по данному предмету обращается сугубое внимание: «В геометрии Финслера... метрику следует рассматривать как „вторичный“, то есть не фундаментальный объект теории. В каждом конкретном случае метрическая функция будет определяться структурой функции Лагранжа (лагранжиана) рассматриваемой физической задачи, или, что эквивалентно, заданием фундаментальных дифференциально-геометрических объектов локальной индикатрисы метрики (поверхности лагранжиана единичной плотности действия)» [63. С. 188–189].

признает наличие трудностей, связанных с граничными условиями на бесконечности для пространственно некомпактных решений описанной здесь «сэндвич-проблемы». Трудности эти мы не будем здесь обсуждать. Важнее для нас тот вывод Барбура, что проблема границ – это проблема решений уравнений, но не проблема самих уравнений: «Как бы далеко мы ни зашли в исследовании нашего пространства-времени, уравнения тонкослойного сэндвича всегда будут выполняться. По мере нашего продвижения все дальше и дальше мы будем находить все более обширную область, в которой структура пространства-времени может быть понята в совершенно махистской манере». Структура пространства-времени, по Барбуру, – это структура гильбертова действия и вытекающих из принципа действия уравнений общей теории относительности; требования махистской идеологии распространяются именно на эту структуру, на то, что «логически предшествует появлению (appearance) пространства-времени». И эти требования суть: 1) формулировка гильбертова действия как функционала, определенного на всех *возможных* историях 3-геометрий в *относительном* (внутреннем) конфигурационном пространстве; 2) *глобальная репараметризационная инвариантность* действия, которая, когда оно берется в форме Байерлейна–Шарпа–Уилера, обеспечивается *a fortiori*: оттого уже, что действие в этой форме обладает локальной репараметризационной инвариантностью. Оговорка «provided the thin-sandwich problem can be solved»¹⁷ должна быть отнесена к конъюнкции условий, к меньшей посылке (*ad minorem*) условно-категорического силлогизма, каковым является, с точки зрения логики, сэндвич-проблема с теми или иными граничными условиями.

Невозможность решить сэндвич-проблему в том или ином случае не означает невозможности найти общее, безотносительное к тому или иному случаю, решение ее дифференциальных уравнений, – в числе которых и уравнения нулевого порядка, каковы чисто алгебраические соотношения, так же определяющие необходимую структуру этого решения, – но означает неразрешимость ее как именно *граничной* задачи. То, что относится к привходящему, нимало не касается главного, того необходимо-сущего, что формируется *a priori* и, стало быть, так формулируется – безотносительно к этому привходящему. Структура пространства-времени, логически предшествующая его «появлению», и есть это необходимо-сущее (τὸ ἐξ ἀνάγκης ὄν). А та необходимость, что заключена в общей теории относительности, трактующей о структуре пространства-времени Вселенной *в целом*, аргументирует Барбур, не может быть понята вне идеологии Маха. По тем же соображениям так называемые «антиммахистские» решения, как решения *привходящим образом* свободные от материи, таковы только во мнении так именуемых их, но не в сущности. Хотя мы не во всем согласны с Барбуром – например, в том, что нетривиальные «расслоения» (foliations¹⁸) пространства-времени

¹⁷ В случаях, когда сэндвич-проблема может быть решена; в условиях разрешимости сэндвич-проблемы (англ.).

¹⁸ Барбур употребляет термин «расслоение» не в том смысле, в каком его употребляют математики. Во избежание терминологической путаницы корректнее было бы, по примеру Зельдовича и Новикова, говорить в данном случае о «сечениях».

Минковского на трехмерные пространственноподобные гиперповерхности соответствуют «нетривиальным *махистским* (*sic!*) историям 3-геометрий», – мы согласны, тем не менее, с общим его выводом: «Любое решение чистой геометродинамики, то есть любое Риччи-плоское пространство-время, не должно анализироваться как свободная от материи структура, в которой пробные частицы обладают инерцией, или как структура, имеющая озадачивающее сходство с ньютоновским абсолютным пространством и временем, но как *динамическая история 3-геометрий*. Требования Маха относятся к структуре такой динамической истории, а не к поведению в ней, в этой структуре, пробных частиц». Удивительно, что Барбур делает этот вывод в результате анализа как раз свободной от материи общей теории относительности, то есть чистой геометродинамики, ограничиваясь замечанием в своей статье с Бертогги [61], что в присутствии материи ситуация значительно сложнее и требует особого рассмотрения.

Мы также не можем приветствовать изначальное стремление Барбура к «аутентичному» пониманию принципа (или даже принципов) Маха, восходящему к работам самого Маха: принципы укоренены не в трудах тех, чьими именами они по неоспоримому праву называются, но в природе вещей. В главном мысленном эксперименте Маха безусловно заключен принцип, основополагающий принцип симметрии; и первым это осознал Эйнштейн, не видя еще самого принципа. Попытки Эйнштейна прояснить этот принцип – важная веха в его истории; расценивать их, заодно с Барбуром, как источник заблуждений нескольких поколений физиков было бы, на наш взгляд, неправильно. Сказать, что Эйнштейн в своем дискурсе о принципе Маха редко когда совершенно отходил от «ядра маховской мысли» и не раз был близок к нему, может и тот, для кого это ядро невидимый объект. To get this matter straight, высмотреть это «ноэматическое ядро», – задача, как мы думаем, достойная феноменологического исследования, но ограничиваться работами Маха – это совсем не то, что нужно для решения этой задачи. И если нам еще лишь предстоит этот труд феноменологического высматривания и приведения к ясности, то, в виду такой перспективы, сама мысль, что принцип Маха либо неверен, либо не проверяем экспериментально (Н.П. Коноплёва [64]), не только не может быть квалифицирована как окончательный вердикт относительно истинностного значения принципа, но побуждает испытать те методы исследования его, которые предлагает феноменология.

Один из ключевых вопросов, нуждающихся в предварительном обсуждении в виду этой цели, – вопрос о том, каковы должны быть условия мысленного эксперимента (должен ли это быть, например, один опыт или множество связанных опытов, должно ли здесь иметь место условие непрерывности, и если да, то как конкретно оно работает) для того, чтобы такой вид экспериментирования можно было рассматривать как часть метода вариаций. И опять история с ее богатством примеров может быть употреблена на пользу нашему обсуждению. Мы можем многому научиться у классиков науки, прибегавших к мысленным опытам, как, например, Ньютон в своем образцовом рассуждении о пушечном ядре, пущенном горизонтально «силою пороха» с вершины

горы [65. С. 27]; это сродственное с феноменологическим методом вариаций рассуждение, в котором, как по другому поводу говорит Гуссерль, «в непрерывном наложении (*fortlaufende Deckung*) совпадает „то же самое“, что теперь может быть высмотрено само по себе (*rein für sich*)» [6. S. 414], дает по индукции заключить об этом «высматриваемом» общем – силе, к сущности которой следует отнести то, что, «падая» под действием ее, Луна ею же «удерживается на своей орбите». Ведь и Мах, пролагавший новые пути в области методологии естествознания, многое взял в свою теорию мысленного эксперимента из арсенала опытов такого рода, в анализе которых он был весьма искусен, – прежде всего у «мастера» их, Галилея, который, к слову сказать, «во всех своих рассуждениях... руководствовался... принципом непрерывности» [52. С. 116]. Техника мысленного эксперимента, если рассматривать его как часть феноменологического опыта, должна быть развита с использованием инструментария феноменологии как новый органон, важнейшей составляющей которого стала бы истинная индукция – та *inductio vera*, что еще Ф. Бэкон полагал максимой своего предприятия.

Вот и в развитие главной нашей темы, следуя Бэкону и в полном согласии с феноменологической установкой, имело бы смысл, на наш взгляд, рассмотреть в качестве модификации мысленного экспериментирования – модификации, как сказал бы Гуссерль, способа данности в мышлении – перенос упомянутой выше ситуации относительности вращательного движения (единственно значимого для векторных пространств) в квантовую механику. Это позволило бы, как мы ожидаем, уяснить значение относительности картин Шрёдингера и Гейзенберга квантово-механической эволюции в гильбертовом пространстве для конституирования реальности изменения. К мысли о том, что такой взгляд на двойственность картин эволюции может быть обусловлен модификацией принципа Маха, нас склоняют работы В. Шоммерса [66–69], в которых он связывает физическую реальность с импульсно-энергетическим пространством, а обычному пространству-времени усваивает роль «вспомогательного элемента для геометрического описания реальных физических процессов». Последние «проектируются на пространство-время», как того требует утверждаемый автором «принцип иерархического анализа (*level-analysis*)».

Пространственно-временные «картины» реальности формируются на основе измерительных процедур, поддерживаемых со стороны реальности процессами взаимодействия, в которых изменяются импульсы и энергии взаимодействующих объектов, так что в конце концов свойства этих объектов детерминированы исключительно взаимодействием. В этом выказывает себя, по мнению Шоммерса, аналогия с принципом Маха: детерминированность свойств объекта взаимодействием его с другими объектами окружающего мира – тот вывод, к которому, в соответствии с принципом Маха, мы приходим и в квантовой механике. И так же, в соответствии с принципом Маха, полагает Шоммерс, в квантовой механике, как и в классической, пространство-время, будучи лишь вспомогательным элементом описания, элиминировано в качестве «активной причины». Здесь уместно будет напомнить, что

о новых эффектах, которые дает утверждение принципа Маха в квантовой механике, говорил еще Р. Фейнман в своих лекциях по гравитации [70. С. 132–136]. Он трактовал его в духе дираковских «больших чисел», связывая фундаментальные масштабы длины и времени с влиянием удаленных «туманностей».

Феноменологического прояснения ждет и множество других «ситуаций относительности движения»: «дуализм» силы Лоренца и вихревого электрического поля, обуславливающих так называемую электродвижущую силу индукции в опытах с движущимися друг относительно друга неоднородным магнитным полем и проводящим контуром (как и вообще дуализм электрического и магнитного полей в едином электромагнитном поле), «дуализм» материи и геометрии пространства-времени и другие физические «дуальности» и «дуализмы», которые могут быть тематизированы в связи с модификациями главного мысленного эксперимента Маха. Сам Мах придавал фундаментальное значение этим модификациям, заявляя: «Die Grundmethode des Experimentes ist die Methode der Variation» [71. S. 180, 187, 199–200]. Причем эта мысль у Маха произрастает именно из анализа мысленного эксперимента, методике которого он сообщает и эксперименту физическому.

Заслуживает отдельного рассмотрения вопрос о влиянии Маха на генезис феноменологического метода вариаций; и, возможно, было бы уместным начать это рассмотрение с единственного письма Гуссерля Маху, датированного 18 июня 1901 года [72. S. 255–258], в котором он, движимый, надо полагать, не только этикетом, признается, что «в своих начинаниях многое почерпнул» из работ мэтра Венской школы позитивизма.

Уже в самом начале письма, после слов благодарности Маху за присылку ему нового издания «Механики» и за подробную оценку им его собственных «Логических исследований», Гуссерль пишет: «Меня не покидает убеждение, что существенные разногласия между нами всё же не так глубоки, как казалось на первый взгляд». Критика Гуссерлем восходящей к Маху концепции экономии мышления стала уже хрестоматийной, но, во-первых, под «хрестоматийным глянецом» плохо просматриваются границы этой критики, а во-вторых, говоря о критическом отношении Гуссерля к чему бы то ни было, всегда нужно помнить об эволюции его взглядов. Красные линии для «экономики мышления», проведенные им в первом томе «Логических исследований», четко обозначены и здесь, в письме: «Я ни в коей мере не хочу оспаривать право генетико-психологического и биологического рассмотрения наук; чему я всячески противлюсь, так это тому, чтобы в зависимость от точек зрения психологического генезиса и биологической адаптации ставилось прояснение (Aufklärung) критической теорией познания чисто логического в науке». Заключение же письма будит в памяти лейтмотив теории двух истин: «Учитывая, что чисто логический и практико-логический подходы, как, соответственно, и способы исследования под углом зрения критической теории познания и методологии не чинят каких-либо помех друг другу, я могу теперь сказать, что никакого конфликта между нашими взаимодополняющими (beiderseitigen) исследованиями по существу нет».

Итак, Гуссерль не отрицает эвристической ценности метода экономии мышления как составной части «искусства открытия» (ср. *ars inventiva* Луллия или *ars inveniendi* Лейбница, на которые он ссылается в первом томе «Логических исследований»), то есть как составной части научной методологии, работающей в «практико-логической» сфере и не вторгающейся в сферу «чисто логической» истины. Гуссерль признает плодотворность этого метода, прежде всего, для математического мышления «в сфере чисто дедуктивной методики», обращая внимание, как и Мах, на символизирующие техники в чистой математике и математическом естествознании, но притом, по размежеванию ареалов «двух истин», оговаривая необходимость разделения труда математиков и философов и подчеркивая недостаточность знаково-символических техник для чистой логики, а в позднейших своих работах настойчиво предостерегая от увлечения этими техниками, оперирующими понятиями подобно «фишкам в игре» (букв.: счетным камешкам – *Rechensteine*) в ущерб созерцанию и подлинному пониманию «того символического по существу метода, который был развит» [26. S. 95].

В присланном Гуссерлю четвертом издании «Механики» (1901) Мах не преминул ответить на выдвинутое в «Логических исследованиях» возражение против экономии мышления, первым изыскав компромиссное разрешение противоречий между ними в духе «двух истин»:

«В качестве естествоиспытателя я привык начинать исследование со специального, поддаваться действию этого последнего и отсюда переходить к более общему. Этой привычке я следовал также при исследовании развития физического познания. Я должен был поступить таким образом уже потому, что создание общих теорий для меня задача трудная и вдвойне трудная в области, в которой минимум несомненных общих независимых принципов, из которых можно было бы все вывести, не дан, а должен лишь быть найден. Такое предприятие скорее могло бы обещать успех, если исходить из математики. Так я обратил, поэтому, свое внимание на отдельные явления: приспособление мыслей к фактам, приспособление мыслей друг к другу, экономию мышления, сравнение, мысленный эксперимент, постоянство и непрерывность мышления и т.д. При этом было для меня полезно и действовало отрезвляющим образом то, что я рассматривал простое мышление, а также и всю науку, как явление биологическое, органическое, а логическое мышление, как идеальный предельный случай. Что можно начать исследование с обоих концов, я ни на один миг оспаривать не буду» [52. С. 420–421].

«Приспособление мыслей к фактам, приспособление мыслей друг к другу, экономия мышления, сравнение, мысленный эксперимент, постоянство и непрерывность мышления» – всё это, на наш взгляд, допускает транспозицию в область феноменологии (даже и экономия мышления!) при изменении установки с естественной на рефлексивную, замещении фактов «действительности» фактами сознания, феноменологическом расширении понятия опыта и включении мысленного эксперимента в его объем, при заключении в скобки естественного мира и соответствующей, как говорил Гуссерль, «перемене знака». Во второй книге «Идей», рассуждая о переходе от

солипсического опыта к опыту intersубъективному и выявляя особую роль собственной телесности человека в этом переходе, принадлежащей, как и всякая вещь его опыта, к его окружению, Гуссерль указывает на «солипсический мысленный эксперимент» как на источник ясности в этом вопросе – ясности, обретаемой единственно в результате феноменологического *a posteriori* и не могущей быть достигнутой *a priori* в русле «сущностной необходимости» [73. S. 81]. Так уж далеки мы будем от истины, если скажем, что вся феноменология субъективности есть своего рода мысленный эксперимент, производимый каждым феноменологом над самим собой?

Вопрос о том, что Гуссерль мог «почерпнуть» (*haben geschöpft*) в своих начинаниях из философии Маха и его единомышленников, уже поднимался и исследовался в литературе. Д. Синха совершенно верно, на наш взгляд, подмечает: «...Позитивизм Маха уже несет на себе проблески феноменологического мышления. Чистая дескрипция данного как единственный метод приобретения знаний, а также намерение сделать философию „строгой наукой“, что в свое время было воспринято и Гуссерлем, перекликаются с лейтмотивами эмпириокритического позитивизма в целом» [74. P. 569]. Он ссылается на § 56 Гуссерлева «Кризиса европейских наук», где позитивистский эмпиризм Авенариуса и Шуппе характеризуется автором как «попытка провести существенно определяемую английским эмпиризмом трансцендентальную философию» [75. С. 260–261]. На сближение позднего Гуссерля с тем Махом, от которого он так дистанцировался в первом томе «Логических исследований», указывает А. Берг: «Гуссерлева „генетическая феноменология“ может быть истолкована как пересмотр ранней его критики маховской экономии мышления» [76. P. 202]. Вспомним, между прочим, и это высказывание Гуссерля: «Подлинными позитивисты – это мы» («Идеи I», § 20), которое, пожалуй, едва ли может быть верно понято вне его контекста.

Особенно сильное воздействие оказали на Гуссерля, по его собственным словам, те гносеологические aberrации и ложные толкования (*erkenntnistheoretischen Mißdeutungen*) в работах Маха, которые Мах, по вере своей, вменил себе долгом положить в основу своих исследований [77. S. 206]. Возвышение Махом мысленного опыта над опытом действительным – шаг вперед в развитии научной методологии, но недостаточно радикальный для Гуссерля. В пространстве возможностей, имеющих в абстракции от их фактических воплощений внеисторическое, вневременное значение, это шаг от Фрэнсиса Бэкона к Роджеру Бэкону, утверждавшему авторитет внутреннего опыта, который, в отличие от внешнего опыта, не получил должной научной разработки.

В науке, однако, нет упущенных возможностей. Феноменологический метод открывает широкие перспективы научной разработки внутреннего опыта, и если маховскую теорию мысленного эксперимента рассматривать как один из ранних этапов ее, то было бы нерациональным, что не похоже на Гуссерля, не использовать те наития, которыми так богата эта теория. Достаточно прочесть главу о мысленном эксперименте в Маховом «Познании и

заблуждении» и главу об извлечении (Gewinnung) чистых всеобщностей методом сущностного узрения в «Опыте и суждении» Гуссерля, чтобы удостоверить в том, как порою близко пролегают пути двух мыслителей и сколь солидарно, хотя каждый по-своему, трактуют они из общего источника общую тему – прояснение мысленно оформленного содержания опыта путем *мысленной вариации фактов*: «Klärung des gedanklich geformten Inhalts der Erfahrungen durch *Variation der Tatsachen in Gedanken*» (курсив Маха. – *A.T.*) [71. S. 185]. И тот и другой, поскольку в обоих случаях речь идет о методе, держатся в трактовке этой темы рефлексивно-методической установки, чем сглаживается, а может быть, даже и вовсе нивелируется, то различие установок, какое в других случаях определяет исследовательские позиции естествоиспытателя и феноменолога как таковые.

Проблески феноменологического мышления видны и в маховском определении общей задачи науки, «фокус» которого помещается скорее на стороне возможного, чем на стороне действительного, – определении, предугадывающем в понятии мысленного опыта, в замещение опыта действительного, область применения феноменологического метода вариаций, где при чистых сущностях, утверждает Гуссерль [36. S. 151], возможность эквивалентна действительности (freilich ist bei reinen Wesen Möglichkeit und Wirklichkeit äquivalent); это маховское определение задачи науки, перенесенное с логически ущербной почвы экономии и облегчения опыта на более глубокое основание феноменологического анализа сущностей с сохранением за этим анализом акцентированной Махом коренной функции науки, именно «Erfahrung zu ersetzen», «замещать опыт», то есть при известной радикализации, какая требуется феноменологией, могло быть воспринято и Гуссерлем – помимо того, конечно, что относилось им на счет ложных толкований: «Задача всей и всякой науки – замещение опыта или экономия его воспроизведением и предвосхищением (Vorbildung) фактов в наших мыслях. Опыт, воспроизведенный в наших мыслях, легче под рукой, чем действительный опыт, и в некоторых отношениях может этот последний заменить» [52. С. 409].

Замещение опыта, как оно понимается в феноменологии, а именно замена в результате эпохэ «всякого осуществления внешнего опыта опытом этого опыта в качестве имманентного переживания» [78. S. 246], есть задача более амбициозная, чем та, о которой говорит Мах. Даже в пункте максимального сближения двух мыслителей, в математике, «в сфере чисто дедуктивной методики», где Гуссерль признает законное право экономии мышления, продуцирующего аксиоматики и знаково-символические техники, где, как старается показать Мах, «впервые развился метод физического и мысленного эксперимента» и откуда уже «был перенесен в область естественных наук» [79. С. 206], Мах не видит тех перспектив развития эвристического потенциала высказанной им мысли об отсутствии «великой мнимой пропасти между экспериментом и дедукцией» [Там же], какие открываются в феноменологии. Гуссерль упрекает Маха в том, что в этом пункте, по выражению К. Дюзинга, его старания сводятся к одним только начинаниям [80. S. 240].

Гуссерлю вышло идти дальше этих начинаний. Благодатной почвой для идей Маха становится феноменология. Амбициозная, «бесконечная» задача феноменологии понимается Гуссерлем как двуединая: с одной стороны, как задача «отображения универсума всего, что ни есть *a priori*, в его трансцендентальной самоотнесенности и тем самым в его самодостаточности и полной методической ясности», с другой – как «задача (Funktion) метода достижения универсальной и притом полностью обоснованной науки об эмпирической фактичности» [81. S. 298]. Эта двуединая задача феноменологии соответствует диадическому единству ее как первой и второй философии: во-первых, в идее своей она есть «универсальная эйдетическая онтология», во-вторых – «наука об универсуме фактов» [Ibid. Ср.: 82. P. 702].

Так же двуединая задача и того ответвления феноменологии, которое Гуссерль называет феноменологической теорией природы. В письме к В. Дильтею от 5/6 июля 1911 года он определяет эту задачу так: «...Подвергнуть сущностному исследованию сознание, конституирующее природу, во всех процессах образования им форм и во всех его корреляциях, – насколько это позволит окончательно прояснить все принципы, которым бытие, как бытие природы, подлежит *a priori*, и даст возможность найти решение всех проблем, что имеют в этой сфере отношение к корреляциям бытия и сознания» [72. S. 49]. Как часть этой задачи, предмет особой заботы Гуссерля – «априорная методология возможного познания самоёй природы в истинах самих по себе» (apriorische Methodologie einer möglichen Erkenntnis der Natur an sich, in Wahrheiten an sich), каковая есть не что иное, как «априорная наука о возможности математического естествознания, или наука о методе научного определения природы из данностей опыта» [34. S. 283].

Для «науки о методе», обеспечивающей методическим оснащением феноменологическую теорию природы, принципиально и стратегически важна инициатива Маха положить в основу методологии физического эксперимента методику эксперимента мысленного: как мысленный эксперимент у Маха в методологическом плане имеет парадигмальное значение для эксперимента физического, так и феноменологическое *a posteriori* должно обрести это значение парадигмы для индуктивного *a posteriori* нынешней физической методологии. Но – нам мерещится здесь тайное тайных кантовской мысли об общем корне чувственности и рассудка – феноменологическое *a posteriori*, поскольку оно феноменологическое, исходящее из «внутренне переживаемого или внутренне созерцаемого... в простом качестве экземплярной подосновы для идеаций», должно иметь силу синтетического *a priori* [83. S. 412].

Феноменология, мыслившаяся Гуссерлем как «исполнение кантовских интенций», есть в идее своей «априорная наука о возможном чистом сознании вообще» (eine apriorische Wissenschaft vom möglichen reinen Bewusstsein überhaupt [84. S. 66–117]). Она «конструирует *a priori*» – стало быть, действует *a priori* синтетически – «в корреляции с Apriori конститутивным»¹⁹.

¹⁹ Мы цитируем здесь «Картезианские медитации» [85. С. 196]: «Таким образом, последовательно проведенная феноменология *a priori* конструирует – однако в строго интуитивной сущностной необходимости и сущностной всеобщности – формы мыслимых миров и, в свою

Есть у Фихте в «Первом введении в наукоучение» одно место, из которого Гуссерль выписывает – вероятно, для своих лекций по критической истории идей – следующий пассаж: «Das Apriori und das Aposteriori ist für einen vollständigen Idealismus gar nicht zweierlei, sondern ganz einerlei; es wird nur von zwei Seiten betrachtet und ist lediglich durch die Art unterschieden, wie man dazu kommt» [1. S. 411]. Мы позволим себе процитировать из Фихте этот пассаж в объемлющем его контексте, так как здесь, по-видимому, автор наукоучения на новый лад толкует мысль об общем корне рассудка и чувственности, питающем рационалистическую и эмпирическую философию, и на месте совершенного идеализма здесь, в гуссерлевском прочтении, вполне могла бы быть феноменология:

«Поскольку... окончательные результаты идеализма как таковые рассматриваются как следствия рассуждения, они суть *a priori* в человеческом разуме; а поскольку то же самое в случае, если рассуждение и опыт действительно совпадут, рассматривается как данное в опыте, оно называется *a posteriori*. *A priori* и *a posteriori* для совершенного идеализма – отнюдь не что-либо различное, а совершенно одно и то же; только оно рассматривается с двух сторон и различается лишь способом, каким до него доходят. Философия предваряет весь опыт, мыслит его себе как необходимый, и постольку она в сравнении с действительным опытом *априорна*. Число *апостериорно* постольку, поскольку оно рассматривается как данное; то же число *априорно* постольку, поскольку оно выводится из множителей как их произведение. Кто думает об этом иначе, тот сам не знает, что он говорит» [86. С. 473–474].

Примечательно, что Фихте для пояснения своей мысли приводит пример из области математики. Для философов-рационалистов математика традиционно была вдохновляющим примером. Но после открытия Махом того, что математика есть эмпирическая и даже экспериментальная наука, в которой априорные, аподиктические результаты достигаются индуктивно-интуитивным и дедуктивно-интуитивным методом, содержащим в определенной части интуитивной своей составляющей возможность «отпадения» его в мир внешнего опыта и, как следствие, перенесения в область естественных наук, ее почитают за образец в своем стремлении к строгости и философы-эмпирики позитивистского толка. Тем более так должно было быть для Гуссерля, рационалиста и «позитивиста» в одном лице.

Гуссерль, молодым человеком защитивший диссертацию по вариационному исчислению и посвятивший годы философии арифметики, не мог пройти мимо подмеченного Фихте обстоятельства, что в математике *a posteriori* имеет силу *a priori*. Это обстоятельство с очевидностью выступает во всех математических доказательствах «по индукции». Последние истоки этой, как и вообще всякой очевидности, той или иной степени или ступени, усматриваются, по убеждению Гуссерля, благодаря феноменологии, и только

очередь, эти последние – в границах всех мыслимых форм бытия вообще и их иерархической системы; и причем изначально, то есть в корреляции с конститутивным Apriori, Apriori конституирующих эти миры интенциональных действий». Различие двух видов априори, соответствующих конструированию и конституции, здесь весьма примечательно.

благодаря ей. В ходе эволюции его взглядов зреет в нем и то убеждение, что «во всяком опыте заключена индукция, составляющая его сущность» [87. S. 138]. Очевидно, что индукция, заключенная в опыте «аподиктической очевидности», соотносится Гуссерлем с феноменологическим восприятием [88. S. 69–71], должна по меньшей мере не уступать математической индукции в способности демонстрировать *a priori* путем *a posteriori*: в той мере, в какой модус изначально обосновывающей, конститутивной познавательной деятельности («применение силы») не уступает соответствующему модусу логического вывода («демонстрации силы»). К этой «изначальной индукции» сводится в конце концов «по-настоящему вразумительное объяснение» индукции в обычном смысле [6. S. 28].

Маховский типовой метод (*Grundmethode*) произведения мысленного эксперимента, метод вариаций, феноменологически модифицированный и аккомодированный к более далекой цели, чем проблеск догадки (*Vermutung*), еще нуждающейся, согласно Маху, в физическом эксперименте для проверки своей адекватности реальному положению дел, метод, сфокусированный исключительно на тождественную сущность представляемого объекта помимо всех изменчивых модусов переживания его и предназначенный не менее чем к адекватному имманентному сущностному узрению в нем (*Wesenserschauung*) априорных и идеальных конституентов его реальности – такому узрению, что не только не нуждается в каком-либо эмпирическом сознании своей адекватности, в какой-либо психологической или естественно-научной «апперцепции», но даже в корне исключает их [83. S. 456], – метод этот должен быть, по замыслу Гуссерля, разработкой изначальной индукции, однозначно и предельно адекватно антиципирующей путем *a posteriori*, от данного единичного примера, конституированную ею *a priori* ноэматически-онтическую структуру объекта: то ноэматическое сущностное, стало быть реальное, положение дел (*Wesensbestand*), в котором единичное *tòde ti* есть сразу и общее *tò tí ἦν εἶναι*. Не исключено, что именно в силовом поле идей Маха взгляды Гуссерля на индукцию эволюционировали от отрицания в первом томе «Идей» индуктивной природы схватывания сущности к утверждению этого в более поздних текстах, как, например, в этом, относящемся к кругу анализов пассивных и активных синтезов, тексте – в непосредственной связи с методом вариаций:

«Индуктивное схватывание эйдоса происходит на основе „свободной экземплификации“, в виду горизонта единичностей, произвольно воображаемых и в этом сознании „произвольности“ мыслимых. Эти единичности связаны смысловой тождественностью и, перекрываясь в процессе сравнения, избличают [тем самым общую им] сущность» [89. S. 403].

Вполне возможно, что индукция и есть тот высший пункт, в котором сходятся маховский метод мысленного эксперимента и гуссерлевский метод свободных вариаций. Хотя нигде в «Познании и заблуждении» Мах не говорит об индукции в связи с мысленным экспериментом, посвящая этим методам две отдельные главы, а у Гуссерля днем с огнем не сыщешь термина «*Gedankenexperiment*» в контекстах феноменологических ментальных

процедур (впрочем, как мы видели, нельзя говорить и о полном его отсутствии в этих контекстах), нам, однако, в свете маховского тезиса «Die Grundmethode des Experimentes ist die Methode der Variation» кажется несомненным сходство методологий двух мыслителей – конечно, далеко не во всех отношениях, но поверх различий в каких-то весьма существенных: как бывает, когда сходство не просто сходство, но – сродство. Такое генетически обусловленное сходство проглядывается, скажем, в принципе непрерывности ментальных процессов вариации, провозглашаемом обоими мыслителями и задающем для той и другой методологии горизонт, в котором, как это проявилось «в модусе желаемого» у Гуссерля, но осталось скрытым у Маха, индукция может, в меру проведения этого методического принципа как средства к достижению сущностной ее цели, обрести силу аподейксиса.

Что мысленный эксперимент и индукция должны быть темами одной пьесы, хотя Махом они трактуются по отдельности, было замечено не одним исследователем – в частности Р. Соренсеном [90] и М. Буззони [91]. Что в основе индукции, даже эмпирической, лежит *a priori* закона причинности (которое у Канта, к слову сказать, в силу «непрерывного действия причинности» тождественно *a priori* закона непрерывности, ответственного, в феноменологии уже, за непрерывность ментальных вариаций в сфере возможного), – это ведомо и самому Маху благодаря кантианцу Э. Апелъту, которому он, Мах, чувствует себя «весьма многим обязанным в деле создания основ рациональной естественнонаучной методологии» [79. С. 278. Ср.: с. 31]. «Однако он, – пишет Мах об Апелъте, – сам признает, что знание это не дает нам никаких указаний относительно применения его в особых случаях, и поэтому не оказывает нам никакой помощи и в такой же мере может ввести нас в заблуждение, как указывать правильный путь» [Там же. С. 302].

В своей «Теории индукции» Апелът не идет дальше констатации того факта, что эмпирическая индукция, суть которой «в суммировании сходных случаев», недостаточна для достоверного вывода: «Из такого суммирования с математической вероятностью следует только то, что в основе сходных случаев лежит какая-то закономерность, но этим еще не отыскан сам закон (Regel)» [92. S. 44]. Гуссерль идет дальше. И то, что метод вариаций был в конечном итоге увенчан им венцом индукции-принцессы, индукции изначальной, «по-настоящему доказательной» (*wirklich bewährbare*) в отличие от порицаемой с этой стороны за оплошности, но знающей свое изначальное достоинство индукции-золушки, привыклой труженицы на ниве науки и, как повелось со времен лорда-канцлера, хранителя королевской печати, бессменной помощницы в «охоте Пана», вселяет в нас надежду на удачный финал всей пьесы. Ибо было бы удачей, как Золушке стать принцессой, если бы «истинная теория индукции», «над которой так много и так тщетно трудились» [6. S. 28], была обретена нами однажды и на законных основаниях воплотилась в практический метод науки. По всем признакам и знакам, на которые мы не преминули здесь указать, теория эта должна аккумулировать в себе, с одной стороны, потенциал феноменологического метода вариаций, структур-

ная близость которого методу индукции обсуждается, например, в диссертации Н. Куянджича [93], с другой – потенциал метода мысленного эксперимента, и с этой стороны особую ценность может представлять вклад исследований, согласных с тем тезисом этого автора, что «весомым фактором при изучении феномена мысленного эксперимента может оказаться понимание техники варьирования» [Ibid. P. 175].

Феноменологический метод приведения к ясности может и должен найти верные ориентиры в том, что Гуссерль в пору работы над «Кризисом» называл «историческим осмыслением» (*historische Besinnung*). В таком осмыслении и метод вариаций получает историческое измерение и, будучи делом научного (языкового) сообщества, поднимается естественным образом на уровень интерсубъективности: мы почерпаем первообразы и какие-то их варианты для дальнейшего «открытого процесса варьирования» в сфере исторической фактичности.

Литература

1. *Husserl E.* Gesammelte Werke, Bd. VII: Erste Philosophie (1923/24). Erster Teil: Kritische Ideengeschichte. Den Haag: Martinus Nijhoff, 1956.
2. *Husserl Edmund.* Dokumente, Bd. I: Schuhmann K. Husserl-Chronik. Denk- und Lebensweg Edmund Husserls. Den Haag: Martinus Nijhoff + Springer, 1977.
3. *Hoyle F., Narlikar J. V.* Mach's principle and the creation of matter // Proc. Roy. Soc. 1962. Vol. 270. P. 334–339.
4. *Владимиров Ю. С.* Метафизика и фундаментальная физика. Кн. 3: Реляционные основания искомой теории. Ч. 1: Теория систем отношений. М.: ЛЕНАНД, 2018.
5. *Владимиров Ю. С.* Реляционная картина мира. Кн. 1: Реляционная концепция геометрии и классической физики. М.: ЛЕНАНД, 2021.
6. *Husserl E.* Erfahrung und Urteil. Untersuchungen zur Genealogie der Logik / Ausgearbeitet und herausgegeben von L. Landgrebe. – Prag: Academia Verlagsbuchhandlung, 1939. (Имеется перевод §§ 86–92: Гуссерль Э. О варьировании / пер. с нем. И.А. Герасименко // Воображение в свете философских рефлексий: Кантовская способность воображения / отв. ред. С.Л. Катречко. 2-е изд. М.: Фонд ЦГИ, 2015. С. 342–364.)
7. *Владимиров Ю. С.* Природа пространства и времени: антология идей. М.: ЛЕНАНД, 2015.
8. *Einstein A.* Prinzipielles zur allgemeinen Relativitätstheorie // Annalen der Physik. 1918. Bd. 55, n. 4. S. 241–244.
9. *Эйнштейн А.* Принципиальное содержание общей теории относительности // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. Т. 1. М.: Наука, 1965. С. 613–615.
10. *Einstein A.* Autobiographisches (Autobiographical Notes) // Albert Einstein – Philosoph-Scientist / ed. by P.A. Schilpp. Evanston (Illinois), 1949. P. 1–95 (на немецком и английском языках).
11. *Эйнштейн А.* Основные идеи и проблемы теории относительности // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. Т. 2. М.: Наука, 1966. С. 120–129.
12. *Владимиров Ю. С., Терещенко Д. А.* Принцип Маха в геометрической парадигме // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2017. № 1 (18). С. 66–75.
13. *Эйнштейн А.* Автобиографические заметки // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967. С. 259–293.
14. *Wheeler J., Feynman R.* Interaction with the absorber as the mechanism of radiation // Rev. Mod. Phys. 1945. Vol. 17, no. 2–3. P. 157–181.

15. *Wheeler J., Feynman R.* Classical electrodynamics in terms of direct interparticle action // *Rev. Mod. Phys.* 1949. Vol. 21, no. 3. P. 425–433.
16. *Hoyle F., Narlikar J. V.* A new theory of gravitation // *Proc. Roy. Soc.* 1964. Vol. 282. P. 191–207.
17. *Hoyle F., Narlikar J. V.* A conformal theory of gravitation // *Proc. Roy. Soc.* 1966. Vol. 294. P. 138–148.
18. *Hoyle F., Narlikar J. V.* Action at a Distance in Physics and Cosmology. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1974.
19. *Нарликар Дж. В.* Инерция и космология в теории относительности Эйнштейна // *Астрофизика, кванты и теория относительности* / под ред. Ф.И. Федорова. М.: Мир, 1982. С. 498–534.
20. *Hoyle F., Narlikar J. V.* Cosmology and action-at-a-distance electrodynamics // *Rev. Mod. Phys.* 1995. Vol. 67, no. 1. P. 113–155
21. *Владимиров Ю. С.* Реляционная картина мира. Кн. 2: От бинарной предгеометрии микромира к геометрии и физике макромира. М.: ЛЕНАНД, 2021.
22. *Блохинцев Д. И.* Пространство и время в микромире. 2-е изд., испр. М.: Наука, 1982.
23. *Блохинцев Д. И.* Избранные труды. Т. 2. М.: Физматлит, 2009.
24. *Каток С. Б.* *p*-адический анализ в сравнении с вещественным. М.: МЦНМО, 2004.
25. *Хренников А. Ю., Шелкович В. М.* Современный *p*-адический анализ и математическая физика: Теория и приложения. М.: Физматлит, 2012.
26. *Husserl E.* *Gesammelte Werke, Bd. V: Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie. Drittes Buch: Die Phänomenologie und die Fundamente der Wissenschaften.* Den Haag: Martinus Nijhoff, 1971. (Имеется перевод четвертой главы «Метод прояснения» в кн.: Современная философия науки: Знание, рациональность, ценности в трудах мыслителей Запада / составление, перевод, вступительные статьи, вводные замечания и комментарии А.А. Печенкина. 2-е изд. М.: Логос, 1996. С. 365–375.)
27. *Mach's Principle: From Newton's Bucket to Quantum Gravity* / ed. by J.B. Barbour and H. Pfister. Boston, Basel, Berlin: Birkhäuser, 1995.
28. *Вейнберг С.* Гравитация и космология. М.: Мир, 1975.
29. *Орп Дж.* Популярная физика. 2-е изд. М.: Мир, 1969.
30. *Bondi H., Samuel J.* The Lense–Thirring effect and Mach's principle // *Physics Letters A.* 1997. Vol. 228, no. 3. P. 121–126.
31. *Эйнштейн А.* Геометрия и опыт // *Эйнштейн А. Собр. науч. трудов.* Т. 2. М.: Наука, 1966. С. 83–94.
32. *Brans C., Dicke R. H.* Mach's principle and a relativistic theory of gravitation // *Phys. Rev.* 1961. Vol. 124, no. 3. P. 925–935.
33. *Sciama D. W.* On the origin of inertia // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society.* 1953. Vol. 113, no. 1. P. 34–42.
34. *Husserl E.* *Gesammelte Werke, Bd. VI: Die Krisis der europäischen Wissenschaften und die transzendente Phänomenologie.* 2. Auflage. – Den Haag: Martinus Nijhoff, 1976 (перевод М. Маяцким процитированного нами III приложения к «Кризису», к его § 9а, см. в кн.: Гуссерль Э. Начало геометрии. Введение Жака Деррида. М.: Ad Marginem, 1996. С. 210–245).
35. *Husserl E.* *Gesammelte Werke, Bd. XXII: Aufsätze und Rezensionen (1890–1910).* Den Haag: Martinus Nijhoff, 1979.
36. *Husserl E.* *Gesammelte Werke, Bd. XLI: Zur Lehre vom Wesen und zur Methode der eidetischen Variation. Texte aus dem Nachlass (1891–1935).* Dordrecht: Springer, 2012.
37. *Эддингтон А.* Пространство, время и тяготение. 2-е изд. М.: УРСС, 2003.

38. *Eddington A.* Space, Time and Gravitation: An Outline of the General Relativity Theory. Cambridge: CUP, 1953 (1st ed. 1920).
39. *Аристотель.* Категории // Аристотель. Сочинения: в четырех томах. Т. 2. М.: Мысль, 1978. С. 51–90.
40. *Кассирер Э.* Познание и действительность. Понятие субстанции и понятие функции. М.: Гнозис, 2006.
41. *Natorp P.* Die logischen Grundlagen der exakten Wissenschaften. Leipzig u. Berlin: Druck u. Verlag von B.G. Teubner, 1910.
42. *Эйнштейн А.* Рецензия на книгу И. Винтернитца «Теория относительности и теория познания» // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967. С. 67–68.
43. *Эйнштейн А.* О методе теоретической физики // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967. С. 181–186.
44. *Эйнштейн А., Подольский Б., Розен Н.* Можно ли считать квантовомеханическое описание физической реальности полным? // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. Т. 3. М.: Наука, 1966. С. 604–611.
45. *Эйнштейн А.* Письма к Морису Соловину // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. Т. 4. М.: Наука, 1967. С. 547–575.
46. *Эйнштейн А.* Проблема пространства, эфира и поля в физике // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. Т. 2. М.: Наука, 1966. С. 275–282.
47. *Эйнштейн А.* Основы общей теории относительности // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. Т. 1. М.: Наука, 1965. С. 452–505.
48. *Эйнштейн А.* О теории относительности // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. Т. 2. М.: Наука, 1966. С. 109–111.
49. *Эйнштейн А.* Новая теория поля (I) // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. Т. 2. М.: Наука, 1966. С. 260–264.
50. *Эйнштейн А.* К проблеме относительности // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. Т. 1. М.: Наука, 1965. С. 385–394.
51. *Фридман А. А.* Мир как пространство и время // Фридман А. А. Избранные труды. М.: Наука, 1966. С. 244–322.
52. *Мах Э.* Механика. Историко-критический очерк ее развития. Ижевск: РХД, 2000.
53. Фрагменты ранних греческих философов. Часть I: От эпических теокосмогоний до возникновения атомистики. М.: Наука, 1989.
54. *Мёллер К.* Теория относительности. М.: Атомиздат, 1975.
55. *Тоннела М.-А.* Основы электромагнетизма и теории относительности. М.: Изд-во иностр. лит., 1962.
56. *Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.* Теоретическая физика. Т. II. Теория поля. 7-е изд. М.: Наука, 1988.
57. *Зельдович Я. Б., Новиков И. Д.* Релятивистская астрофизика. М.: Наука, 1967.
58. *Румер Ю. Б., Рыбкин М. С.* Теория относительности. М.: Учпедгиз, 1960.
59. *Мак-Витти Г.* Общая теория относительности и космология. М.: Изд-во иностр. лит., 1961.
60. *Barbour J. B.* General Relativity as a Perfectly Machian Theory // Mach's Principle: From Newton's Bucket to Quantum Gravity / ed. by J.B. Barbour and H. Pfister. Boston, Basel, Berlin: Birkhäuser, 1995. P. 214–236.
61. *Barbour J. B., Bertotti B.* Mach's principle and the structure of dynamical theories // Proc. Roy. Soc. 1982. Vol. 382. P. 295–306.
62. *Baierlein R. F., Sharp D. H., Wheeler J. A.* Three-dimensional geometry as carrier of information about time // Phys. Rev. 1962. Vol. 126, no. 5. P. 1864–1865.

63. *Жотиков В. Г.* Введение в геометрию Финслера и ее обобщения (для физиков). М.: МФТИ, 2014.
64. *Коноплева Н. П.* Маха принцип // Большая советская энциклопедия. 3-е изд. Т. 15. М.: Сов. энциклопедия. 1974.
65. *Ньютон И.* Математические начала натуральной философии. М.: Наука, 1989.
66. *Schommers W.* Being and becoming at the microscopic level // International Journal of Modern Physics B. 1989. Vol. 3, no. 1. P. 1–32.
67. *Schommers W.* Space and Time, Matter and Mind: The Relationship between Reality and Space-Time. Singapore: World Scientific, 1994.
68. *Schommers W.* Symbols, Pictures and Quantum Reality: On the Theoretical Foundations of the Physical Universe. Singapore: World Scientific, 1995.
69. *Schommers W.* Quantum Processes. Singapore: World Scientific, 2011.
70. *Фейнман Р., Моринго Ф., Вагнер У.* Фейнмановские лекции по гравитации. М.: Янус-К, 2000.
71. *Mach E.* Erkenntnis und Irrtum. Skizzen zur Psychologie der Forschung. Leipzig: Verlag von J.A. Barth, 1905.
72. *Husserl Edmund.* Dokumente, Bd. III: Briefwechsel. Teil 6: Philosophenbriefe. Dordrecht: Springer, 1994.
73. *Husserl E.* Gesammelte Werke, Bd. IV: Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie. Zweites Buch: Phänomenologische Untersuchungen zur Konstitution. Dordrecht: Springer, 1991.
74. *Sinha D.* Phenomenology and Positivism // Philosophy and Phenomenological Research. 1963. Vol. 23, no. 4. P. 562–577.
75. *Гуссерль Э.* Кризис европейских наук и трансцендентальная феноменология: Введение в феноменологическую философию / пер. с нем. Д.В. Складнева. СПб.: Изд-во «Владимир Даль», 2004.
76. *Berg A.* Phenomenalism, Phenomenology, and the Question of Time: A Comparative Study of the Theories of Mach, Husserl, and Boltzmann. Lanham: Lexington Books, 2016.
77. *Husserl E.* Gesammelte Werke, Bd. XVIII: Logische Untersuchungen. Erster Band: Prolegomena zur reinen Logik. Den Haag: Martinus Nijhoff, 1975.
78. *Husserl Edmund.* Materialien, Bd. VIII: Späte Texte über Zeitkonstitution (1929–1934). Dordrecht: Springer, 2006.
79. *Мах Э.* Познание и заблуждение. Очерки по психологии исследования. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
80. *Düsing K.* Das Problem der Denkökonomie bei Husserl und Mach // Perspektiven transzendental phänomenologischer Forschung. Für Ludwig Landgrebe zum 70. Geburtstag von seinen Kölner Schülern. Den Haag: Martinus Nijhoff, 1972. S. 225–254.
81. *Husserl E.* Gesammelte Werke, Bd. IX: Phänomenologische Psychologie. Vorlesungen Sommersemester 1925. – 2. Auflage. – Dordrecht: Springer, 1968.
82. *Husserl E.* Phenomenology // The Encyclopedia Britannica, 14-th ed. Vol. 17 / done into English by C.V. Salmon. London, New-York: The Encyclopedia Britannica Co., 1929. P. 699–702.
83. *Husserl E.* Gesammelte Werke, Bd. XIX: Logische Untersuchungen. Zweiter Band: Untersuchungen zur Phänomenologie und Theorie der Erkenntnis. Dordrecht: Springer, 1984.
84. *Husserl Edmund.* Materialien, Bd. IV: Natur und Geist. Vorlesungen Sommersemester 1919. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002.
85. *Гуссерль Э.* Картезианские медитации / пер. с нем. В.И. Молчанова. М.: Академический Проект, 2010.

86. Фухте И.-Г. Первое введение в наукоучение // Сочинения: в 2 т. Т. 1. СПб.: Мифрил, 1993. С. 443–476.
87. Husserl E. Gesammelte Werke, Bd. XXXII: Natur und Geist. Vorlesungen Sommersemester 1927. Dordrecht: Springer, 2001.
88. Husserl E. Gesammelte Werke, Bd. XXXV: Einleitung in die Philosophie. Vorlesungen 1922/23. Dordrecht: Springer, 2002.
89. Husserl E. Gesammelte Werke, Bd. XI: Analysen zur passiven Synthesis. Aus Vorlesungs- und Forschungsmanuskripten 1918–1926. Den Haag: Martinus Nijhoff, 1966.
90. Sorensen R. A. Thought Experiments. Oxford: OUP, 1992.
91. Buzzoni M. Thought Experiment in the Natural Sciences: An Operational and Reflexive-transcendental Conception. Würzburg: Königshausen+Neumann, 2008.
92. Apelt E. F. Die Theorie der Induction. Leipzig: Verlag von W. Engelmann, 1854.
93. Kujundzic N. An Inquiry into Mental Variation [Doctoral dissertation, University of Waterloo]. Waterloo (Ontario, Canada), 1995.
94. DeWitt B. S. Spacetime as a Sheaf of Geodesics in Superspace // Relativity / ed. by M. Carmeli, S.I. Fickler, and L. Witten. New York, London: Plenum Press, 1970. P. 359–374.

PATHFINDING THE “FIELD OF TRUTH”: GEDANKENEXPERIMENT, MACH'S PRINCIPLE AND THE PHENOMENOLOGICAL METHOD OF VARIATIONS

A.A. Tyutyunnikov^{1,2*}, D.A. Tereshchenko^{3}, V.F. Panov^{4***}**

¹ *Private Educational Establishment “Alternative School”*

72A Nikolaya Ostrovskogo St, Perm, 614002, Russian Federation

² *Municipal Autonomous Educational Institution Secondary School “Mastergrad”*

16 Kostycheva St, Perm, 614031, Russian Federation

³ *Federal State Unitary Enterprise “Russian Metrological Institute
of Technical Physics and Radioengineering”*

*Industrial zone FSUE VNIIFTRI's 11th building, w. s. Mendeleevo,
Solnechnogorsk City, Moscow Region, 141570, Russian Federation*

⁴ *Perm State National Research University*

15 Bukireva St, Perm, 614068, Russian Federation

Abstract. The article contributes to the development of an a priori methodology adequate to the legitimate claims of fundamental physics as a mathematical philosophy of nature. Husserl's phenomenological method of variations – the most important part of this methodology – is seen as a means of bringing to clarity and achieving apodictic evidence, highly relevant in the current conditions of erosion of the empirical criterion of truth, when the invention of hypotheses for the needs of deductive theorization has become the norm of so-called fundamental research. As an example for express testing of the method, a problematic principle is taken that needs to be clarified: the “Mach principle” formulated in many ways since the time of A. Einstein. The result of a

* E-mail: atutun@list.ru

** E-mail: dima91ter@yandex.ru

*** E-mail: panov@psu.ru

clarifying reflection of one of the transitions between versions of the principle is the conclusion that the conceptual development of the general theory of relativity on methodologically clarified grounds, one of which would be a correctly formulated Mach principle, should proceed from a relational understanding of space-time consistent with this principle. Mach's principle, since it determines the structure of the equations of the theory themselves, the solutions of which are conceived in the modus of the possible, is in no way affected in its truth value by the fact of the existence of vacuum solutions of these equations. In conclusion, the article examines the question of the influence of the Mach theory of thought experiment on the genesis of the phenomenological method of variations.

Keywords: Mach principle, thought experiment, phenomenological method of Husserl, phenomenological method of variations, relationism, space-time, general relativity, cosmology

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ МЕТАФИЗИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4-109-120

ДИПОЛЬНАЯ АНИЗОТРОПИЯ КРАСНОГО СМЕЩЕНИЯ КВАЗАРОВ И СВЕРХНОВЫХ ТИПА SN Ia

С.Ф. Левин

*Московский институт экспертизы и испытаний
Российская Федерация, 117418, г. Москва, Нахимовский пр-т, д. 31*

Аннотация. Обнаружено несоответствие доплеровской интерпретации дипольной анизотропии красного смещения в спектрах излучения сверхновых типа SN Ia, по которым был сделан вывод об «ускорении расширения Вселенной», анизотропии микроволнового фонового (реликтового) излучения и красного смещения квазаров.

Ключевые слова: квазары, сверхновые типа SN Ia, реликтовое излучение, анизотропия

Введение

В 1998 году при метрологической апробации, согласно РРТ 507–98 [1] программы «ММК–стат М» [2], по данным о 124 квазарах [3, ч. 1, табл. 31] была получена интерпретирующая модель 4-мерной диаграммы Хаббла:

$$\begin{aligned} \lg cz = & -1,8650157 \cdot 10^{-3} \delta - 2,6945406 \cdot 10^{-1} \alpha + 8,2279198 \cdot 10^{-2} m + \\ & + 4,3915797 \cdot 10^{-2} \theta + 2,2102848 \cdot 10^{-3} \alpha^2 + 1,2364350 \cdot 10^{-2} \alpha m + \\ & + 4,9220020 \cdot 10^{-5} \theta^2 + 1,0164755 \cdot 10^{-4} \theta \delta - \\ & - 3,3828735 \cdot 10^{-3} m \theta \pm 3,6628562 \cdot 10^{-1}, \end{aligned} \quad (1)$$

где c – скорость света, $z > 0$ – красное смещение, δ – склонение, α – прямое восхождение, m – звездная величина, θ – максимальные угловые размеры (рис. 1).

Идентификация модели (1) выполнена методом максимума компактности (ММК), предусматривающим в рамках моделей максимальной сложности (ММС) статистическую проверку структурно-параметрических гипотез вырожденности, непрерывности и композиционной однородности по критерию минимума среднего модуля погрешности неадекватности (СМПН)¹ [4].

¹ Для модели (1) число за знаком «±» – СМПН.

Проекция модели (1) на плоскость $\lg cz(\alpha)$ указывала на диполь анизотропии *в среднем* – «максимум \bar{z} при $\alpha \approx 1^h \rightarrow$ минимум \bar{z} при $\alpha \approx 13^h$ », или по прямому восхождению – на апекс движения Солнца относительно реликтового фона.

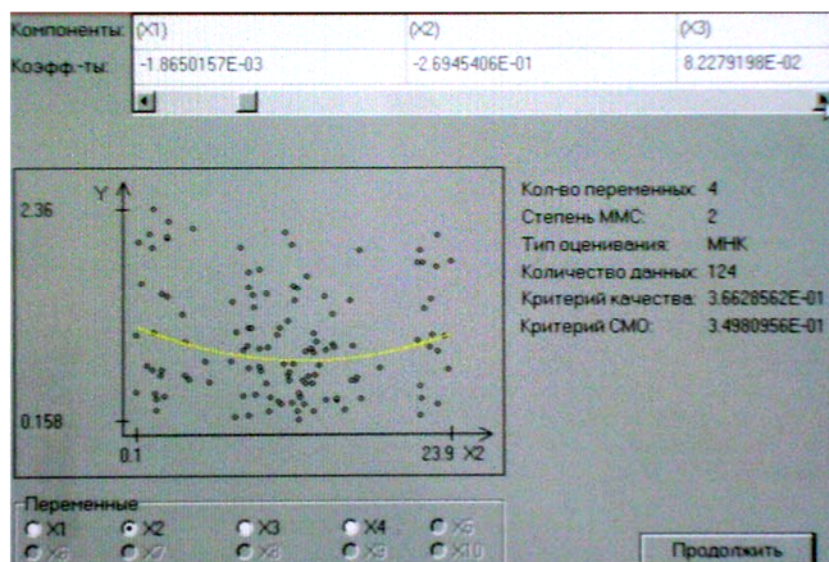


Рис. 1. Программа «ММК–стат М», алгоритм ММКМНК

(метод наименьших квадратов в схеме перекрестного наблюдения)

Характеристика положения (1) в проекции на плоскость $[Y = \lg cz, X_2 = \alpha]$.

Для эпохи J 1950 года галактическая полярная ось – линия Sculptor

(Южный полюс P_S : $[0^h40^m; -28^\circ]$) \rightarrow Coma Berenices (Северный полюс P_N : $[12^h40^m; +28^\circ]$).

Средний модуль отклонения (СМО) данных от модели (1): $3,4980956 \cdot 10^{-1}$.

Красное смещение квазаров обычно рассматривается как гравитационный и доплеровский эффекты [5], а последний из них предполагает одинаковость ориентации диполей его анизотропии независимо от морфологического типа внегалактических объектов. Поэтому совпадение диполей анизотропии для красного смещения галактик и квазаров было само собой разумеющимся.

Результат (1) и аналогичная модель для радиогалактик в 1999 году докладывались на X Российской гравитационной конференции во Владимире на секции профессора В.Б. Брагинского [6]. Кроме того, было показано, что статистические методы в космологии в ряде случаев используются без проверки условий их применимости или с нарушениями логики статистического вывода. Именно тогда Владимир Борисович и порекомендовал ни в коем случае не бросать эти исследования, так как модель (1) фактически уточняла ранее полученные данные о распределении квазаров на небесной сфере.

Конечно, риск затенения квазаров в полосе галактической плоскости был, и их концентрация около полюсов Галактики могла быть случайной².

² Англоязычный оригинал [3] 1978 года издания содержал сведения о 383 квазарах и радиогалактиках. Объекты, красное смещение которых имело абсорбционные спектральные особенности (Примечание к табл. 31 [3, ч. 1]), для идентификации (1) не использовались.

Но в том же 1999 году И.Д. Караченцев и Д.И. Макаров идентифицировали для галактик Местного объема эллипсоид локального параметра Хаббла, большая ось которого тоже была ориентирована в точку с экваториальными координатами $\alpha \approx 13^{\text{h}}$ (α_{PN}) и $\delta \approx -15^\circ$ в созвездии Virgo [7].

История вопроса

В 1966 году P. Strittmatter, J. Faulkner и M. Walmsley [8] установили, что 67 известных к тому времени квазаров разделены на две почти диаметрально противоположные группы: квазары при $z > 1,5$ являются высокоширотными, а квазары при $z < 1,5$ рассеяны по северному галактическому полушарию. Неравномерность распределения квазаров в Южном полушарии объясняли отсутствием телескопов и радиотелескопов в Антарктиде и на океанах Земли. Но в 1967 году D. Wilkinson и R. Partridge отметили: «Неоднородность в распределении квазаров с большими красными смещениями пространственно совпадает с минимумом в распределении теплового реликтового излучения» [9]. Тогда все известные квазары характеризовались $0,131 \leq z \leq 2,223$ [5, табл. 3.1], и, по мнению Н.С. Кардашева [5. С. 102], «если совпадение реально, то это может явиться сильным аргументом в пользу космологической природы красного смещения, а также в пользу анизотропии модели вселенной». И в 1969 году было обнаружено, что температура реликтового фона в направлении P_s на 0,1 % ниже, чем *в среднем*, а в противоположном направлении P_N – на столько же выше. Минимум в области южного галактического полюса P_s интерпретировался как следствие эффекта Доплера при движении Солнца относительно реликтового фона со скоростью $\sim 370 \pm 3 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$ в направлении созвездий Leo и Virgo [10]. Это – точка с экваториальными координатами $\alpha \approx 11^{\text{h}} 38^{\text{m}}$ и $\delta \approx -3^\circ 8'$ на границе созвездий Leo и Virgo.

То, что диполь анизотропии красного смещения квазаров ориентирован максимумом на южный галактический полюс, не противоречило физическим соображениям. Ведь в этом направлении находится Eridanus Supervoid (крупнейшая во Вселенной пустота «СМВ Cold spot»³), а в противоположном направлении – *суперсистема* сверхскоплений галактик и квазаров «Great Attractor – Shapley» в созвездиях Centaurus, Coma Berenices, Leo и Virgo [12].

В середине 1950-х годов Н. Р. Robertson, F. Hoyle и А. Р. Sandage предложили характеризовать космологические модели современными значениями параметров Хаббла H_0 и замедления q_0 . Это подчеркивало модельный характер шкал космологических расстояний. К 1958 году оценки параметра Хаббла снизились с 530 до $75 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпс}^{-1}$, а за последующие годы – *в среднем* еще почти в полтора раза [3]. Но, несмотря на этот казус, красное смещение продолжали использовать как непосредственный индикатор расстояния.

³ Ширина этой области от 150 до 500 миллионов световых лет, а глубина – от 6 до 10 миллиардов световых лет. Радиус «Холодного пятна» составляет $\sim 5^\circ$, его центр находится в точке с экваториальными координатами $\alpha = 03^{\text{h}} 15^{\text{m}} 05^{\text{s}}$ и $\delta = -19^\circ 35' 02''$ при $z \approx 1$ [11]. Даже высказывалось предположение, что это и есть эпицентр Большого взрыва.

Заметим, в теории измерительных задач дрейф оценок параметров при увеличении ряда измерений – признак структурной неадекватности (degeneration) модели объекта измерений и некорректности её параметризации.

В 1983 году в системах спиральных галактик NGC 224 и NGC 3031 было обнаружено необычное явление. Доплеровская интерпретация фиолетового смещения в спектрах излучения приписывала этим галактикам лучевые скорости $V = -301 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$ ($z = -0,001$) и $V = -36 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1}$ ($z = -0,000113$). Но смещение в спектрах излучения карликовых галактик-спутников не вписывалось в закон Хаббла: оно нарастало *во все стороны* от центральных галактик. Аналогичное явление, ранговая инверсия, имеет место и у карликовых спутников нашей Галактики – Малого и Большого Магеллановых облаков [13].

В 1986 году А. Sandage обнаружил рост локальной постоянной Хаббла H_0 на расстояниях (1...2) Мпк и на шкале 20 Мпк [14]. Спустя два года R.V. Tully, соавтор метода Талли – Фишера, зафиксировал пик локальной постоянной Хаббла $90 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$ в диапазоне (7...30) Мпк [15]. А в 1997 году пик $H_0(2 \text{ Мпк}) \sim 90 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$ со спуском до $H_0(8 \text{ Мпк}) \sim 65...70 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$ к границе Местного объема установил Д.И. Макаров [16].

В 1998 году группа High-Z SN Search Team по сверхновым типа SN Ia для модели Фридмана – Робертсона – Уокера с параметром кривизны $\Omega_k = 0$:

$$D_L(z) = (c / H_0) \cdot (1+z) \cdot \int_0^z [(1+z)^2 (1 + \Omega_M z) - z(2+z)\Omega_\Lambda]^{-1/2} dz, \quad (2)$$

где Ω_M и Ω_Λ – параметры так называемой «темной материи» и «темной энергии» соответственно, обнаружила «ускорение расширения Вселенной» и получила оценки $H_0 = (63,8...65,2 \pm 1,3) \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$ [17].

Предпосылки тупиковой ситуации в космологии

В 2000 году Hubble Space Telescope Key Project (HST KP) по данным о цефеидах и сверхновых SN Ia при $z \leq 0,1$ дал оценку $H_0 = 72 \pm 7 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$, не зависящую от расстояния в пределах $D = 56...467 \text{ Мпк}$ [18]. Проверка данных о 36 SN Ia [18, Table 6] в классе непрерывных моделей по критерию минимума СМПН по программе «ММК–стат»⁴ в схеме перекрестного наблюдения погрешности неадекватности подтвердила предпочтительность алгоритма наименьших квадратов (ММКМНК) по сравнению с медианным алгоритмом (ММКМЕДС) и независимость оценок H_0 от расстояния [19]:

ММКМЕДС-оценка $H_0^{[1]} = 71,725 \pm 4,014 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$;

ММКМНК-оценка $H_0^{[2]} = 72,186 \pm 3,969 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$.

Однако более правдоподобными по критерию минимума СМПН оказались модели с «разладкой» и **уменьшением оценок с ростом расстояния**:

⁴ Постановлением Госстандарта РФ от 17 июля 2000 г. № 191-ст программы «ММК–стат» и «ММК–стат М» получили статус Рекомендаций по метрологии.

$$H_0^{[1]}(D) = \begin{cases} (72,60 \pm 3,82) \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1} & \text{при } D \leq 309,5 \text{ Мпк} \\ (65,95 \pm 2,50) \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1} & \text{при } D > 391,5 \text{ Мпк} \end{cases}$$

$$H_0^{[2]}(D) = \begin{cases} (71,66 \pm 3,68) \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1} & \text{при } D \leq 309,5 \text{ Мпк} \\ (65,95 \pm 2,50) \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1} & \text{при } D > 391,5 \text{ Мпк} \end{cases}$$

Правда, в данном случае причина «разладки» была скорее в том, что на интервале от 391,5 до 467 Мпк находилось всего 2 сверхновые SN Ia из 36.

Тем не менее стали появляться и другие признаки кризиса.

В 2007 году D. J. Schwarz и В. Weinhorst указали на анизотропию оценок H_0 по данным о сверхновых в полярных галактических полусферах [20], но эти выводы ограничивались красным смещением $z < 0,2$.

В 2009 году в отчете WMAP-7 [21] был отмечен парадокс «числа параметров»: дополнение Λ CDM-модели одним–двумя параметрами увеличивало ее точность на 90...300 %, но тогда среднеквадратическое отклонение оценок параметра Хаббла H_0 возрастало в 1,28...6 раз! Это явление в отчётах WMAP названо «degeneration of Λ CDM-model», а в математике оно известно как «стохастическая мультиколлинеарность». Тогда же J. Sollerman et al. [22] отметили: «Выводы о предпочтительности того или иного варианта космологической модели и наличия эффекта «ускорения расширения Вселенной» сильно зависят от выбранного метода статистической обработки данных кривых блеска сверхновых SN». Причем все еще необходимо детально разбираться в оценках систематических эффектов и в гипотезах о виде распределения отклонений данных от интерпретирующей модели.

В 2012 году оценка HST КР была уточнена в Carnegie-Chicago Hubble program: $74,3 \pm 2,1 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$ [23], а в 2013 году Planck Collaboration была получена оценка параметра Хаббла $H_0 = 67,80 \pm 0,77 \text{ км} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Мпк}^{-1}$ [24].

В 2014 году в местном объеме был обнаружен красно-фиолетовый диполь анизотропии, ориентированный на максимум температуры микроволнового фона и апекс движения Солнца относительно него [16; 25]: 37 галактик с $z < 0$ расположены в виде подковы в созвездиях Andromeda, Camelopardalis, Ursa Minor, Draco и Pegasus; 167 галактик с $z > 0$ группируются к Северному галактическому полюсу в Canes Venatici, Coma Berenices, Virgo и Centaurus.

Новый казус с параметром Хаббла или тупиковая ситуация

К 2016 году на фоне существенного повышения точности астрофизических измерений в динамике оценок параметра Хаббла проявилась новая тенденция: снижение оценок H_0 замедлилось, но они стали расходиться. Первыми об этом и уже очевидном признаке кризиса заявили специалисты групп High-Z SN Search Team [26] и Carnegie-Chicago Hubble Program [27].

Для оценивания параметра Хаббла в работе [26] была принята не модель Фридмана – Робертсона – Уокера (2), а ее разложение в ряд Тейлора [28]:

$$D_L(z) = (c / H_0) \cdot [z + \frac{1}{2}(1 - q_0)z^2 - \frac{1}{6}(1 - q_0 - 3q_0^2 + j_0)z^3], \quad (3)$$

где j_0 – параметр толчка, и использовались данные измерений на космическом телескопе имени Э. Хаббла ~ 300 сверхновых типа SN Ia и ~ 2400 цефеид в Местной группе при $0,0233 < z < 0,15$: $H_0 = 73,23 \pm 1,74 \text{ км}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{Мпк}^{-1}$. Расхождение с оценкой Planck Collaboration рассматривалось как указание на новую физику за пределами Λ CDM-модели. В работе же [27] было обращено внимание на превышающую сакраментальные 3σ «нормальной» теории величину этого расхождения с оценкой $H_0 = (66,93 \pm 0,62) \text{ км}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{Мпк}^{-1}$ по данным измерений микроволнового фона зондом Planck в рамках Λ CDM-модели [29].

В этом же 2016 году Alam S. et al. получили оценку параметра Хаббла $H_0 = 61,4\dots 69,8 \text{ км}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{Мпк}^{-1}$ [30], а J. T. Nielsen et al. подняли проблемы статистики при определении космического ускорения по сверхновым SN Ia [31].

В 2017 году была обнаружена анизотропия красного смещения сверхновых SN Ia [32], а лидер HST KP В. Фридман назвала сложившуюся в космологии ситуацию *тупиковой*, и для выхода из нее потребовала повысить точность шкалы космологических расстояний до 1 % [33].

В 2018 году M. Raveri и W. Hu продолжили дискуссию о статистической методологии в космологии [34], а K. Migkas и T. H. Reiprich по корреляции между яркостью скоплений галактик в рентгеновском диапазоне и температурой окружающего их газа обнаружили анизотропию оценок параметров H_0 и Ω_M по галактическим координатам [35]. Ситуацию с анизотропией и именно по галактическим координатам l и b сверхновых SN Ia [17, 36, 37] прояснила модель [38] шкалы космологических расстояний (рис. 2):

$$\begin{aligned} \bar{D}_L(l, b, z) = \\ = 4930,4692z + 2819,7024z^2 + 9,9955969bz - 12,664675lz^2 \pm 247,42842. \end{aligned} \quad (4)$$

Модель (4) может быть представлена в виде

$$\bar{D}_L(l, b, z) = (c/H_0)[(1 + ab)z + \frac{1}{2}(1 - q_0)(1 + al)z^2], \quad (5)$$

где $ab = +2,027311498 \cdot 10^{-3}$ и $al = -2,568655129 \cdot 10^{-3}$ – коэффициенты анизотропии по галактическим координатам b и l , при оценках параметра Хаббла $H_0 = 60,80404264 \text{ км}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{Мпк}^{-1}$ и параметра замедления $q_0 = -0,14378664$ [38]. Модель не чувствительна к выбросу SN Ia 1997ck при $z = 0,97$ (рис. 2), что в конце 1990-х годов беспокоило группу High-Z SN Search Team [17] и что характерно одномерной модели (рис. 3).

Предварительно была идентифицирована модель для квазаров (рис. 3):

$$\begin{aligned} z^{[4]}(\alpha, \delta) = 1,2567254 - 4,9223937 \cdot 10^{-3}\alpha^2 - 8,0613005 \cdot 10^{-5}\alpha\delta + \\ + 2,1138589 \cdot 10^{-4}\alpha^3 - 2,9565924 \cdot 10^{-6}\alpha^2\delta \pm 5,3057027 \cdot 10^{-1}, \end{aligned}$$

подтвердившая ранее полученный результат (1): минимум \bar{z} в области P_N .

Экваториальные координаты северного галактического полюса P_N эпохи J2000: $\alpha = 12^{\text{h}}51^{\text{m}}26,282^{\text{s}}$ и $\delta = +27^{\circ}07'42,01''$ (созвездие Coma Berenices).

Для 79 сверхновых SN Ia результат проверки оказался неожиданным: в области P_N оказался максимум красного смещения в среднем (рис. 4a):

$$\begin{aligned} z^{[3]}(l, b) = 8,4388414 \cdot 10^{-3}l + 2,0329349 \cdot 10^{-3}b - 4,6150315 \cdot 10^{-5}l^2 + \\ + 6,7421134 \cdot 10^{-8}l^3 - 7,1086515 \cdot 10^{-7}b^3 + 3,9645819 \cdot 10^{-8}l^2b \pm 0,20036946. \end{aligned}$$

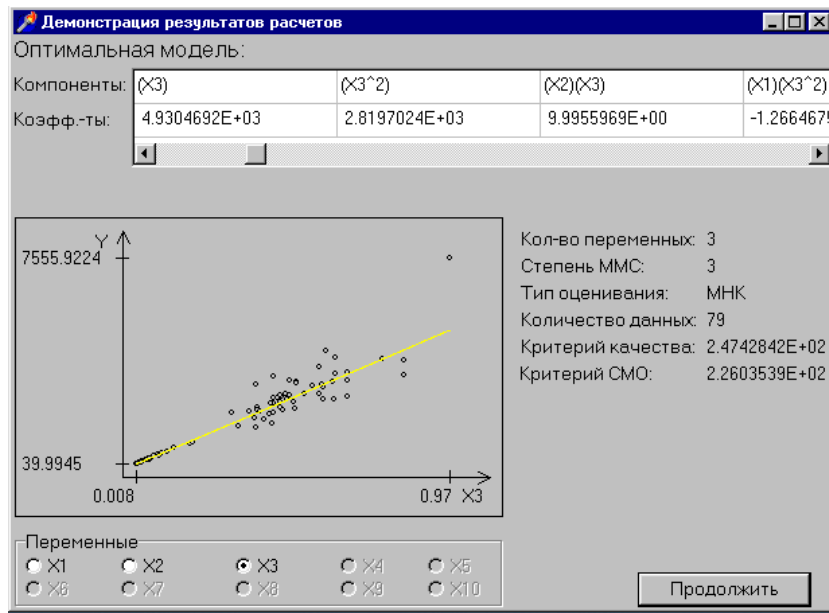


Рис. 2. Программа «ММК–стат М»: модель (4) в проекции на плоскость $[Y = D_L, X_3 = z]$

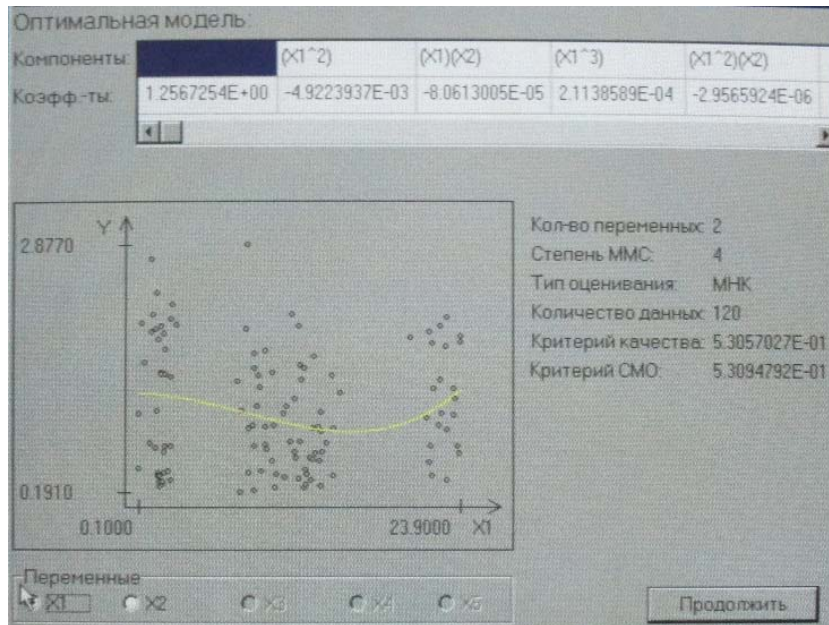


Рис. 3. Программа «ММК–стат М»: зависимость $z(a, \delta)$ выборки 120 квазаров [3] от прямого восхождения в проекции на плоскость $[Y = z, X_1 = a]$

В галактических координатах разница экстремумов заметнее (рис. 4б).
 Еще более нагляден случай $N = 112$ сверхновых:

$$z^{[5]}(l, b) = 2,9438046 \cdot 10^{-5} l^2 + 1,3958417 \cdot 10^{-5} l b + 8,5045519 \cdot 10^{-7} l b^2 - 1,0202439 \cdot 10^{-9} l^4 + 7,5519981 \cdot 10^{-9} b^4 + 2,2234723 \cdot 10^{-12} l^5 - 8,5409103 \cdot 10^{-11} b^5 - 1,6585121 \cdot 10^{-10} l b^4 \pm 0,21972533.$$

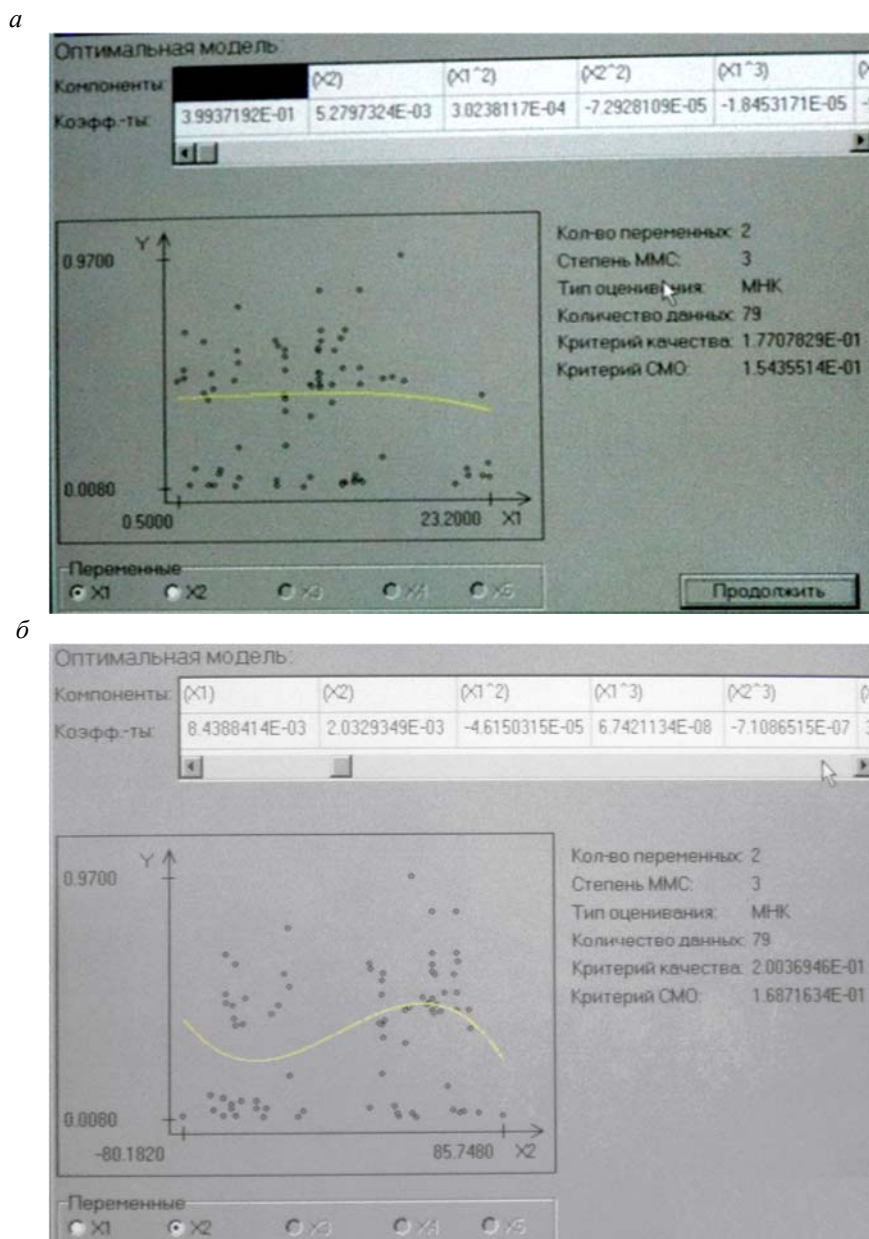


Рис. 4. Характеристики положения моделей $z(\alpha, \delta)$ и $z(l, b)$ для $N = 79$ сверхновых SN Ia: *a* – в проекции на плоскость $[Y = z, X_1 = \alpha]$; *б* – в проекции на плоскость $[Y = z, X_2 = b]$

Заключение

4 апреля 2013 года в МГТУ имени Н. Э. Баумана с лекцией о Большом взрыве выступал известный физик-теоретик и философ Р. Пенроуз. Он обстоятельно ответил на все вопросы.

Исключение составила просьба прокомментировать «неожиданные результаты и совпадения» [46; 47]:

– совмещение диполей анизотропии микроволнового фона, красного и фиолетового смещения, параметра замедления q_0 и H_0 по оси «Super cluster ↔ Super void + M31» с галактической полярной осью;

- пространственная кривизна астрономической Вселенной $|\Omega_k| < 0,005$;
- вековой дрейф оценок $H_0 = (530 \rightarrow 67) \text{ км}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{Мпк}^{-1}$ и $q_0 = (+2,6) \rightarrow (-1,0)$;
- расхождение оценок параметра Хаббла по данным High-Z SN Search Team $H_0 = 73,23 \pm 1,74 \text{ км}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{Мпк}^{-1}$ для модели (3) и по данным Plank Collaboration для Λ CDM-модели $H_0 = 66,93 \pm 0,62 \text{ км}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{Мпк}^{-1}$ более чем на 3σ .

Сэр Роджер начал было бодро отвечать, но затем остановился. Причину заминки объяснил профессор Ю.С. Владимиров: переводчик не перевел ряд терминов. После более простых пояснений для их перевода сэр Роджер сказал: „I am not authorized to make comments on results of other researchers“⁵.

Дипломатичный ответ Р. Пенроуза, рекомендации В.Б. Брагинского на конференциях в Институте гравитации и космологии РУДН и рекомендации Ю.С. Владимирова на семинаре «Геометрия и физика» кафедры теоретической физики физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова фактически инициировали более тщательное исследование обстоятельств обнаружения «ускорения расширения Вселенной» с точки зрения метрологии. Результатом этого исследования стала серия статей «Шкала космологических расстояний», опубликованных в журнале «Измерительная техника» и в переводах на английский язык издательством Springer в 2014–2022 годах.

При этом по фактам, послужившим причиной дискуссии о тупиковой ситуации в космологии, тестами на неадекватность было показано:

- оценки параметра Хаббла $65,2 \pm 1,3$ и $63,8 \pm 1,3 \text{ [км}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{Мпк}^{-1}]$, полученные в 1998 году группой High-Z SN Search Team, оценкам Plank Collaboration $H_0 = 67,3 \pm 1,2 \text{ км}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{Мпк}^{-1}$ согласно традиционному критерию «нормальной» теории « 3σ » не противоречили;

- изотропная модель 3-го порядка (3), принятая группой А. Рисса вместо использованной в 1998 году модели Фридмана – Робертсона – Уокера с параметром кривизны $\Omega_k = 0$, является для сверхновых SN Ia избыточной;

- статистическая методология HST КР не выявила тренда H_0 .

Формально повод для дискуссии можно было бы считать исчерпанным.

Анализ данных о сверхновых SN Ia, которые в работах 1998–1999 годов использовались для обнаружения «ускорения расширения Вселенной», а в работах 2004–2007 годов были «экстраординарными доказательствами» его существования, тестами на неадекватность по программам «ММК–стат» и «ММК–стат М», дал следующую детализацию «космического толчка»:

- «переходу между замедлением и ускорением при $z \approx 0,73$ » [36] соответствует сочетание разладки и ранговой инверсии $\sim 887,6 \text{ Мпк}$;

- «переходу между двумя эпохами при $z = 0,46 \pm 0,13$ » [48] соответствует сочетание разладки и ранговой инверсии $\sim 1007,5 \text{ Мпк}$ и полоса ранговых инверсий от $1348,9 \text{ Мпк}$ до $4130,4 \text{ Мпк}$;

- «данные вблизи $z = 0,4$ » [49] содержат две разладки ($z = 0,44 \dots 0,48$) с инверсией $3235,9 \text{ Мпк} \rightarrow 2228,4 \text{ Мпк}$ и кусочно-линейную модель с параметрами Хаббла $51,68 \rightarrow 48,01 \rightarrow 42,36 \text{ [км}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{Мпк}^{-1}]$, что в обратном времени действительно соответствует замедлению;

- SN1997ap при $z = 0,83$ [49] находится на $D_L = 3265,8 \text{ Мпк}$, а SN1996cl ($z = 0,828$) – на $D_L = 3801,9 \text{ Мпк}$, поэтому SN1997ap кажется ярче.

⁵ «Я не уполномочен комментировать результаты, полученные другими исследователями».

Главным результатом исследования стало установление факта того, что шкала фотометрических расстояний по красному смещению ни статуса метрической шкалы, ни статуса порядковой шкалы, строго говоря, не имеет:

- красное смещение сверхновых SN Ia представляет собой пространственно-временной 3-мерный тренд 2-го порядка (4) с диполем анизотропии;
- модель пространственно-временного тренда имеет ранговую инверсию, амплитуда которой нарастает мультипликативно до величин ~ 1 Гпк;
- мультипликативное нарушение требований монотонности с ростом красного смещения, видимо, объясняет казусы с оценками параметра Хаббла.

Остается с сожалением добавить, что среди некоторых упомянутых выше космологов встречается ошибочное представление о точности результатов в виде путаницы между среднеквадратическим отклонением выборки и среднеквадратическим отклонением оценки среднего арифметического при использовании метода взвешенных наименьших квадратов. Это завышает оценки точности почти на порядок и приводит к формулировке недостижимых требований. В частности, это относится к требованию повысить точность шкалы космологических расстояний до 1 % [33].

Литература

1. РРТ 507–98 ГСИ. Задачи измерительные. Методы решения. Термины и определения. М.: Госстандарт России, Российский центр испытаний и сертификации. М., 1998. 20 с.
2. Левин С. Ф., Лисенков А. Н., Сенько О. В., Харатьян Е. И. Система метрологического сопровождения измерительных задач «ММК-стат М»: Структурно-параметрическая идентификация математических моделей многомерных зависимостей между физическими величинами. М.: Госстандарт России, Российский центр испытаний и сертификации. М.: Вычислительный Центр РАН, 1998. 38 с.
3. Ленг К. Астрофизические формулы: руководство для физиков и астрофизиков. Ч. 1 / пер. с англ. Ю. К. Земцова, И. Г. Персианцева и В. Е. Чертопруда; под ред. Л. А. Покровского и В. Л. Хохловой. 448 с.
4. Левин С. Ф. Метод максимума компактности и комплексные измерительные задачи // Измерительная техника. 1995. № 7. С. 15–21.
5. Бербидж Дж., Бербидж М. Квазары / пер. с англ. В. И. Слыша и Г. Б. Шоломицкого; под ред. Н. С. Кардашева. М.: Мир, 1969. 240 с.
6. Левин С. Ф. Метрологическая аттестация математических моделей в измерительных задачах гравитации и космологии // Теоретические и экспериментальные проблемы общей теории относительности и гравитации: тезисы докладов X-й РГК. М.: РГО, 1999. С. 245.
7. Karachentsev I. D., Makarov D. I. Galaxy interaction in the Local Volume // Proceedings of IAU Symposium. 1999. No. 186. P. 109.
8. Strittmatter P., Faulkner J., Walmsley M. Evidence for a correlation between the position and redshift of quasars // Nature. 1966. Vol. 212, no. 5069. P. 1441–1442.
9. Wilkinson D. T., Partridge R. B. Large-scale density non-homogeneities in the Universe // Nature. 1967. Vol. 215. P. 719.
10. Kogut A. et al. Dipole Anisotropy in the COBE Differential Microwave Radiometers First-Year Sky Maps // Astrophysical Journal. 1993. Vol. 419. P. 1–6.
11. Cruz M., Cayón L., Martínez-González E., Vielva P., Jin J. The Non-Gaussian Cold spot in the 3-year WMAP data // Astrophysical Journal. 2007. Vol. 655. P. 11–20. URL: arXiv:astro-ph/0603859v2 25 Sep 2006.
12. Jones D. H. et al. The 6dF Galaxy Survey: Final Red shift Release (DR3) and Southern Large-Scale Structures // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. URL: arXiv:0903.5451v1 [astro-ph.CO]. 31 March 2009.

13. *Arp H.* How Non-velocity red shifts in Galaxies Depend on Epoch of Creation // APEIRON, Winter-Spring. 1991. No. 9–10. P. 53–80.
14. *Sandage A.* The redshift-distance relation // *Astrophysical Journal*. 1986. Vol. 307. P. 1–19.
15. *Tully R. B.* Origin of Hubble constant Controversy // *Nature*. 1988. Vol. 334. P. 209–212.
16. *Макаров Д. И.* Движения галактик на малых и больших масштабах: дис. ... канд. физико-математических наук. Нижний Архыз: CAO РАН, 2000. URL: <http://w0.sao.ru/hq/dim/PhD/full/phd.html>.
17. *Riess A.G. et al.* Observational evidence from supernovae for an accelerating universe and a cosmological constant // *Astronomical Journal*. 1998. Vol. 116. P. 1009–1038.
18. *Freedman W. L., Madore B. F., Gibson B. K., et al.* Final Results from the Hubble Space Telescope Key Project to Measure the Hubble Constant // *Astrophysical Journal*. 2001. Vol. 553. P. 47–72.
19. P 50.2.004–2000 ГСИ. Определение характеристик математических моделей зависимостей между физическими величинами при решении измерительных задач. Основные положения.
20. *Schwarz D. J., Weinhorst B.* (An)isotropy of the Hubble diagram: comparing hemispheres // *Astronomy & Astrophysics*. 2007. Vol. 474. P. 717–729.
21. *Hinshaw G. et al.* 5-year Wilkinson microwave anisotropy probe observations: Data processing sky maps and basic results // *Astrophysical Journal Supplements*. 2009. Vol. 180. P. 225–245.
22. *Sollerman J. et al.* First-year Sloan digital sky Survey-II supernova results: constraints on non-standard cosmological models. URL: [arXiv:0908.4276v2](https://arxiv.org/abs/0908.4276v2) [astro-ph.CO] 1 IX 2009.
23. *Freedman W. L., Madore B. F., Scowcroft V. et al.* Carnegie Hubble program: a mid-infrared calibration of the Hubble constant // *Astrophysical Journal*. 2012. Vol. 758. 24 p.
24. Planck Collaboration. Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results // *Astronomy & Astrophysics*. Manuscript Planck Mission 2013. URL: [arXiv: 1303.5062v2](https://arxiv.org/abs/1303.5062v2) [astro-ph.CO] 5 Jun 2014.
25. *Левин С. Ф.* Шкала космологических расстояний. Ч. 2: «Неожиданные» совпадения // *Измерительная техника*. 2014. № 4. С. 7–11.
26. *Riess A. G. et al.* A 2.4% Determination of the Local Value of the Hubble Constant // Preprint *Astrophysical Journal*. URL: [arXiv: 1604.01424v3](https://arxiv.org/abs/1604.01424v3) [astro-ph.CO] 9 Jun 2016.
27. *Beaton R. L., Freedman W. L., Madore B. F. et al.* The Carnegie-Chicago Hubble program. I. An independent approach to the extragalactic distance scale using only population II distance indicators, 22 p. URL: [arXiv:1604.01788v3](https://arxiv.org/abs/1604.01788v3) [astro-ph.CO] 11 Nov 2016.
28. *Visser M.* Jerk, snap, and the cosmological equation of state // *Classical and Quantum Gravity*. 2004. Vol. 21. P. 1–13. URL: [arXiv: gr-qc/0309109v4](https://arxiv.org/abs/gr-qc/0309109v4) 31 Mar 2004.
29. Planck Collaboration. Planck intermediate results. XLVI. Reduction of large-scale systematic effects in HFI polarization maps and estimation of the reionization optical depth // *Astronomy & Astrophysics manuscript*. URL: [arXiv: 1605.02985v2](https://arxiv.org/abs/1605.02985v2) [astro-ph.CO] 26 May 2016.
30. *Alam S. et al.* The clustering of galaxies in the completed SDSS-III Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: cosmological analysis of the DR12 galaxy sample. URL: [arXiv:1607.03155v1](https://arxiv.org/abs/1607.03155v1) [astro-ph.CO] 11 Jul 2016.
31. *Nielsen J., Guffanti A., Sarkar S.* Marginal evidence for cosmic acceleration from Type Ia supernovae // *Scientific Reports*. 2016. URL: [arXiv:1506.01354v3](https://arxiv.org/abs/1506.01354v3) [astro-ph.CO] 17 Oct 2016.
32. *Левин С. Ф.* Шкала космологических расстояний. Часть 6: Статистическая анизотропия красного смещения // *Измерительная техника*. 2017. № 5. С. 3–6.
33. *Freedman W. L.* Cosmology at a Crossroads: Tension with the Hubble Constant // Invited commentary for *Nature Astronomy*, 10 p. URL: [arXiv.org: 1706.02739](https://arxiv.org/abs/1706.02739). 13 Jul 2017.
34. *Migkas K., Reiprich T. H.* Anisotropy of Galaxy cluster X-ray luminosity-temperature relation // *Astronomy & Astrophysics*. 2018. Vol. 611. A50. P. 1–18.

35. *Raveri M., Hu W.* Concordance and Discordance in Cosmology. URL: arXiv:1806.04649v1 [astro-ph.CO] 12.06.2018.
36. *Perlmutter S. et al.* Measurements of Ω and Λ from 42 high-red shift supernovae // *Astrophysical Journal*. 1999. Vol. 517. P. 565–586.
37. *Пружинская М. В.* Сверхновые звезды, гамма-всплески и ускоренное расширение Вселенной: дис. ... канд. физ.-мат. наук. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2014. 149 с.
38. *Левин С. Ф.* Шкала космологических расстояний. Часть 7. Новый казус с постоянной Хаббла и анизотропные модели // *Измерительная техника*. 2018. № 11. С. 15–21.
39. *Heckmann O.* *Theorien der Kosmologie*. Berlin: Springer, 1942. 114 s.
40. *Левин С. Ф.* Оптимальная интерполяционная фильтрация статистических характеристик случайных функций в детерминированной версии метода Монте–Карло и закон красного смещения. М.: АН СССР, НСК, 1980. 56 с.
41. *Хойль Ф.* Проверка космологии наблюдениями // Уилер Дж. Гравитация, нейтрино и Вселенная. М.: ИЛ, 1962. С. 372–400.
42. *Colin J., Mohayaee R., Rameez M., Sarkar S.* Evidence for anisotropy of cosmic acceleration // *Astronomy & Astrophysics*. 2019. Vol. 631. L13. P. 1–6.
43. *Riess A. et al.* Large Magellanic cloud cepheid standards provide a 1% foundation for the determination of the Hubble constant and stronger evidence for physics beyond Λ CDM (Accepted *Astrophysical Journal*, March 26, 2019). URL: arXiv:1903.07603v2 [astro-ph.CO]. 27 Mar 2019.
44. *Migkas K. et al.* Probing cosmic isotropy with a new X-ray galaxy cluster sample through the LX –T scaling relation // *Astronomy & Astrophysics manuscript 2020-04-08*. URL: arXiv:2004.03305v1 [astro-ph.CO]. 7 Apr 2020.
45. *Di Valentino E., Melchiorri A., Silk J.* Planck evidence for a closed Universe and a possible crisis for cosmology // *Nature Astronomy*. 2020. Vol. 4. P. 196–203.
46. *Левин С. Ф.* Шкала космологических расстояний. Часть I. «Неожиданные» результаты // *Измерительная техника*. 2014. № 2. С. 3–8.
47. *Левин С. Ф.* Большой взрыв: философия, статистика и физика // *Метафизика*. 2014. № 3. С. 111–138.
48. *Riess A.G. et al.* Type Ia supernova discoveries at $z > 1$ from the Hubble space telescope: evidence for past deceleration and constraints on dark energy evolution // *Astrophysical Journal*. 2004. Vol. 607. P. 665–687.
49. *Перлмуттер С.* Нобелевская лекция. Стокгольм. 08.12.2011 г. // *Успехи физических наук*. 2013. Т. 183. № 10. С. 1060–1077.

DIPOLE REDSHIFT ANISOTROPY QUASAR AND SN Ia SUPERNOVA

S.F. Levin

*Moscow Institute of Expertise and Testing
31 Nakhimovsky Prospect, Moscow, 117418, Russian Federation*

Abstract. A discrepancy between the Doppler interpretation of the dipole anisotropy of the redshift in the emission spectra of SN Ia supernovae was found, according to which the conclusion was made about the “acceleration of the expansion of the Universe”, the anisotropy of the microwave background (relic) radiation and the redshift of quasars.

Keywords: quasars, SN Ia supernovae, cosmic microwave background radiation, anisotropy

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4-121-129

ФАНТОМНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

А.В. Белинский, В.В. Васильков

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

Аннотация. Описан новый вид формирования оптических изображений, обладающий несомненными преимуществами в определенных приложениях по сравнению с традиционными методами оптики. Использование нелинейно-оптических квантовых процессов позволяет получать жестко коррелированные в пространстве и во времени запутанные фотонные пары в ходе спонтанного параметрического трехфотонного рассеяния и встречного четырехфотонного смешения. Эту корреляцию можно использовать для построения фантомных изображений. Описан также волоконно-оптический вариант формирования фантомных изображений, пригодный для исследования труднодоступных полостей и органов человеческого организма, допускающих введения туда тонкого оптоволоконного жгута.

Ключевые слова: квантовые запутанные состояния, квантовые изображения, оптические системы, фантомные изображения, информационные технологии, квантовые измерения

Введение

Обычная методика построения изображений предполагает наличие оптической системы, направленной на освещенный объект и формирующей дошедшее до нее излучение, как правило, электромагнитное, в удобном для наблюдателя виде. История технической оптики насчитывает уже не одно столетие, вспомним хотя бы Галилея, Ньютона и Левенгука, поэтому, казалось бы, что может быть нового в этом весьма почтенном направлении физики? Но ускоренный и опережающий сам себя научно-технический прогресс даровал нам такие фантастические возможности формирования, обработки и регистрации различных видов излучения, не говоря уже об информационных технологиях, что разработчики систем построения изображений получили как бы второе дыхание. Лазеры и другие квантовые генераторы, матричные детекторы одиночных фотонов радикально преобразили не только лаборатории исследователей, но и аппаратуру обычных пользователей. Разумеется, коснулось это и методов формирования, анализа и обработки изображений. Здесь мы рассмотрим на первый взгляд весьма экзотические возможности построения так называемых фантомных изображений (ghost images),

которые, тем не менее, находят все более живой интерес и широкий круг приложений, обеспечивая явные преимущества по сравнению с традиционными методиками [1].

Квантовые фантомные изображения

Исторически именно они появились первыми среди широкого класса фантомных изображений. Правда, это название пришло гораздо позже, но и сейчас в энциклопедиях и научных статьях часто встречается понятие *двухфотонная оптика*, которое мы приписали подобного рода системам [2]. Почему? Дело в том, что обычные оптические системы не нуждаются в квантовом двухфотонном свете, а могут строить изображения при каком угодно освещении. Но появление параметрического рассеяния света [3] привело к целому ряду новых направлений квантовой оптики за счет гарантированной генерации жестко коррелированных в пространстве и во времени пар фотонов в так называемом квантовом запутанном состоянии.

В процессе параметрического рассеяния света фотоны накачки (p) распадаются на пары сигнальных (s) и холостых (i) фотонов с частотами

$$\omega_p = \omega_s + \omega_i. \quad (1)$$

Помимо этого фактически закона сохранения энергии, должен сохраняться и импульс, следовательно, волновые векторы подчиняться соотношению (рис 1):

$$\vec{k}_p = \vec{k}_s + \vec{k}_i. \quad (2)$$

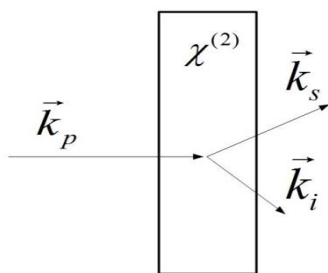


Рис. 1. В прозрачном нелинейном кристалле с квадратичной нелинейностью $\chi^{(2)}$ фотон накачки (p) может распадаться на пару сигнального (s) и холостого (i) фотонов

Кроме того, существует жесткая связь между поляризациями сигнального и холостого фотонов.

Физика процесса такова. В оптических кристаллах с квадратичной нелинейностью возможен процесс распада фотонов накачки на пары фотонов (бифотоны) с меньшей частотой и энергией. В вырожденном по частоте случае их энергия будет вдвое меньше. Соответственно, вдвое меньше будет и их импульс, но импульс – векторная величина, поэтому направления вылета этих фотонов из кристалла будут жестко регламентированы по отношению к

волновому вектору фотонов накачки (рис. 1). В вырожденном по частоте случае угол распространения сигнального фотона с направлением фотона накачки и соответствующий угол холостого фотона равны между собой по абсолютной величине и противоположны по знаку. Это очень напоминает закон отражения за исключением направления распространения одного из фотонов. Как зеркало может строить изображения, так и здесь появляется такая возможность. Но радикальное отличие в том, что освещается объект одним пучком света (например, сигнальным), а регистрация изображения осуществляется в другом (холостом).

Схема может быть такой, как на рис. 2. Коллимированное монохроматическое излучение лазера освещает нелинейный кристалл, в котором генерируются сигнальный и холостой пучки. Сигнальный – освещает частично пропускающий объект исследования, а в холостом с помощью объектива формируется его изображение на матрице детекторов. Одиночный детектор сигнального пучка регистрирует все фотоны, прошедшие через объект, понимается, с учетом квантовой эффективности приемника. При построении изображения учитываются только одновременно зарегистрированные фотоны с помощью схемы совпадений или коррелятора интенсивностей. Восстановление пространственного распределения коэффициента пропускания объекта в современном варианте производится компьютером.

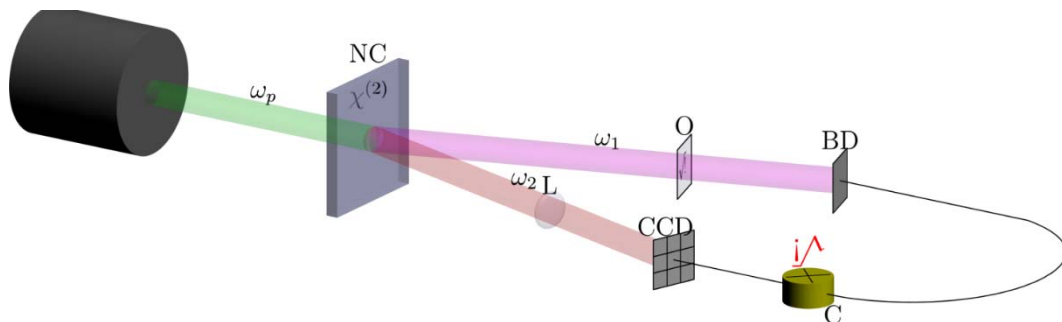


Рис. 2. Схема формирования фантомных изображений:

NC – нелинейный кристалл; ω_p – накачка; ω_1 и ω_2 – пучки запутанных пар фотонов (пучки расходятся вследствие использования неколлинеарного процесса параметрического рассеяния); *O* – объект; *BD* – интегрирующий детектор в объектном канале; *L* – оптический объектив; *CCD* – матрица фотодетекторов в восстанавливающем канале; *C* – коррелятор интенсивностей

Схема, мягко говоря, не очень простая. В чем же смысл и оправдано ли такое радикальное усложнение?

Сам смысл термина двухфотонная оптика говорит о том, что изображение может быть получено только при одновременной регистрации пары фотонов в двух пространственно разделенных каналах. Какие преимущества следуют из этого факта?

Во-первых, исключается практически любая шумовая фоновая засветка, поскольку информативными оказываются только коррелированные во времени одновременно рожденные запутанные фотонные пары. Выигрыш в отношении сигнал/шум может достигать нескольких порядков.

Во-вторых, практически полностью исключены варианты несанкционированной утечки информации в каналах связи. Ведь восстановление изображения возможно только при одновременной обработке сигналов обоих каналов. Любой перехват одного из каналов не даст никакой информации злоумышленнику, поскольку он увидит лишь некоррелированный шум. Защита неприкосновенности информации практически полная, ибо каналы можно изолировать друг от друга весьма тщательно. А работа в режиме счета фотонов, которая предпочтительна и по соображениям максимально щадящего режима деликатного наблюдения легко повреждаемых объектов, дает возможность не только успешной криптографии, но и обнаружения минимальной утечки информации. Ведь если в одном канале число регистрируемых фотонов уменьшилось по сравнению с другим каналом, то, значит, что кто-то к нему подключился и надо переходить на другой вид связи.

Кроме того, использование невырожденного режима спонтанного параметрического рассеяния позволяет облучать объект светом одной спектральной составляющей, а регистрацию вести в другой области спектра. Наряду с режимом счета фотонов это дает возможность максимально бережного исследования биологических объектов и живых тканей. Перспективы использования этого преимущества в медицине мы обсудим в следующем разделе, а пока обратим внимание на возможный информационный выигрыш подобных систем.

Далее описано схемное решение [4], обеспечивающее, с одной стороны, сохранность объекта изучения за счет снижения интенсивности освещения, а с другой – повышение качества изображения. При этом улучшение соотношения сигнал/шум, характерное для фантомных изображений, формируемых схемой совпадений, остается в силе, то есть удастся объединить преимущества фантомных изображений с формированием обычных изображений.

Рассмотрим схему на рис. 3. В объектном канале вместо интегрирующего детектора – матрица фотоприемников, как и в восстанавливаемом канале, на которой строится обыкновенное изображение исследуемого объекта при помощи оптического объектива. Матрица может помещаться также непосредственно за объектом. Итак, в рассматриваемой схеме регистрируется два квантовых изображения: обычное и фантомное. Последующая их компьютерная обработка дает возможность снизить минимально требуемое число фотонов, пронизывающих объект, и повысить качество изображения. Заметим, что предложенная схема отличается и от разностных измерений (см., например, [5]), поскольку, в отличие от них, полученные изображения обрабатываются не вычислением их разности. Это означает, в частности, то, что снимается жесткое условие абсолютной идентичности детекторов в объектном и восстанавливаемом каналах. Кроме того, в силу радикально различных принципов работы этой и разностных схем, отличается и компоновка их оптических систем.

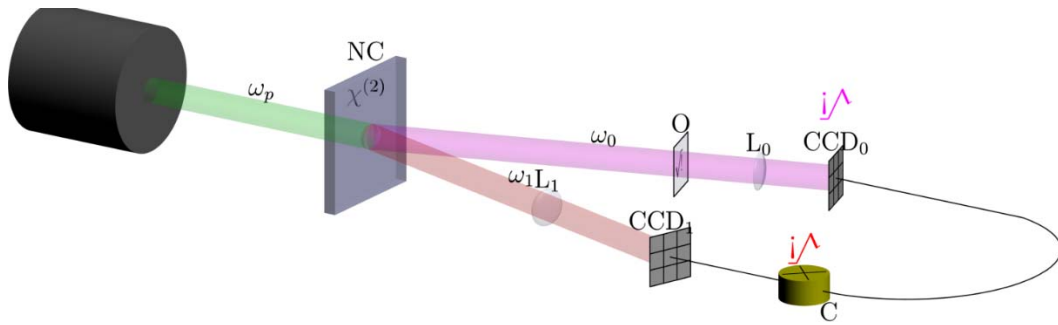


Рис. 3. Схема формирования пары квантовых изображений повышенной информативности: *NC* – нелинейный кристалл; ω_p – накачка;

ω_1 и ω_0 – пучки запутанных пар фотонов (пучки расходятся вследствие использования неколлинеарного процесса); *O* – объект; *L*₀, *L*₁ – оптические объективы; *CCD*₀, *CCD*₁ – матрицы фотодетекторов в объектном и восстанавливающем каналах; *C* – коррелятор интенсивностей

За счет чего достигается выигрыш? Прежде всего, за счет клонирования изображений, полученных различными способами и с разными информационными потерями. Современные компьютерные технологии позволяют использовать эту дополнительную информацию и выделить ее на фоне различных шумов.

Волоконная нелинейная оптика в формировании фантомных изображений

Рассмотрим еще один интересный вариант формирования фантомных изображений с помощью встречного четырехфотонного смешения в нелинейном волоконном жгуте. В отличие от спонтанного трехфотонного параметрического рассеяния, рассмотренного нами выше, четырехфотонный процесс предполагает распад двух фотонов накачки на сигнальный и холостой в среде с кубической нелинейностью, которая может быть изотропной. Причем генерация излучения допускается как в попутном, так и встречном направлениях. В последнем случае и фотоны накачки тоже должны быть встречными. Вырожденный по частоте режим реализуется при одинаковой частоте всех четырех пучков: двух пучков накачки, сигнального и холостого. Возможная геометрия формирования фантомных изображений показана на рис. 4. Такая схема имеет определенные преимущества перед трехфотонными процессами, касающиеся перспектив получения более высокого качества изображений. Но сейчас мы остановимся на волоконно-оптическом варианте, имеющем, как представляется, серьезные преимущества в части медицинских приложений. Дело в том, что волоконный световод можно запустить в желудок, сосуды и другие полые органы для непосредственного наблюдения.

Обычные методики предполагают введение съемочных камер в организм человека. Но размеры камер не всегда приемлемы, особенно в педиатрии в силу небольших размеров детских органов. Волоконные же жгуты могут быть весьма небольшого диаметра, порядка 1 мм, что решает проблему. Принципиально важно применение такого эндоскопа в детской хирургии, особенно

неонатальной хирургии недоношенных новорожденных, поскольку размеры и строение органов недоношенных новорожденных и детей раннего возраста с врожденными патологиями отличаются не только малыми размерами, но и нарушением структуры и анатомической формы.

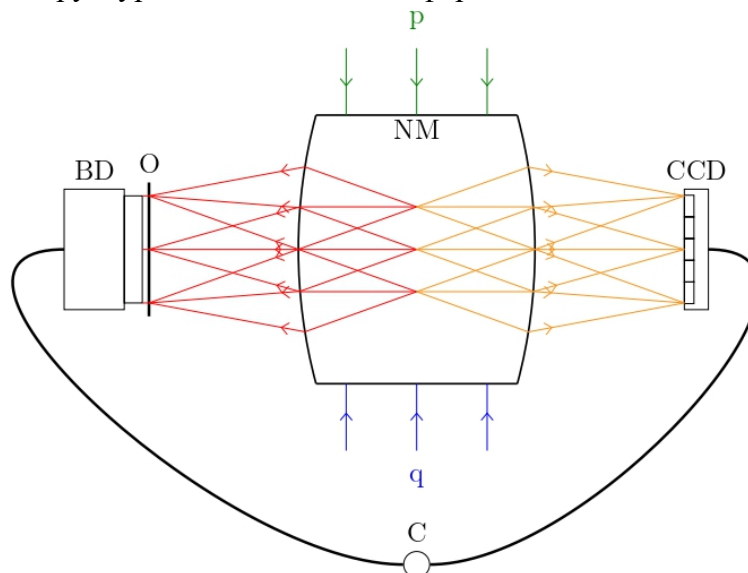


Рис. 4. Схема формирования фантомных изображений в процессе встречного четырехфотонного смешения:

p и q – встречные пучки лазерной накачки в нелинейной среде с кубической нелинейностью NM (в центре). Сигнальный и холостой пучки также направлены навстречу друг другу; O – частично прозрачный исследуемый объект; BD – интегрирующий детектор, не обладающий пространственным разрешением; CCD – матрица фотодетекторов, работающая в режиме счета фотонов, как и CD ; C – схема совпадений, соединенная с компьютером, который и воспроизводит изображение объекта O

Ультратонкие эндоскопы необходимы не только для выполнения диагностических процедур, но и при мониторинге в реальном времени во время оперативного вмешательства. Перспективным представляется так же применение таких систем при эндоваскулярных процедурах, как диагностических, так и хирургических.

Рассмотрим соответствующую схему на рис. 5. Используя жгут волокон, обладающих кубической нелинейностью, задача может быть решена. В середине жгута частично снята оплетка, и он облучается двумя поперечными встречными пучками накачки. Волокна могут быть, например, из плавленого кварца. Поскольку эффективность нелинейного преобразования небольшая, практически все волокна будут одинаково освещены. Требуемая для формирования фантомных изображений пространственная корреляция сигнального и холостого пучков достигается тем, что в обе стороны упорядоченного жгута пойдет всегда одинаковое количество фотонов в силу одновременности рождения сигнального и холостого.

Один торец жгута вплотную соединен с матрицей фотодетекторов, а изображение второго проецируется на исследуемый объект O , фотоны, прошедшие через него, регистрируются интегрирующим детектором BD . Таким

образом конструктивно реализуется алгоритм формирования фантомных изображений, основанный на пространственной корреляции фотонов.

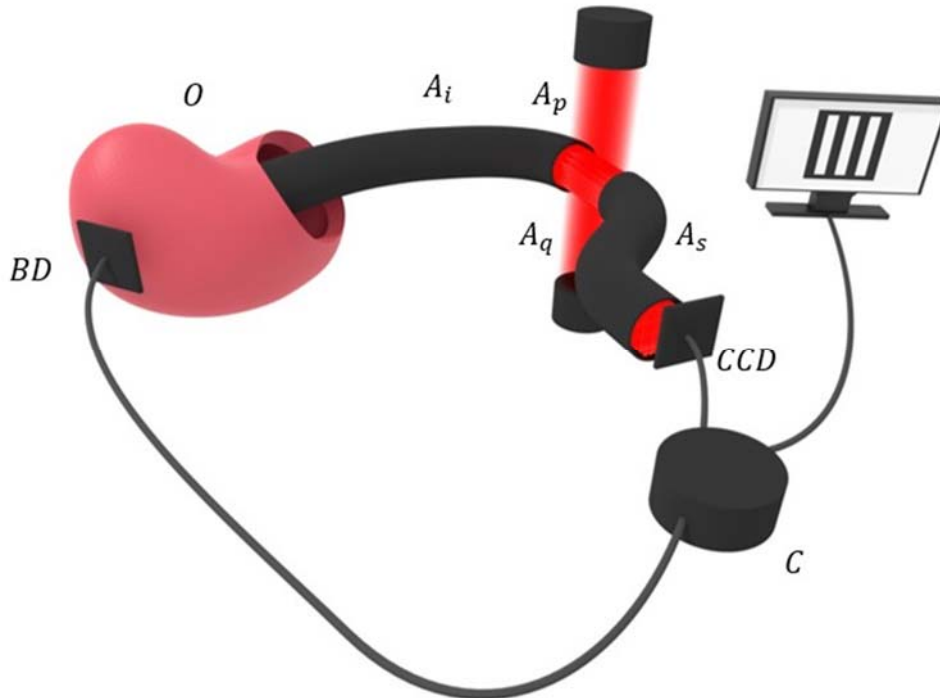


Рис. 5. Схема формирования фантомных изображений с помощью волоконного жгута.

Встречные пучки накачки A_p и A_q пронизывают волоконный жгут в поперечном направлении.

Рождаемые пары фотонов разлетаются в разные стороны. В сигнальном плече A_s они регистрируются матрицей фотодетекторов CCD , а в холостом A_i – освещают объект O .

При необходимости можно использовать оптический объектив на конце жгута либо просто подвести жгут вплотную к исследуемому объекту. Интегрирующий однопиксельный детектор BD регистрирует прошедшее через объект излучение.

Сигналы с детекторов и корреляционной схемы (схемы совпадений) поступают в компьютер для последующей обработки и формирования цифрового изображения

Каковы преимущества этой схемы? Качество формируемых ею изображений принципиально ограничено только размером пикселя, то есть диаметром волокна и соответствующим размером фотодетекторов в матрице CCD . Оба торца световода всегда дают идентичное освещение как объекта, так и матрицы фотодетекторов CCD . Все это делает предложенную схему весьма привлекательной.

Основное принципиальное отличие этой схемы от рассмотренных выше в том, что там использовалась угловая пространственная корреляция запутанных пар фотонов, то есть направлений их распространения, что напоминало аналогию с зеркальным отражением. В данном же случае пространственная корреляция осуществляется в координатном пространстве: запутанные пары фотонов появляются одновременно в одном волокне и распространяются в противоположные стороны. Следовательно, упорядоченная структура волоконного жгута дает идентичные «вспышки» на обоих его торцах.

Как указывалось выше, волоконный жгут можно пропустить в труднодоступные для прямого наблюдения полости, например внутренние органы человека. А интегрирующий детектор может находиться снаружи, так как мягкие ткани частично прозрачны для красного излучения гелий-неонового лазера, например. Преимущества фантомных изображений, заключающиеся в щадящем режиме наблюдения, при этом осуществляются в полной мере.

Заключение

Рассмотренные, казалось бы, весьма экзотические способы формирования изображений, тем не менее, привлекают интерес исследователей не только из-за необычных оригинальных вариантов их реализации, но и в силу их незаменимости в некоторых приложениях. Щадящий режим облучения объектов, переход в различные области спектра, повышенная помехозащищенность, предельная конфиденциальность передачи информации – вот далеко не полный перечень преимуществ фантомных изображений.

Но более всего хотелось бы обратить внимание на несомненные перспективы встречного четырехфотонного смещения в оптоволоконном варианте. Здесь преимущества фантомных изображений могут реализоваться в полном объеме, гарантируя как щадящий режим наблюдения исследуемых объектов, так и потенциальную возможность проникновения в труднодоступные для прямого наблюдения полости.

Литература

1. Квантовое изображение / под ред. М. И. Колобова (ориг.), А. С. Чиркина (перев.). М.: Физматлит, 2009. 328 с.
2. *Белинский А. В., Клышко Д. Н.* Двухфотонная оптика: дифракция, голография, преобразование двумерных сигналов. ЖЭТФ. 1994. Т. 105. Вып. 3. С. 487–493. [*Belinskii A. V., Klyshko D. N.* JETP. 1994. Vol. 78. P. 259.]
3. *Клышко Д. Н.* Фотоны и нелинейная оптика. М.: Наука, 1980. 254 с.
4. *Балакин Д. А., Белинский А. В.* О возможности существенного повышения качества квантового фантомного изображения за счет регистрации дополнительного изображения в объектном канале // Квант. электрон. 2019. Т. 49, № 10. С. 967–973.
5. *Treps N., Delaubert V., Maître A. et al.* Quantum noise in multipixel image processing // Phys. Rev. A. 2005. Vol. 71 (1). P. 013820.

Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 21-12-00155).

GHOST IMAGES

A.V. Belinsky, V.V. Vasilkov

*Faculty of Physics, Lomonosov Moscow State University
1, build. 2, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation*

Abstract. A new type of optical imaging is described, which has undoubted advantages in certain applications in comparison with traditional optical methods. The use of nonlinear optical quantum processes makes it possible to obtain entangled photon pairs rigidly correlated in space and time in the course of spontaneous parametric three-photon scattering and counter-propagating four-photon mixing. This correlation can be used to construct ghost images. A fiber-optic version of the formation of phantom images is also described, which is suitable for the study of hard-to-reach cavities and organs of the human body, which allow the introduction of a thin fiber-optic bundle.

Keywords: quantum entangled states, quantum images, optical systems, ghost images, information technology, quantum measurements

НА ГРАНИ ФИЗИКИ И БИОЛОГИИ

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4-130-143

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОЗНАНИЯ В КОНТЕКСТЕ КВАНТОВОЙ ИНФОРМАТИКИ

В.Н. Князев^{1*}, Г.В. Паршикова^{2}**

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

² *Брянский государственный технический университет
Российская Федерация, 241035, Брянск, бульвар 50-летия Октября, д. 7*

Аннотация. В статье рассматривается взаимоотношение представлений о квантово-физических основаниях функционирования сознания с квантовой информатикой. Дискуссионным остается фундаментальный вопрос о природе сознания как уникального феномена, характеризующегося саморазвитием, адаптивными функциями, нелинейностью и открытостью. Современные исследования так называемой «квантовой концепции сознания» выявляют перспективу для последующих открытий новых, неразгаданных закономерностей. На стыке квантовой механики, психофизики и нейробиологии ныне формируется и динамически развивается междисциплинарная область знаний. Осмысление разработанных в ее рамках методик и формализмов в применении к онтологическому аспекту сущностной природы сознания выбрано в качестве предмета исследования в данной работе. Универсальные законы квантовой механики, концепции квантовой запутанности и нелокальности волновой функции являются важными инструментами для осмысления роли сознания наблюдателя на квантово-молекулярном уровне (наноуровне) функционирования сознания. В статье показано, что принципы квантовой обработки данных имеют определенное превосходство над традиционными методами обработки информации и могут стать значимым аналогом при разработке квантовой концепции сознания. Выявлены характерные процессы «работы» сознания, которые невозможно постичь без обращения к энтропийным процессам и квантовым скачкам в точках бифуркации, влекущих за собой стохастический выбор, то есть генерацию информации. Гипотеза квантовой концепции сознания рассматривается в соотнесенности с макроскопической природой сознания, его синергетической сложностью. Главный вывод связан с

* E-mail: kvn951@inbox.ru

** E-mail: parshikovagalina@yandex.ru

представлением о том, что современное осмысление сознания претерпевает множество изменений вследствие широкого внедрения новых знаний в сфере информатики, квантовой физики, нейробиологии.

Ключевые слова: квантовая информатика, квантовая концепция сознания, кубиты, «квантовая сцепленность», взаимосвязь макроскопического и квантово-молекулярного уровней сознания, синергетика мозга

Введение

В последнее время исследования на стыке квантовой физики, биотехнологий и нейронауки перешли от этапа разработки гипотетических теоретических концепций к этапу постановки опытов и осмысления их результатов. Их интерпретация в аспекте философского осмысления может дать существенный прогресс в понимании природы сознания. Более того, в процессе реализации программы квантового компьютера все чаще инициируются вопросы о квантовых основаниях человеческого познания (Quantumcognition) [1; 2]. Мы исходим из того, что сама «тайна сознания» должна быть раскрыта как на макроскопическом, так и на квантово-молекулярном уровнях. Вполне вероятно, что с помощью квантовой теории можно выявить определенный аспект функционирования мозга в нейронах на микроуровне и приблизиться к разгадке тайны сознания. Ведь ныне «нам не известна логика, согласно которой активность и функционирование нейронов мозга трансформируется в наши мысли и действия» [3. Р. 1110.] Мы прекрасно осознаем, насколько сложно прояснить специфику взаимодействия макроскопического и квантово-молекулярного уровней процессов, происходящих в нейронах коры головного мозга, их аксонах и дендритах. Фактически здесь идет речь о передаче и трансформациях информации. При этом следует учесть, что в последние несколько десятилетий информацию стали рассматривать не только на классическом, но и на квантовом уровне, что привело, с одной стороны, к определенным трудностям в ее осмыслении, с другой стороны, к обновленному представлению о реальности и развитию концепции квантовой информации [4. Р. 18; 5; 6].

Квантовая информация – информация – сознание

Как трансформируются представления об объектах в процессе получения квантовой информации? Вначале напомним, чем отличается квантовый объект от классического. Квантовый объект изначально статистический, и его поведение характеризуется вероятностным стилем описания. При этом используется понятие квантового состояния. В самом общем плане состояния объектов квантового мира обладают свойствами: суперпозиции, интерференции, «сцепленности», неклонированности. Так, когда говорят, что под некоторым состоянием микрообъекта понимают представленную к теоретическому рассмотрению волновую функцию, которая содержит информацию о возможных результатах измерений над этим объектом и дает статистическую

информацию в корреляции с теми или иными квантово-механическими измерениями. Суперпозиционные состояния необходимо отличать от смеси состояний, которые ведут к сцепленности. Сцепленные состояния помогают описывать совокупную систему, образованную из нескольких пространственно разделенных, делокализованных микрочастиц. Идеи сплетенности, несепарабельности, неотделенности и неклонированности квантовых состояний весьма коррелируют с идеей Д. Бома и Б. Хили о скрытом порядке как неразделенном на осмысленные компоненты, не данном наблюдателю в виде определенной картины; этот порядок не проявлен в деталях, а лишь разворачивается в познании в осмысленной логике субъекта [7. Р. 226]. Согласно концепции, которую разрабатывал М.Б. Менский, сознание «является общей частью психологии и квантовой физики. Появляется возможность взглянуть на этот предмет, сознание, с двух сторон, из различных по своему характеру сфер знания: со стороны физики и со стороны психологии. Разумеется, при этом мы видим этот предмет по-разному и разные черты этого предмета оказываются важными» [8. С. 214].

Квантовая концепция сознания как теоретическая гипотеза

Современные исследования в рамках гипотезы квантовой концепции сознания позволяют утверждать, что в них развиваются по крайней мере два явно выраженных подхода, связанные соответственно с концепциями Пенроуза – Хамероффа и Менского [9. С. 406; 10. С. 54; 11. С. 224, 12. С. 330].

Оба эти подхода стремятся сконструировать квантовое понимание сознания, однако существенно разными средствами. В самом деле, Менский совершенно четко пишет: «Несмотря на общность цели, подходы к построению квантовой теории сознания, предложенные Пенроузом и в наших работах, существенно различаются как по методам построения, так и по окончательным выводам.

В теории, к которой склоняется Пенроуз, существенную роль играет редукция состояния квантовой системы (коллапс волновой функции). Согласно Пенроузу, «редукция состояния в мозге происходит спонтанно, и последовательность редукций вызывает состояние ума, которое называется сознанием» [10. С. 48]. Взгляды самого Менского привели его к разработке так называемой «расширенной концепции Эверетта», в которой «мозг в такой теории не порождает сознание, а играет роль интерфейса между сознанием и телом» [10. С. 52]. Мы не являемся последовательными сторонниками того или другого подходов, но, уважительно относясь к этим концепциям, убежденно считаем их заслуживающими внимания со стороны исследователей трудной проблемы сознания. В данной статье наш интерес к гипотезе «квантовой природы сознания» выражается сквозь призму представлений о квантовой информации.

С нашей точки зрения, квантовый анализ данных играет принципиальную функциональную роль в работе сознания, а именно мозговые процессы подвержены воздействиям квантовых суперпозиций, обладающих большой

мощностью в клетках мозга. Иначе говоря, в мозге на микроуровне происходят квантовые процессы, обеспечивающие трансформацию и хранение информации в кубитах (квантовых битах – англ. qubit, как сокращение quantumbit), что, возможно, способствует хранению и генерированию с одного квантового регистра (набора кубитов) больше данных, чем посредством классического бинарного бита. «Группы кубитов могут быть необычным образом коррелированы между собой, в отличие от классических бит. Эта корреляция обуславливает сложные взаимодействия между различными объектами, ее используют для обработки квантовой информации. Чем сильнее „сцеплены“ квантовые объекты, тем проще их использовать для обработки информации» [13. С. 29].

Кубиты, в отличие от бита, принимающего значение либо 0, либо 1, потенциально включают в себя любое значение от 0 до 1, но при этом могут находиться и в состоянии суперпозиции. Малейшее изменение состояний кубита повлечет за собой его переход в одно из своих собственных состояний. Квантовая связанность и запутанность привели к тому, что при модификации одного или нескольких кубитов остальные перестраиваются согласованно с ним [14. С. 704]. Кубиты находятся в постоянном квантовом взаимодействии, происходящем параллельно друг другу. Поэтому квантовые вычисления позволяют решать совершенно другой класс задач, чем традиционные вычисления, задачи моделирования сознания, мозговых процессов, восприятия и распознавания образов и др. Хотя современные традиционные суперкомпьютерные вычислительные системы обладают значимыми ресурсами по производительности и хранению данных, они не достигли еще существенных результатов в задачах моделирования сознания. В этой связи М.Б. Менский пишет: «Странный квантовый мир успешно изучается уже много десятилетий. Но те аспекты этой науки, которые связаны со специфическим пониманием реальности, сравнительно недавно стали актуальными и даже привели к качественно новым приложениям – квантовой криптографии, квантовой телепортации, квантовым компьютерам. Не поможет ли специфика квантовой реальности понять феномен сознания?» [8. С. 283].

Разумеется, мы исходим из того, что использование и экстраполяция понятия кубита из области квантовой информатики в область квантовой концепции сознания носят гипотетический характер. Массив кубитов содержит существенный пласт знаний о процессах в живых системах с точки зрения квантовой механики, что не исключает возможности ее применения в качестве теоретической основы для описания значительной части процессов функционирования мозга и сознания. Скажем, у биофизиков уже давно вызывает интерес феномен птицы малиновки в отношении ее способности выбирать направление при сезонных перелетах, ориентируясь по магнитному полю при помощи квантовых эффектов [15. Р. 106]. Устройства, встроенные в их глаза (специальные оптические клетки, криптохромы), идентифицируют направление магнитного поля Земли посредством квантово-механического эффекта «квантового связывания», при котором пространственно разъединённая пара электронов (или других элементарных частиц) все же может иметь влияние

друг на друга (квантовые корреляции). При этом малиновка откликается на незначительные изменения магнитного поля, которые могли бы быть запечатлены при сохранении электронов в запутанном состоянии в течение совсем незначительного времени. В глазах малиновки есть устройство, которое фиксирует изменения магнитного поля лучше, чем подавляющее большинство актуальных на сегодняшний день устройств.

Способность птицы малиновки выбирать направление не единственные иллюстрации квантовых эффектов в природе, свидетельствующих о соотносительности и взаимозависимости макроскопического и квантово-молекулярного уровней психической и физиологической жизни. При наблюдении за ходом некоторых реакций, ускоренных ферментами, протоны согласно квантово-механическому эффекту двигаются от одной молекулы к другой, демонстрируя способность пройти (осуществить «туннельный» переход) через энергетический барьер тогда, когда этот барьер выше полной энергии частицы.

Другим примером может служить следующее: при отслеживании распространения запаха появилась гипотеза, что это не что иное, как сензитивность к молекулярным вибрациям при процессе туннелирования электрона между молекулой, несущей аромат, и обонятельным рецептором [16. Р. 5].

Развитие приложений квантовой теории привело к становлению инновационного направления – квантовой биологии [17]. Речь идет о концепции, которая подкрепляется пестрым спектром научных направлений: нейробиологией, квантовой химией и даже атомной физикой. Появилась возможность проверить предположение о наличии в мозге квантовых вычислений. При обращении к фактам – компьютер и мозг имеют сходный (но не тождественный) принцип работы, так как оба подвергают обработке полученную информацию, могут ее сохранять в базе данных или базе знаний (памяти), создают семантические сети, ассоциативные связи, работают с фреймовыми структурами и принимают решения, а также имеют дело с интерфейсами ввода и вывода [18. С. 12]. Этими интерфейсами выступают инструменты восприятия, сенсоры, осязание, обоняние, органы чувств, а также органы речи и пальцы, посредством которых происходит коммуникация как устная, так и письменная как с людьми, так и с компьютерами.

Как уже отмечалось, в основе квантовой концепции информации лежит феномен «суперпозиции». Кубиты воздействуют друг на друга, даже не будучи эксплицитно сопряженными – посредством «квантовой сцепленности». Подобно ассоциативным связям в сознании человека, алгоритм фиксирует состояние памяти в суперпозиции, а затем обращается к квантовому поиску, для экстрагирования (от лат. *extraho* – вытягиваю, извлекаю) необходимого состояния из области памяти, наиболее схожие с заданным входом. Ассоциативный процесс обуславливается связями по смежности в пространстве и во времени между приобретенной субъектом информацией и накопленным субъективным опытом.

Специфические свойства кубитов дают возможность квантовым компьютерам наращивать производительность до коэффициентов, совершенно

недостижимых для классических компьютеров [19. Р.100]. Структура искусственной нейронной сети работает по принципу биологической, а благодаря подобному строению машина обретает способность анализировать и запоминать различную информацию и тем самым подобные нейронные сети способны осуществлять чрезвычайно сложные вычисления. Экспликация принципов квантовой информации на нейросети позволит решать сверхпроизводительные задачи и создавать код для машинного обучения, оказывающийся превалирующим по продуктивности, чем любой сформированный человеком. Ныне формируется направление, в котором алгоритмы автономно компилируют другие алгоритмы, наиболее соответствующие поставленной задаче. Принципы квантовой обработки данных обладают существенным потенциалом: в результате в будущем ожидается значительный рост производительности вычислений. В ее основе лежат не традиционные идеи булевой алгебры логики, а принципы дискурсивных представлений, разработанные в исследованиях по квантовой механике. Они вполне гарантируют достижение вычислительной мощности, которая будет превосходить современные классические вычислительные устройства, построенные по традиционной схеме.

Концепция, которую разрабатывают Пенроуз и Хамерофф [9] основана на представлении о дискретном характере процессов, связанных с трансформациями в комплексе белковых молекул (так называемые *тубулины*) в микротрубочках нейронов головного мозга в виде взаимосвязи и дополнительной друг другу квантовых процессов когеренции и «объективной» декогеренции. В этой связи А.К. Гуц пишет: «Тубулины – это молекулы-димеры, то есть они могут существовать по крайней мере в двух пространственных конфигурациях (конформациях). Для того, чтобы произошло «переключение» из одной конформации в другую, достаточно, чтобы единственный электрон «переехал с места на место»... Две конфигурации тубулина представляют два чистых квантовых состояния тубулина. Они образуют квантовый кубит, представляющий квантовое состояние тубулина.

Предполагается, что в микротрубочках какое-то число тубулинов может образовать большие *когерентные квантовые суперпозиции*, или квантовую когерентность» [20. С. 170-171]. Разумеется, подобные гипотезы не являются строгим доказательством справедливости квантовой концепции сознания, но как теоретическое предположение такого рода нанопроцессы в микротрубочках нейронов коры головного мозга с позиций современной науки нельзя отбрасывать с порога. Это, в частности, подчеркивает в своих рассуждениях Р. Курцвейл: «Пенроуз нашел в нейронах подходящий элемент для осуществления квантовых вычислений – те самые микротрубочки, в которых, по мнению Хамероффа, происходит обработка информации. Таким образом, тезис Хамероффа – Пенроуза заключается в том, что микротрубочки нейронов совершают квантовые вычисления, что и является основой сознания» [21. С. 239]. Мы солидарны с представленной точкой зрения в том отношении, что «моментом сознания» (Гуц), квантовым истоком сознания (протосознания) вполне можно считать то, что происходит в микротрубочках

посредством трансформаций квантовых состояний тубулина. Хотя, разумеется, подлинная природа сознания нам ныне известна как феномен макромира.

Соотнесенность квантовых и макроскопических проявлений сознания

В настоящее время все более разворачиваются аргументы, обосновывающие представление, что квантовую теорию возможно применять для построения гипотезы квантового функционирования сознания, то есть часть процессов, происходящих в мозге, а тем самым и работу сознания, можно в определенной мере описывать посредством квантово-механических понятий. Своеобразную попытку сближения представлений о сознании с интерпретацией квантовой механики Х. Эвереттом осуществил один из признанных современных лидеров исследования сознания Д. Чалмерс, реализуя собственную интерпретацию психофизической проблемы [22. С. 20]. При профессиональной разработке и обосновании своей личностной концепции «трудной проблемы сознания» он все же в самом конце книги откровенно признается: «В этой работе я отстаивал ряд контринтуитивных концепций. Долгое время я сопротивлялся дуализму сознания и тела, но теперь я одобряю его, и не только в качестве единственной позиции, которую можно защитить, но и удовлетворительной самой по себе... Я также рассуждал о возможности панпсихизма. Подобно дуализму сознания и тела, он поначалу контринтуитивен, но эта контринтуитивность исчезает со временем. Я не уверен, истинна или нет эта концепция, но она по крайней мере интеллектуально привлекательна, а если поразмыслить над ней, то и не столь безумна, чтобы с ней нельзя было согласиться» [22. С. 442].

Ныне остаются вопросы, на которые невозможно ответить, погружаясь в сложные формулы и эксперименты, например, подобные тому, как наш сознательный разум может различать цвета. Выглядит ли красный абсолютно таким же красным для других? Или мы видим единственный в своем роде цвет, содержащийся только в конкретном мироздании, без возможности полностью передать качественную составляющую и ментальные содержания сознания. Смотря на красные маки, каждый воспримет свой красный цвет, ставший доминирующей смысловой компонентой, на которую будут обращать внимание в связи с общим контекстом, когда-то сформировавшимся в сознании, как акт «переживания красного» [23. С. 23], но вряд ли сможет передать прочувствованное, а технические науки, физика, информационные технологии не обладают даже сегодня возможностью это адекватно описать.

Мышление исходно базируется на чувственном освоении действительности, ощущении и рецепции, но даже на высшем уровне развития не разрывает связи с ней, что в сознании человека реализуется в целостности и осмысленности. Речь идет о непрозрачности мышления для самого себя. Любая остановка в функционировании сознания, концентрация на определенном объ-

екте, обнаружение какого-то объекта, вещи, смысла или явления подразумевает, что она не может быть понята, прочувствована «извне». Согласно В.В. Васильеву, «...сознание предполагает наличие Я и сознаваемого предмета, который дается в том или ином ментальном акте» [24. С. 192].

Происходит не механическое отображение реальности и субъективного опыта, а создание ментальных конструктов и качественных состояний сознания из полученной информации. Не существует единой достоверно подлинной истины – есть только субъективное отображение действительности через призму чувств, эмоций, личностного восприятия, имеющихся убеждений конкретного человека. При этом чувственные очевидности не безусловно достоверны, поскольку не являются единственно воспринимаемыми и интерпретируемыми. Таким образом, квинтэссенция доподлинности состоит в том, что она складывается после процедуры верификации, и тогда выявляется, истинна ли она или нет.

Познавая действительность, человек имеет свое личностное отношение к окружающему миру, предметам, объектам и субъектам, к себе самому как к личности. Любовь, восторг, тоска, сожаление, печаль, экзальтация, ярость, стыд и др., – все это различные виды субъективного отношения индивида к действительности.

Макрособытие изначально модально окрашено, то есть трансформирует взаимоотношение сознания и мира. Событие имеет дело с наличествующим и постоянным, с бытием и может выступать только как дополнение бытия или в дополнение к бытию. Мозг проявляет сложную активность, которая обнаруживается либо в виде движения, речи и т. д., либо на молекулярном уровне в прямой диагностике электрохимических процессов.

Индивид в процессе жизнедеятельности активно взаимодействует с другими индивидами, социальными группами и элементами социальной структуры общества, и в процессе этой интеракции создается ментальное отражение накопленного опыта. Ментальные репрезентации, воспоминания, эмоции, качественные состояния, составляющие суть субъективных феноменов (памяти, мышления, эмоций и фантазий), отражают совершившееся, оказавшее влияние на сознание. При этом любой прочувствованный, накопленный опыт сознания содержит копию в формате своего материального «близнеца», редукции квантового состояния, обращаясь к которой можно говорить о «нейронном корреляте» сознательного опыта [25. С. 1330].

Говоря о ментальных состояниях, «...неинтенциональных, таких, как некоторые удовольствия, или интенциональных, вроде пропозициональных установок – убеждений, желаний и т.п. ...непросто отрицать, что каждое из подобных состояний имеет специфическую качественную сторону (поэтому их часто так и называют – qualia, то есть «качества»), которую сложно свести к функциональным параметрам и которая очевидно отлична от данности нейронных процессов» [26. С. 33]. Реальной возможности смоделировать мозг в его полноте функций не представляется возможным, несмотря на то, что происходит постоянное совершенствование программного обеспечения и развитие технических средств. Отсутствует возможность детально описать

сознание как некоторую функциональную сущность, а также мысль как результат работы сознания. Попытка разгадки феномена сознания – это сложный вопрос, что зачастую вызывает концептуальные проблемы. Современная наука уже ведет нас по пути объяснения природы сознания и являет нейронные корреляты отдельных форм содержания сознания. Квантово-физической основой сознания, согласно Р. Пенроузу, являются события объективной редукции, при ее функционировании идет проявление «протосознания», то есть компонентов сознания, которые появляются с каждым коллапсом волновой функции. Происходит явление самонаблюдения материи, выделение любого дискретного изменения своих состояний [27. С. 283]. В другой работе Пенроуз пишет: «Мне кажется, что сознание тоже представляет собой нечто глобальное, и любой физический процесс, ответственный за сознание, должен носить существенно обобщенный характер. Квантовая когерентность, очевидно, удовлетворяет всем требованиям в этом отношении. Для осуществления крупномасштабной квантовой когерентности необходима высокая степень изоляции, которая обеспечивается стенками микротрубок» [28. С. 132.]. В этих микротрубках локально происходят квантово-химические пересылки электромагнитных сигналов от одного нейрона к другому посредством синаптических щелей, обеспечивая нейропередачу. Согласно результатам исследований, установлено каузальное влияние человеческого сознания на функционирование синапсов в головном мозге посредством квантового туннелирования неидентифицированных квазичастиц, которые запускают экзоцитоз синаптических пузырьков, тем самым иницируя передачу информации от пресинаптического нейрона к постсинаптическому нейрону [29. Р. 16–29].

Безусловно, квантовая теория не способна полностью описать работу сознания. Следует признать важность квантовых корреляций, являющихся несепарабельными, нелокальными, в которых при изменении одной части системы корреляционно происходят изменения и в других ее частях, даже разбросанных на крайне больших расстояниях. В отношении разума, мышления и сознания информация сохраняет целостность и структурную идентичность. Базисное квантовое состояние сознания как бы «просматривает», «перелистывает» все свои внутренние состояния в одном и том же порядке. Каждый квантовый процесс в скрытом времени является повторяющимся, «зарегистрированным» в базе знаний и ожидает «обрастания» все новыми смыслами, идеями и творческими актами. Существующее состояние сознания активизирует, стимулирует процесс, в котором «наблюдатель не только наблюдает и осознает, что проходит через ум и тело, но и является творческим источником этого» [11. С. 3].

Макроскопический эффект реализации квантовых состояний сознания осуществляется в интеграционной деятельности отделов коры головного мозга, приводящей в созидательное порождение традиционных феноменов сознания. Подобное состояние адаптации и процессы самообучения приводят к интеграции особых состояний сознания, что обуславливает дифференцированное понимание основополагающей структурной сопряженности, сораз-

мерности, всеобщей связанности и цикличности. Все подобные характеристики разноаспектной деятельности сознания изучаются ныне комплексом нейронаучных дисциплин. В этой связи В.А. Бажанов пишет: «Бурное развитие за последние десятилетия нейронауки, появление культурной и социальной нейронауки, а также таких ее разделов, как нейроэкономика, нейросоциология, нейроэтика, нейрополитология, нейротеология и т.п., раскрывают новые грани процессов абстрагирования и формирования абстракций и ставят задачи в контексте такой уже забрезжившей на горизонте философских наук дисциплины, как нейроэпистемология» [30. С. 8].

Перечисленные ранее характеристики дают возможность описать более сложную многопараметрическую структуру, чем двоичная система, которая сформулирована в терминах классических моделей и использует параметры линейной причинно-следственной связи. Сетевая организация информационных и технических систем является обязательным условием их функционирования и эволюционного развития в процессах усложнения и регенерации. Сама возможность усложнения сетевых структур говорит о проявлении рекурсивных взаимодействий между элементами в ее составе.

Сложность сознания и синергетика

Общепризнано, что сущностная природа сознания настолько сложна, что ее подлинный статус сохраняет сакральность. При всех современных достижениях в психологии, нейронауках и самой философии собственно «механизм» порождения мысли все еще не удается явно прояснить. Сознание, предсознание и бессознательное в своей целостности и взаимосвязи проявляет полноту психической жизни человека. В.В. Налимов характеризует работу сознания как сложный процесс спонтанной процессуальности. Он пишет: «Сложность – в широком философском понимании... может трактоваться как сознание или хотя бы как слабая форма его проявления, которая может быть названа квазисознанием... Сознание – это наиболее знакомая нам самоорганизующаяся система. Эта система служит для нас образцом, задающим образ самоорганизации» [31. С. 240].

Современные исследования в области искусственного интеллекта лишь своеобразно моделируют сложную интеллектуальную деятельность человека. В.И. Аршинов подчеркивает: «Понятие „сложность“ естественным образом присуще синергетике, сложностное мышление – ее основной атрибут...». И несколько ниже: «Для Хакена синергетика имеет дело со сложностью, конкретно встречаясь с проблемой познания мозга. Он пишет: „Мозг – необычайно сложная система и, как я упомянул в начале, эта система многогранна“. И далее: „Проблема, которую я совсем не обсуждаю – рост и развитие мозга“. И наконец, еще одна „проблема, которую я умышленно обошел молчанием, – сознание“» [32. С. 73.]. Хакен в своей книге «Принципы работы человеческого мозга» действительно проанализировал деятельность мозга в аспекте синергетических процессов в нем.

Двигаясь в этом направлении, В.И. Аршинов подчеркивает, что необходимо шаг за шагом подойти «к осмыслению того, что я называю синергетикой сложности. Необходим постнеклассический междисциплинарный (или даже трансдисциплинарный) подход по всему фронту исследований многоуровневой проблемы „сознание – мозг – материя“. Этот подход уже успешно развивается, и есть все основания полагать, что он будет в самые ближайшие годы активно востребован и стимулирован исследованиями и разработками в области так называемых конвергирующих технологий. Я имею в виду синергичную конвергенцию нано-, био-, информационных технологий, когнитивных и социогуманитарных наук» [32. С. 78].

Сознание субъекта на макроуровне реализует диалектику объективного и субъективного, включая сочетания множества факторов. Сознание человека появляется в результате упорядочивания элементов различных уровней в системе синергетических процессов. В результате наблюдается качественный переход целостной системы из одного состояния в другое, процессы формирования порядка из хаоса: «Новый порядок и динамическая структура формируется благодаря наличию флуктуаций, которые в свою очередь зависят от степени неравновесности системы и интенсивности обмена веществом, энергией и информацией с окружающей средой. Следует подчеркнуть, что там, где царит равновесие, однородность, покой, нет места подлинному развитию» [33. С. 147].

С точки зрения субъекта, наблюдающего за системой на макроуровне, элементы нижележащих микроуровней будут находиться в состоянии хаотических флуктуаций. Однако хаос микроуровня в соответствии с синергетическими законами будет детерминироваться для наблюдателя на более высоких уровнях в порядок. При этом параметры системы на макроуровне будут оставаться постоянными и фиксированными, так как их трансформация представляет собой длительный процесс [34. С. 304]. По словам В.И. Аршинова и Я.И. Свирского: «Квантовая механика, по существу, является как бы двухслойной. Она работает с границей между микро- и макрореалиями... И на такой границе означенного и неозначенного, текста и контекста, знака и его окружения, фигуры и фона, осознанного и неосознанного, сознания и подсознания живет наблюдатель» [35. С. 78–79].

Объектами современного исследования актуальных междисциплинарных работ все чаще становятся уникальные системы, характеризующиеся саморазвитием, адаптивными функциями, открытостью и нелинейностью. При помощи рефлексии исследователь, подобно целостной системе, порождает самовоспроизведение, концентрирует внимание на себе и на своём сознании, идентифицирует свое Я, определяя границы и выделяя себя из толпы, пытаясь оградиться от пустого обобщения, универсализации и субъективности. Смоделировать сознание невозможно посредством линейного подхода, необходимо осуществлять его изучение путем сохранения всей полиморфности функционирующих взаимосвязей в условиях изменчивой окружающей среды; при этом ресурсы когнитивной деятельности субъекта определяются как его телесной организацией, так и конкретной ситуативностью познания.

Заключение

Исходя из вышесказанного, обращение к гипотезе «квантовой концепции сознания» в контексте проблематики квантовой информатики помогает продвинуться в понимании функционирования сознания в аспекте моделирования психофизических процессов с учетом роли квантовых флуктуаций. Следует констатировать, что рассмотрение проблемы сознания на макроуровне в рамках классических подходов и различные истолкования этих концепций позволяют оставаться только в лоне традиционных экспликаций феномена сознания. Квантовый подход может стать качественным скачком на пути объяснения природы предпосылок сознания на квантовом уровне (наноразмере, протосознания) и открыть перспективы для последующих исследований, связанных с поиском новых закономерностей в современной нейронауке. Создание квантовой онтологии для формирования будущей квантовой теории сознания продолжает оставаться фундаментальной задачей науки. Хочется верить, что методологический подход, основанный на использовании идей квантовой информатики, откроет новые аспекты представлений о сознании.

Литература

1. Wang H. & Sun Y. On Quantum Models of the Human Mind // Topics in Cognitive Science. 2014. 6 (1). P. 98–103.
2. Andreas W. Quantum Cognition and the Mind // Journal of Artificial Intelligence and Consciousness. 2021. Vol. 8, no. 1. P. 161–170.
3. Axel R. Q&A // Neuron. 2018. Vol. 99. P. 1110–1112.
4. Bennett C. H., Shor P. W. Quantum information theory // IEEE Trans. Inform. Theory. 1998. Vol. 44, no. 6/ P. 2724–2742.
5. Холеев А. С. Введение в квантовую теорию информации. М.: МЦ-НМО, 2002. 128 с.
6. Watrous J. The Theory of Quantum Information. Cambridge University Press, 2018. 590 p.
7. Bohm D., Hiley B. The Undivided Universe. Routledge, London, 1994. 416 p.
8. Менский М.Б. Человек и квантовый мир. Фрязино: Век 2, 2005. 320 с.
9. Hameroff S., Penrose R. Orchestrated reduction of quantum coherence in brain microtubules: a model for consciousness // Mathematics and Computers in Simulation. 1996. Vol. 40. P. 453–480.
10. Менский М. Интуиция и квантовый подход к теории сознания // Вопросы философии. 2015. № 4. С. 48–57.
11. Волински С. Квантовое сознание: руководство по квантовой психологии / пер. с англ. О. Асманова. М.: Старклайт, 2007. 224 с.
12. Прыгин Г. С. Квантовые концепции сознания: возможности и перспективы развития психологической науки // Вестник Удмуртского университета. Серия: философия, психология, педагогика. 2017. Т. 27. Вып. 3. С. 329–338.
13. Князев В. Н. Человек и концепция квантовой информации в цифровом обществе // Современное образование: векторы развития. Цифровизация экономики и общества: вызовы для системы образования: материалы международной конференции / под общ. ред. М. М. Мусарского, Е. А. Омельченко, А. А. Шевцовой. 2018. С. 26–32.

14. *Нильсен М., Чанг И.* Квантовые вычисления и квантовая информация / пер. с англ. М.: Мир, 2006. 824 с.
15. *Cooper N. J., Clarkson J.* Consciousness and the Amit Ray's Quantum Attention Function of the Brain, 2020. 108 p.
16. *Gauger E. M., Rieper E., Morton J. J. L., Benjamin S. C., Vedral V.* Sustained Quantum Coherence and Entanglement in the Avian Compass // *Phys. Rev. Lett.* 2011. Vol. 106. P. 040503.
17. *Ball P.* Physics of life: The dawn of quantum biology // *Nature.* 2011. No. 474. P. 272–274.
18. *Паршикова Г. В.* Моделирование сознания: от фреймового подхода к голографической парадигме // *Вестник Московского государственного областного университета. Серия «Философские науки».* 2015. № 2. С. 11–16.
19. *Gao S.* Does Quantum Cognition Imply Quantum Minds? // *Journal of Consciousness Studies.* 2021. 28 (3–4). P. 100–111.
20. *Гуц А. К.* Основы квантовой кибернетики. М.: ЛЕНАНД, 2017. 216 с.
21. *Курцвейл Р.* Эволюция разума, или Бесконечные возможности человеческого мозга, основанные на распознавании образов. М.: Эксмо, 2019. 352 с.
22. *Чалмерс Д.* Сознательный ум: В поисках фундаментальной теории. М.: УРСС: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. 512 с.
23. *Брентано Ф.* Избранные работы / пер. с нем. В. В. Анашвили. М.: Дом интеллектуальной книги; Русское феноменологическое общество, 1996. 176 с.
24. *Васильев В. В.* Сознание и вещи: очерк феноменилистической онтологии. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. 240 с.
25. *Паршикова Г. В.* Феноменологический аспект рефлексивного опыта как модус существования ментального в виде данностей сознания // *Философия и культура.* 2014. № 9. С. 1329–1333.
26. *Васильев В. В.* Трудная проблема сознания. М.: Прогресс-Традиция, 2009. 272 с.
27. *Пенроуз Р.* Новый ум короля. О компьютерах, мышлении и законах физики. М.: Едиториал УРСС, 2003. 384 с.
28. *Пенроуз Р., Шимони А., Карпайт Н., Хокинг С.* Большое, малое и человеческий разум. М.: Мир, 2004. 191 с.
29. *Georgiev D. D., Glazebrook J. F.* The quantum physics of synaptic communication via the SNARE protein complex // *Progress in Biophysics and Molecular Biology.* 2018. P. 16–29.
30. *Бажанов В. А.* Абстрагирование и абстракция в оптике нейронауки // *Epistemology & Philosophy of Science.* 2021. Vol. 58, no. 2. P. 6–18.
31. *Налимов В. В.* Разбрасываю мысли. М.: Прогресс-Традиция, 2000. 344 с.
32. *Аришинов В. И.* Синергетика конвергирует со сложностью // *Вопросы философии.* 2011. № 4. С. 73–84.
33. *Князев В. Н.* Концепция супервзаимодействия в философии физики. М.: МПГУ, 2018. 192 с.
34. *Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. М.: Едиториал УРСС, 2014. 304 с.
35. *Аришинов В. И., Свирский Я.* Сложностный мир и его наблюдатель. Часть первая // *Философия науки и техники.* 2015. Т. 20, № 2. С. 70–84.

ON THE FEATURES OF THE FUNCTIONING OF CONSCIOUSNESS IN THE CONTEXT OF QUANTUM INFORMATION

V.N. Knyazev^{1*}, G.V. Parshikova^{2}**

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

*² Bryansk State Technical University,
7 Boulevard of the 50th Anniversary of October, Bryansk,
241035, Russian Federation*

Abstract. The article deals with the relationship of ideas about the quantum-physical foundations of the functioning of consciousness with quantum computer science. The fundamental question of the nature of consciousness as a unique phenomenon characterized by self-development, adaptive functions, nonlinearity and openness remains debatable. Modern research on the so-called “quantum concept of consciousness” opens up the prospect for subsequent discoveries of new, unsolved patterns. At the junction of quantum mechanics, psychophysics and neurobiology, an interdisciplinary field of knowledge is now being formed and dynamically developing. The comprehension of the methods and formalisms developed within its framework in application to the ontological aspect of the essential nature of consciousness is chosen as the subject of research in this work. The universal laws of quantum mechanics, the concepts of quantum entanglement and the nonlocality of the wave function are important tools for understanding the role of the observer's consciousness at the quantum-molecular level (nanoscale) of consciousness functioning. The article shows that the principles of quantum data processing have a certain superiority over traditional methods of information processing and can become a significant analogue in the development of the quantum concept of consciousness. The characteristic processes of the “work” of consciousness are revealed, which cannot be comprehended without reference to entropic processes and quantum jumps at bifurcation points, entailing stochastic choice, i.e. information generation. The hypothesis of the quantum concept of consciousness is considered in relation to the macroscopic nature of consciousness, its synergetic complexity. The main conclusion is connected with the idea that the modern understanding of consciousness is undergoing many changes due to the widespread introduction of new knowledge in the field of computer science, quantum physics, and neuroscience.

Keywords: quantum computer science, quantum concept of consciousness, qubits, “quantum entanglement”, interrelation of macroscopic and quantum-molecular levels of consciousness, brain synergetics

* E-mail: kvn951@inbox.ru

** E-mail: parshikovagalina@yandex.ru

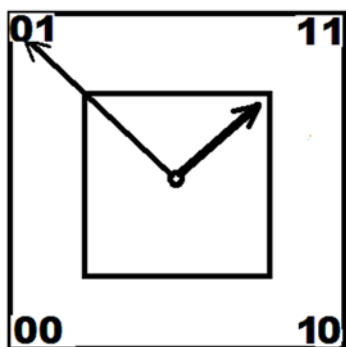
DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4-144-148

УНИКОД КАК АНАЛОГ ГЕНКОДА

К.И. Бахтияров*

Аннотация. Уникод ИИ выстраивается по ассоциации с естественным интеллектом. На основе двухуровневых координат декартова квадрата построены метафизические часы, описывающие два уровня генезиса, который складывается из ортогональных фаз ритма становления. Впервые предложен уникод для триад типа генкода и сформулированы принципы редукции многовалентных значений истинности.

Ключевые слова: ритм становления, генезис, многоуровневость



Раскол на две культуры на самом деле не происходит; наоборот, сами успехи математического знания и техники создают предпосылки для сближения этих культур.

*Фейнберг Е.Л. Две культуры.
Интуиция и логика в искусстве и науке*

Никто, однако, не попытался создать язык или характеристику... знаки, или характеры которой представляли бы собой то же, что арифметические знаки представляют собой в отношении чисел.

Лейбниц Г.В. Письма и эссе о китайской философии и двоичной системе исчисления

Под влиянием древнекитайской «Книги перемен» Лейбниц создал двоичную систему и поставил проблему создания универсального языка. Будем рассматривать 4 знака триграмм как стилизованные знаки экстремумов. Существенную помощь может оказать рассмотрение параллелизма между ними и генкодом. Пары триграмм образуют гексаграммы, порождая двухуровневую систему.

ОДНОУРОВНЕВУЮ ДВУМЕРНУЮ МОДЕЛЬ предложил Аристотель [1]. Генезис Аристотеля – это структура, которая складывается из ортогональных фаз ритма становления. Предлагается уникод как аналог генкода:

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

АЗБУКА ДНК МАТРИЦА БЫТИЯ

01♦ ГУАНИН	Max 11♥ АДЕНИН	01♦ ◡ возникновение Воздух, пар <i>весны</i>	11♥ Λ БЫТИЕ Огонь <i>лета</i>
Min 00♠ ЦИТОЗИН	10♣ ТИМИН (УРАЦИЛ в РНК)	00♠ V НЕБЫТИЕ Земля, лёд <i>зимы</i>	10♣ ◡ исчезновение Вода <i>осени</i>

Это – показания главной, жирной стрелки метафизических часов.

За образец букв универсального языка возьмем буквы генетического кода. Будем использовать 11 = **A** (аденин) как знак максимума, а 10 = **u** (урацил) как слабого минимума. Для другой комплементарной пары возьмем аналогичные перевернутые знаки: букву 00 = **V** как знак минимума (цитозин), а букву 01 = **n** как стилизованный знак слабого максимума (гуанин) [7]. Уникод строится по аналогии с генкодом.

1) 01 ГУАНИН – 00 ЦИТОЗИН, 2) 10 ТИМИН – 11 АДЕНИН (УРАЦИЛ в РНК)	1) 01 возникновение из 00 НЕБЫТИЯ , 2) 10 исчезновение из 11 БЫТИЯ
---	---

ДВУХУРОВНЕВУЮ ДВУМЕРНУЮ МОДЕЛЬ как принцип супергенезиса выдвинул Ибн Араби, а позже он был реализован в модели Раймунда Луллия [2]. Для значения *10♣ возможны 4 фрактальных значения тонкой стрелки. Видимо, недаром Фалес Милетский считал воду первоэлементом. Следуя Ю.Б. Румеру, все возможные комбинации можно получить математически, используя тензорный квадрат, а в луллиевом концентрическом квадрате их можно получить просто путем вращения квадратов. Но еще проще построить *метафизические часы с двумя стрелками* для двухуровневой модели. Например, **на рисунке** метафизические часы показывают 01 11 – *возникающее бытие*. Аналогично можно представить 01 01 – *возникающее возникновение* («начало начал»).

Аналогия с генкодом позволила сформулировать принцип редукции мновалентных значений истинности [8]. Триады представлены тремя парами, представляющими *приставку – корень – окончание*. Триады бывают определенные (при совпадении цифр корня) и неопределенные (при их несовпадении). Определенные значения редуцируются по корню, а неопределенные – по приставке, что в случае редукции к 1 дает расщепление на два подразделения по окончанию. Во всех случаях используют *правило редукции комплементарных пар* по первой цифре: 00 → 0, 01 → 0, 11 → 1, 10 → 1.

В луллиевом концентрическом квадрате можно получить все комбинации:

V♦01 01	D♦11 01	V♥01 11	D♥11 11	gly	STOP /-ser	glu/asp	lys/asn
T♦00 01	K♦10 01	T♥00 11	K♥10 11	arg	trp/cys	gln/his	-STOP/tyr
V♠01 00	D♠11 00	V♣01 10	D♣11 10	ala	thr	val	met/ile
T♠00 00	K♠10 00	T♣00 10	K♣10 10	pro	ser	leu	-leu/phe

В этой своеобразной петле гистерезиса перехлесты описывают особенность порогового подхода. Это – аналог закона инерции в психофизике. Невыделенные значения редуцируются в 0 для любого третьего значения кода. **Напечатанные жирно выделенные значения истинности**, порождая более одной аминокислоты, редуцируются в 1. Для третьих значений этих триграмм имеется разветвление 01, 11/ 10, 00. Например, 10 10 01 и 10 10 11 порождают **leu**, а 10 10 10 и 10 10 00 порождают **phe**. Это – оцифровка известного кода триад [7]. Трехуровневая фрактальная система позволяет охватить разумом всю модель сразу. Итак, имеем 8 мутабельных и 8 стабильных, безальтернативных триграмм. Прикидка $8 + 2 \times 8 = 24$ за минусом 3 повторов дает 20 аминокислот плюс СТОП-сигнал [3].

Получаем современный Розеттский камень для перевода **универсального кода** на язык искусственного интеллекта:

01 В	11 Д	0 ¹ 1 <i>Говорящий</i>	1 ⁰ 1 Волнующий
		A ^E	O ^I
		*01 <i>Диктор</i>	*11 Актёр
		SF	NF
		*00 Диктатор	*10 <i>Знаток</i>
		ST	NT
00 Т	10 К	0 ⁰ 0 Диктующий	1 ¹ 0 <i>Думающий</i>
		A ^I	O ^E

Краеугольные камни таблицы фигур четырех мастей: В♦ 01 01 – валет бубей, Д♥ 11 11 – дама червей, К♣ 10 10 – король треф, Т♠ 00 00 – туз пик.

Впервые базисные символы универсального языка были предложены для игральные карт с четырьмя первоэлементами-мастями. Доминантам-экстремумам: ♥ червам и ♠ пикам – соответствуют Δ и ∇ – сильные знаки огня и земли, которые придумали алхимики. Недаром К. Юнг полагал: «Я думаю, мне удалось показать, что „философский“ аспект алхимии представляет собой не что иное, как символическое предвосхищение психологических знаний» [5. С. 347]. Всё это позволяет преодолеть раскол, провозглашаемый Ч. Сноу в эссе «Две культуры», который так справедливо критиковал Е.Л. Фейнберг. Жак Лакан стремится превратить психоанализ в строгую социальную и гуманитарную науку, опирающуюся на лингвистические и логико-математические понятия с двухуровневой структурой (как у метафоры). Два уровня решают проблему сознания. Интеллектуальная дискуссия в романе Дэвида Лоджа «Думают...» сосредоточена вокруг **вопроса о сознании**.

В русском переводе этого романа из-за стремления избегать англицизмов полностью отсутствует ключевое слово **cluster (кластер)**, которое характеризует **сущностное свойство** и поэтому ясно, почему Дэвид Лодж использует его столь охотно. **Кластеры макроуровня** и счёты, подаренные герою романа, оказываются лучшим сувениром читателю. Да, считают на костяшках, но нанизанных (обычно по 10 штук) на железные спицы, которые материально воплощают **уровни** вычислительной модели сознания. Заметим также,

что во втором издании (2004 г.) книги А.В. Жукова «Вездесущее число π » подчеркивается наличие кластеров в этом числе, в отличие от другого трансцендентного числа e .

А.Г. Битов использовал 16 времен английского глагола в качестве оглавления романа «Преподаватель симметрии». Но преподавателю универсального языка следует визуально представлять Грамматическое Время (tense) в виде **концентрического квадрата**:

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

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

*01. *Indefinite* описывает прямое течение времени в *арифметическом построении* решения, а *10. *Future in the Past* – обратное течение времени в *алгебраическом предсказании*, ибо с алгебраическим неизвестным оперируют как с изначально известным. Алгебра (от араб. слова *аль-джабр* = восполнение), недаром К. Юнг подчеркивал: «х в задаче – это предрасположенность» [6]. Процессуальный подход с опорой на предвидение – это генеральная линия в преодолении пропасти между ИИ и ЕИ. Прямое усмотрение, умение издали распознавать не достигнутые ещё высоты было свойственно Феликсу Клейну.

Мы опираемся на идею структурирования по типу **Матрицы Комплементарности (Matrix of Complementarity)**. Комплементарные пары, образующие столбцы матрицы генезиса, станут ключевым методологическим принципом для разгадывания кроссворда метафизики, подобно тому как генетические комплементарные пары являются ключевым принципом построения двойной спирали ДНК. Это – программа **CrossWord**. Диаметральные противоположности образуют **мандалу**, в которой квадрат, вписанный в круг, ориентирован по сторонам света, что порождает четыре ортогональные фазы. Следующим озарением, подобным Ульмскому озарению Декарта явился **умный декартов квадрат (со вторым этажом)**. Мыслью **умным двухуровневым декартовым квадратом**, следовательно, существую. Четырехугольную пирамиду сознания, уровни которой фрактальны, дают **степени $4^1, 4^2, 4^3$ как степени ИИ**: генезис, сознание, генкод.

Главное – постичь парадигму БИНАРНОСТИ, которая согласно Ю.С. Владимирову является ключевым универсальным понятием в метафизике [4. С. 207]. Впервые предложен бинарный уникод для триад типа генкода и сформулированы принципы редукции многовалентных значений истинности. Это – программа **CrossWord**, которая аналогична структуре ДНК. Постепенно преодолеваются трудности понимания таблицы Аристотеля, описывающей четверицу *первопроцессов* и первоэлементов. Поэтому «сопротивление четверице довольно-таки удивительно, если учесть, что центральный христианский символ, крест, несомненно являет собой четверицу» [5. С. 72]. Видимо, лучше, чем генетическую триаду четвериц Создателя, не придумать.

ПРИЛОЖЕНИЕ.БИЛИГВА романа Дэвида Лоджа. Думают.../
DavidLodge. Thinks...

здания разделяет зеленая зона... (с. 21)	The buildings are arranged in two clusters separated by landscaped grounds... (p. 10-11)
несколько деревень с церквями и часовнями; вокруг множество автомобилей... (с. 284)	several villages with clusters of parked cars round their churches and chapels... (p. 196)
влились в небольшую компанию , собравшуюся у реки... (с. 345)	joined a little cluster of people gathered beside the river ... (p. 237)
Сначала игрушки продвигаются одной большой массой, затем разделяются на небольшие <i>группки</i> ... (с. 346)	At first these move in a congealed yellow mass, but they quickly separated and become strung out in separate clusters , small <i>groups</i> ... (p. 237)
И виноград, сладчайший сам Льнет гроздьями к моим устам... (с. 458)	The Luscious Clusters of the Vine Upon my Mouth do crush their Wine... (p. 317)

Литература

1. *Аристотель*. О небе / Соч. Т. 3. М.: Мысль, 1981. С. 302, 303.
2. *Бахтияров К. И.* Матрица комплементарности для метагенетики // Смирновские чтения по логике: материалы 6-й конференции. М., 2009. С. 154–156.
3. *Бахтияров К. И.* Как может рассуждать компьютер в духе булевой многозначности // Логические исследования. Вып. 17. М.: Наука, 2011.
4. *Владимиров Ю. С.* Метафизика. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2002. С. 471.
5. *Юнг К.* Ответ Иову. М.: Канон, 2006.
6. *Юнг К.* Психология бессознательного. М.: Канон, 2003.
7. *Хофштадтер Д.* Гёдель, Эшер, Бах: эта бесконечная гирлянда. Самара: Бахрах-М., 2001.
8. *Bakhtiyarov K. I.* The dial of the circular complementarity of the designated and antidesignated pairs // Studia Humana. 2012. Vol. 3/4. P. 73–77.

UNICODE AS AN ANALOGUE OF THE GENCODE

K.I. Bakhtiyarov*

Abstract. The structure of artificial intelligence as a multilevel symmetry is built by association with natural intelligence, being its digitized analogue. The principle of reduction of multivalent truth values is formulated. A metaphysical clock with two hands describing two levels of genesis, which consists of orthogonal phases of the rhythm of becoming, is constructed. There is an easy way to directly comprehend the truth. These are two level coordinates based on a Cartesian square.

Keywords: rhythm of formation, genesis, multilevel

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

К ИСТОРИИ СОВРЕМЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЕ МИРА

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4-149-169

ДАЛЬНИЙ И БЛИЖНИЙ ИСТОКИ СТАНДАРТНОЙ МОДЕЛИ В ФИЗИКЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ (к 150-летию Эрлангенской программы Ф. Клейна и к 100-летию со дня рождения Ч. Янга)

В.П. Визгин

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

Аннотация. В связи со 150-летием Эрлангенской программы Ф. Клейна в геометрии и 100-летием со дня рождения Ч. Янга, главного творца концепции неабелевых калибровочных полей, исследуются дальний и ближний истоки стандартной модели в физике фундаментальных взаимодействий. Дальним истоком является Эрлангенская программа и ее последующее введение в специальную теорию относительности и классическую физику. На этом материале обсуждается феномен «непостижимой эффективности математики в естественных науках» (Ю. Вигнер), который становится более ясным на основе «эстафетной модели» взаимодействия математики и физики, предложенной Д. Гильбертом. Рассматривается дополнение эрлангенского подхода, относящееся к теоремам Нетер о связи законов сохранения с симметриями, а также применение эрлангенского подхода к истории физики. Показано, как распространение этого подхода на локальные калибровочные симметрии привело Ч. Янга и Р. Миллса к теории неабелевых калибровочных полей (1954), ставшей ближним истоком на пути к стандартной модели и завершенной в 1973–1974 годы.

Ключевые слова: стандартная модель, локально-калибровочная симметрия, теория Янга и Миллса, Эрлангенская программа Ф. Клейна, специальная теория относительности, введение Эрлангенской программы в физику, эстафетная модель взаимодействия физики и математики Д. Гильберта, теоремы Нетер, эрлангенский подход к истории физики

Esisteine Mannigfaltigkeit und derselbeneine Transformationsgruppe gegeben. Man entwickle die auf die Gruppebezugliche Invarianten theorie. Dies ist das allgemeine Problem, welches die gewoenliche Geometrienichtnur, sondern namentlich auch

hier zu nennenden neueren geometrischen Methoden und die verschiedenen Behandlungsweisen beliebig ausgedehnter Mannigfaltigkeiten unter sich begreift.

F. Klein [1. С. 35]

В основе программы Клейна лежит наиболее общая формулировка принципа относительности, который необходимо положить в основу всякой математической теории.

Г.А. Соколик [2. С. 6]

Возвращаясь к общей концепции Эрлангенской программы, видим, что эволюция физической картины мира состоит в расширении фундаментальной группы, то есть в переходе к группам с большим числом инвариантов.

Г.А. Соколик [2. С. 1]

В теории компенсирующих (то есть калибровочных. – *В.В.*) полей каждое взаимодействие вводится для восстановления инвариантности, нарушенной некоторым локальным принципом относительности. Если исходить из существования фундаментальной группы, то есть из Эрлангенской программы, то приходим к иерархии вложенных друг в друга локальных групп и тем самым к иерархии взаимодействующих полей.

Г.А. Соколик [2. С. 154]

Я вновь встретился с Паули в июне 1953 года, на этот раз в Лейдене... На этой встрече Паули поднял и технический вопрос относительно моей работы: «...А нельзя ли, подобно калибровочной группе электромагнитного поля, группу преобразований с постоянными фазами таким образом, что мезон-нуклонное взаимодействие будет связано с этой расширенной группой?». Так я впервые услышал об идее, из которой вырос новый фундаментальный раздел теоретической физики: неабелевы калибровочные теории... Если бы в 1953 году, у него хватило смелости опубликовать свою работу, его бы запомнили... как одного из основателей современной калибровочной теории...

А. Пайс [3. С. 306–309]

...Работа Янга и Миллса по праву занимает место среди самых глубоких вкладов в теоретическую физику двадцатого века. Сам Янг... не сразу осознал значение своей работы. Когда в 1990 году его спросили о том, понимал ли он огромную важность этой работы в 1954 году, он ответил: «Нет.

В 1950-х годах мы признавали красоту своей работы. Ее важность я осознал в 1960-х, а ее огромное значение для физики – в 1970-х годах».

А. Пайс [3. С. 227]

Введение

Стандартная модель в физике элементарных частиц, созданная в процессе локально-калибровочной революции (с 1954 по 1974 г.), является признанным теоретическим шедевром, вполне сравнимым с квантово-релятивистскими теориями первой трети XX века. Ее ближний исток – это знаменитая ныне статья Ч. Янга и Р. Миллса «Сохранение изотопического спина и изотопическая калибровочная инвариантность» (1954) [4], положившая начало неабелевым калибровочным теориям электрослабого и сильного взаимодействий. В первом эпиграфе А. Пайса говорится о том, насколько близок к этому открытию был В. Паули, упустивший возможность опередить Янга и Миллса.

Как следует из воспоминаний Миллса [5], основная локально-калибровочная концепция была развита китайским и американским физиком Янг Чженьнином, удостоенным Нобелевской премии за открытие несохранения четности в слабых взаимодействиях (вместе с Ли Цзундао). В этом году Ч. Янгу исполняется 100 лет, что дает дополнительный повод обратиться к истории одного из его главных научных достижений. Из второго эпиграфа Пайса следует, что вначале Янг и Миллс не осознавали огромного значения своей работы; к тому же она не согласовывалась с экспериментом, но авторы, оценив красоту своей концепции, решили ее опубликовать, в отличие от великого Паули. В результате локально-калибровочная революция стартовала (в 1954 г.) и, пройдя очень сложный путь, завершилась в 1972–1974 годы созданием $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$ – симметричной теории сильных и электрослабых взаимодействий. Именно о такой теории думал в 1960-е годы советский теоретик Г.А. Соколик (см. его третий эпиграф) и именно о таком расширении Эрлангенской программы думал он.

Фактически стандартная модель – это теория инвариантов названной унитарной изотопической группы и, при переходе к квантовому языку, – это теория представлений этой группы. Но причем тут Эрлангенская программа? А при том, что, согласно этой геометрической программе, которой в этом году исполняется 150 лет, геометрии рассматривались как теории инвариантов лежащих в их основе фундаментальных групп. Программа была выдвинута Ф. Клейном при вступлении его в должность профессора Эрлангенского университета в 1872 году. Но после создания специальной теории относительности (СТО) А. Эйнштейном и ее четырехмерной теоретико-инвариантной формулировки Г. Минковским, геометрической по существу, Ф. Клейн увидел возможность введения своей геометрической программы в физику: СТО оказалась теорией инвариантов группы Пуанкаре, а классическая механика (и физика) – теорией инвариантов группы Галилея – Ньютона, в которую

переходит релятивистская группа в пределе малых скоростей. На основе физического аналога Эрлангенской программы можно было предсказать различные варианты расширения группы Пуанкаре до 15-параметрической конформной группы, а также до групп движения с пространствами постоянной положительной и отрицательной кривизны, которые были использованы в релятивистской космологии Эйнштейном, В. де Ситтером и А.А. Фридманом.

В дальнейшем эта линия развития расщепилась на четыре следующих направления.

Во-первых, переход к теории представлений групп в квантовых теориях (прежде всего группы Пуанкаре, линия Г. Вейля и Ю. Вигнера).

Во-вторых, к локализации группы Пуанкаре, которая в сочетании с принципом общей ковариантности вела к теории гравитации в рамках общей теории относительности (ОТО) и единым геометрическим теориям гравитационного и электромагнитного полей (линия Эйнштейна).

И, в-третьих, прообраз локально-калибровочной концепции, связанный с переходом от глобальных калибровочных симметрий, соответствующих абелевым преобразованиям с постоянными фазами и приводящих к зарядовым законам сохранения (прежде всего, закону сохранения электрического заряда), к локальным симметриям с фазами, являющимися функциями пространства-времени (еще одна линия, связанная и именем Г. Вейля).

Наконец, четвертое направление – это открытие изотопической симметрии ядерных взаимодействий, важнейшей внутренней симметрии, описываемых неабелевыми группами унитарных преобразований, сначала группой $SU(2)$ (линия В. Гейзенберга – Ю. Вигнера). Именно эту группу локализовали в 1954 году Ч. Янг и Р. Миллс, построив первый вариант теории неабелевых калибровочных полей, в котором сильные взаимодействия рассматривались как результат локализации симметрии. Правда, Янг всегда отмечал, что идея «локализация симметрии порождает взаимодействие» восходит к Эйнштейну, связавшему гравитацию с локализацией группы Пуанкаре. В результате Эрлангенская программа в геометрии (1872 г.) действительно оказалась реальным дальним истоком локально-калибровочной концепции Янга и Миллса (1954), которая является настоящим близким истоком стандартной модели, то есть $SU(3) \times SU(2) \times U(1)$ – инвариантной теории сильных (квантовая хромодинамика) и электрослабых (теория С. Вайнберга – А. Салама) взаимодействий (1971–1974).

Концепция инвариантности, относительности, симметрии, наведя в форме Эрлангенской программы порядок в геометрии, транслировались затем в теорию относительности, а впоследствии и в квантовую механику и теорию элементарных частиц, сыграв решающую роль в создании стандартной модели. Можно, таким образом, говорить о триумфальном и плодотворном столетнем пути этой концепции (Эрлангенской программы) с 1872 по 1954 год и затем до начала 1970-х годов. В дальнейшем движение несколько замедлилось. Прошло еще 50 лет, а заметных прорывов на этом пути, несмотря на появление ряда перспективных симметрических идей (суперсимметрия, теория струн), пока так и не произошло [6; 7].

1. Эрлангенская программа Ф. Клейна в геометрии (1872)

Феликс Клейн (1849–1925) был учеником ректора Геттингенского университета А. Клебша, который рекомендовал его в качестве профессора в Эрлангенском университете. В связи со вступлением двадцатитрехлетнего профессора в должность последний должен был прочесть в октябре 1872 года лекцию, в которой ему полагалось рассказать о своих идеях и взглядах на науку. Эта лекция, называвшаяся «Сравнительное обозрение новейших геометрических исследований» и получившая впоследствии подзаголовок «Эрлангенская программа», была посвящена развитию единого подхода к различным геометрическим системам, которых к этому времени появилось слишком много и которые, казалось, не были связаны между собой. Это единый подход заключался в том, что каждую геометрическую систему, фактически каждую геометрию (элементарную, или евклидову, линейчатую, шаровую, неевклидову, проективную и др.) предлагалось рассматривать как теории инвариантов соответствующих групп непрерывных преобразований. Чеканную формулировку Клейна мы привели в первом эпиграфе в оригинале. Вот ее русский перевод, выполненный в 1895 году известным русским геометром Д.М. Синцовым: «Дано многообразие и в нем группа преобразований. Требуется развить теорию инвариантов этой группы (курсив Клейна. – В.В.). Это – общая задача, заключающая в себе не только обыкновенную геометрию, но и новейшие геометрические методы, которые будут далее именованы, и различные приемы исследования многообразий любого числа измерений» [8. С. 402–403].

Приведем еще одно пространное высказывание о программе Клейна, принадлежащее выдающемуся французскому геометру Эли Картану (оно относится к 1927 г.), в котором разъясняется ее сущность: «...Основная идея Клейна может быть связана с самыми древними понятиями науки. Элементарная геометрия изучает свойства фигур, которые не зависят от их частного положения в пространстве. Прошло немало столетий, прежде чем эта несколько неопределенная формулировка была переведена на точный язык: свойства, изучаемые элементарной геометрией, являются теми, которые остаются инвариантными относительно некоторой совокупности преобразований, образующей группу движения... Проективная геометрия, являвшаяся сначала одной из глав элементарной геометрии и превратившаяся при дальнейшем развитии в самостоятельную научную дисциплину, с точки зрения Клейна, есть изучение свойств фигур, инвариантных относительно... совокупности проективных преобразований, образующих группу. Вообще всякая группа непрерывных преобразований определяет самостоятельную геометрию. Эта геометрия, если рассматривать переменные, образуемые группой, как величины, определяющие точку пространства соответствующего числа измерений, изучает свойства фигур, инвариантные относительно преобразований группы G , причем эти последние играют такую же роль, как движения в евклидовой геометрии или проективные преобразования в геометрии проективной. Группа G называется фундаментальной группой данной геометрии,

Таким образом получают аффинная геометрия, конформная... геометрия, геометрия Лагерра, эрмитова и т.д.» [9. С. 486]. Об истории создания Эрлангенской программы можно прочитать в работах немецкого историка математика Г. Вусинга [10] и автора настоящей статьи [11]. Здесь же мы только остановимся на одном очень важном и принципиальном аспекте развиваемого Клейном подхода к геометриям, а именно на его теоретико-познавательном обосновании, связанном с требованием определенной «подвижности», или «однородности», соответствующих этим геометриям пространств. Этот почти философский аспект прекрасно понимал и сам Клейн, и спустя более чем 50 лет уточнил Э. Картан. Вот как об этом говорил Ф. Клейн: «...Представим себе пространство на мгновение неподвижным, застывшим многообразием; тогда каждая фигура имеет индивидуальный интерес; из свойств, которыми она обладает как индивидуум, только те суть собственно геометрические, которые остаются неизменными при всех преобразованиях главной группы» [8. С. 402]. Э. Картан сформулировал эту мысль более четко и близко к физическому аналогу этого подхода: «В пространстве, не обладающем однородностью, то есть фундаментальная группа которого приводится к тождественному преобразованию, невозможно в смысле „Эрлангенской программы“ построение общих положений: вся геометрия сводилась бы к частным фактам без связи одних с другими» [9. С. 487].

2. СТО как теория инвариантов группы Пуанкаре: введение Эрлангенской программы в физику, 1910 год (от А. Пуанкаре и Г. Минковского к Ф. Клейну)

Главную роль в создании СТО, как известно, сыграл Эйнштейн, но ее теоретико-инвариантную (четырёхмерную) формулировку впервые дал математик Г. Минковский, коллега Ф. Клейна по Геттингену (1907–1908). Весьма близок к этому был А. Пуанкаре, который открыл четырёхмерный формализм СТО в 1905–1906 годы, но использовал его только для вычисления инвариантных выражений при разработке релятивистской теории тяготения. Минковский же с самого начала строит СТО на основе четырёхмерной симметрии: «Я хочу здесь эту симметрию ввести с самого начала, чего названными авторами (Х.А. Лоренцем, Эйнштейном и др. – *В.В.*), даже Пуанкаре, сделано не было» [12. S. 928]. Он вводит новое фундаментальное понятие – «мир» событий, представляющий собой «четырёхмерное неевклидово многообразие» [Ibid.], точнее псевдоевклидово пространство с неоднородной группой Лоренца (или группой Пуанкаре) в качестве фундаментальной симметрии. В результате, как говорит Минковский, «трехмерная геометрия становится главой четырёхмерной физики, ...пространство и время должны стать фикциями, и только мир должен сохранить свое существование» [13. С. 187]. Фактически он при этом рассуждает как физик, в духе Эйнштейна, насыщая глубоким физическим содержанием четырёхмерные геометрические абстракции. И хотя Эйнштейн дал физическое обоснование преобразований Лоренца и СТО с помощью измерительных процедур со световыми сигналами, часами

и линейками и тем самым создал необходимую предпосылку для принятия группы Пуанкаре в качестве фундаментальной группы СТО, решающего шага в отношении теоретико-инвариантной четырехмерной сути этой теории он не сделал, оставив этот важный прорыв Минковскому. Более того, Эйнштейн, уже с 1907 года начавший разрабатывать релятивистскую теорию тяготения, достаточно долго недооценивал формулировку Минковского, принятие которой в 1912–1913 годы привело его к тензорно-геометрической концепции гравитации и затем к общей теории относительности (ОТО). Впоследствии во 2-й части «Лекций о развитии математики в XIX в.» Ф. Клейн заметил, что во всех случаях, когда устанавливается инвариантность уравнений той или иной теории относительно некоторой группы преобразований, имеются как бы две ступени: «а) использование преобразований с целью получения из известных уже соотношений новых соотношений; б) развитие привычного способа мышления до степени абстракции, чтобы принимать во внимание только то, что остается инвариантным относительно соответствующей группы преобразований». И далее: «В точности обе ступени... были пройдены лоренцевой группой. Первоначально – самим Лоренцем, Лармором и другими – группа Лоренца использовалась лишь как вспомогательное средство в смысле а), затем благодаря Пуанкаре и особенно Эйнштейну и Минковскому она превратилась в основу нового, отвечающего точке зрения б) «мировоззрения» [14. S. 95; 15. С. 116].

Примерно через год после внезапной кончины Г. Минковского Ф. Клейн в Геттингенском математическом обществе сделал доклад «О геометрических основаниях лоренцевой группы» (1910), в котором он явным образом ввел СТО в четырехмерной теоретико-инвариантной форме Минковского в схему своей программы 1872 года [16]. Из этого доклада следует, что Клейн обсуждал с Минковским связь идей последнего со своей Эрлангенской программой и обещал ему «изложить подробнее эту сторону дела... в своих лекциях по проективной геометрии» [16. С. 144]. В докладе рассматривается не только группа Пуанкаре, но группа Галилея – Ньютона, фундаментальная группа классической механики и физики, в которую переходит первая в пределе малых скоростей. Она естественным образом включаются в цепочку подгрупп группы проективных преобразований и тем самым в схему Эрлангенской программы.

В результате «старая и новая механика одинаково введены в схему проективного мероопределения для переменных x, y, z, t » [16. С. 170]. Как уже ранее говорилось, введение этих групп в эрлангенскую схему наводило на мысль о возможном расширении группы Пуанкаре либо до 15-параметрической группы конформных преобразований, либо до различных вариантов групп неевклидовых геометрий с постоянной положительной или отрицательной кривизной пространства. Кстати говоря, конформная симметрия уравнений Максвелла была независимо открыта Г. Бейтменом и Э. Каннингхемом в 1910 году, а к космологическим симметриям в 1917 году на основе ОТО пришел Эйнштейн, а затем В. де Ситтер и в 1922 году А.А. Фридман

[11]. Так что эвристические возможности введения Эрлангенской программы в физику в 1910-е годы использованы не были.

Эйнштейн при разработке релятивистской теории тяготения натолкнулся на принцип эквивалентности, который вводил в рассмотрение равноускоренные системы отсчета. Это наводило на мысль о том или ином расширении группы Пуанкаре. Но оказалось, что адекватным является такое радикальное расширение, которое вело к произвольным непрерывным преобразованиям координат, означавшим требование общей ковариантности. Фактически это можно было интерпретировать как переход от псевдоевклидовой геометрии Минковского к псевдоримановой искривленной геометрии, в которой первая реализовалась лишь локально. Это вело к принципиально новой форме эрлангенского подхода, к своего рода локализации фундаментальных групп симметрии. Данная форма окажется впоследствии очень важной, когда физики займутся построением теорий открытых в 1930–1940-х годах сильных и слабых взаимодействий элементарных частиц. Вместе с тем создание в середине и второй половине 1920-х годов квантовой механики и основ квантовой теории поля также породило своеобразную модификацию эрлангенского подхода, в которой пришлось от изучения инвариантов фундаментальных групп симметрии перейти к теории неприводимых представлений этих групп. В результате была развита теория неприводимых представлений группы Пуанкаре. Но это было в конце 1920-х – начале 1950-х годов. Несмотря на общерелятивистскую и квантово-теоретическую модификации концепций симметрии, предшествующие революции в физике (галилей-ньютоновскую, эйнштейновскую и квантовую), можно было интерпретировать как последовательные расширения пространственно-временных групп симметрий, лежащих в основе доклассики, классики и релятивизма. Может быть, единственный, кто эту мысль вполне определенно сформулировал, был советский теоретик 1950–1960-х годов Г.А. Соколик (см. три эпиграфа, взятые из его монографии 1965 г. [2]).

Закончим этот раздел еще одним высказыванием из этой книги Соколика, относящимся к распространению эрлангенского подхода на квантовую теорию: «...Принципы Эрлангенской программы можно распространить и на квантовую теорию. В отличие... от систем классической механики, включающей также и релятивистскую, в квантовой механике классификация состояний системы проводится по весовым числам, которые задают неприводимые представления данной группы, а не по инвариантам самой группы, как в классическом случае... Для групповой формулировки квантовой теории существенно знать, каким образом изменяется пси-функция (то есть волновая функция, фигурирующая в уравнениях Шредингера или Дирака. – *В.В.*) при преобразованиях координат, то есть представления фундаментальной группы» [2. С. 11]. На некоторое время вернемся к первоначальной программе Клейна, чтобы обсудить на ее примере одну из важнейших проблем взаимосвязи физики и математики XX века, а именно проблему «предустановленной гармонии между физикой и математикой», или, как часто ее именуют физики,

следуя Ю. Вигнеру, проблему «непостижимой эффективности математики» в физике.

3. Введение Эрлангенской программы в физику как пример «непостижимой эффективности математики» в естественных науках: о физических корнях программы и «эстафетной модели» взаимосвязи математики и физики Д. Гильберта

Суть феномена «непостижимой эффективности математики» в естественных науках (так называлась лекция, посвященная Р. Куранту, которую Ю. Вигнер прочитал в мае 1959 года в Университете Нью-Йорка [17]) заключается в своеобразном опережении математикой структур физических теорий, когда эти теории оказываются неожиданно реализацией уже существующих математических структур или идей.

Феномен этот стал особенно характерен для физики XX века, прежде всего при построении квантово-релятивистских теорий первой трети XX века. Так, риманова геометрия предшествовала ОТО, теория линейных самосопряженных операторов – квантовой механике, а Эрлангенская программа Ф. Клейна – теоретико-инвариантному подходу в физике. В Геттингене в 1900–1920-х годах этот феномен назывался в духе Лейбница «предустановленной гармонией» между математикой и физикой [18]. Замечательно, что он в Геттингене как бы предощущался даже тогда, когда физики были еще только на пути к революционным теоретическим сдвигам. И не только предощущался, но даже получал определенное обоснование. Мы имеем в виду предложенную еще одним геттингенцем (коллегой Клейна и Минковского) Д. Гильбертом концепцию взаимодействия математики и физики (или точного естествознания), которую он набросал в своем знаменитом докладе «Математические проблемы» на II Международном конгрессе математиков в Париже в марте 1900 года.

Приведем несколько достаточно объемистых и взаимосвязанных высказываний, в которых смысл этой концепции становится совершенно прозрачным. Фактически речь идет о своеобразной «эстафетной» модели взаимодействия математики и естествознания: «Обратимся к вопросу о том, из какого источника математика черпает свои проблемы. Несомненно, что первые и самые старые проблемы каждой математической области знания возникли из опыта и поставлены нам миром внешних явлений...». В подтверждение этих слов Гильберт приводит множество примеров, которые привели к важным проблемам «теории численных уравнений, теории кривых, дифференциального и интегрального исчисления, вариационного исчисления, теории рядов Фурье и теории потенциала, не говоря уже о всем богатстве проблем собственно механики и физики». «При дальнейшем развитии какой-либо математической дисциплины, – продолжает он, – человеческий ум, оснащенный удачами, проявляет уже самостоятельность; он сам ставит новые и плодотворные проблемы, часто без заметного влияния внешнего мира, с помощью только логического сопоставления, обобщения, специализирования, удачного

расчленения и группировки понятий и выступает затем на первый план как постановщик задач... А между тем во время действия созидательной силы чистого мышления внешний мир снова настаивает на своих правах: он навязывает нам своими реальными фактами новые вопросы и открывает нам новые области математического знания. И в процессе включения этих новых областей знания в царство чистой мысли мы часто находим ответы на старые нерешенные проблемы и таким путем наилучшим образом продвигаем вперед старые теории. *На этой постоянно повторяющейся и сменяющейся игре между мышлением и опытом, мне кажется, и основаны те многочисленные и поражающие аналогии и та кажущаяся предустановленная гармония, которые математик так часто обнаруживает в задачах, методах и понятиях различных областей знания* (курсив наш. – В.В.)» [19. С. 403].

Таким образом, согласно этой историко-научной в сущности гипотезе Гильберта, таинственность предустановленной гармонии между математикой и физикой, или загадочная эффективность математики в физике, становятся более понятными, если выявить естественнонаучные корни соответствующих математических концепций. Возвращаясь к Эрлангенской программе, заметим, что ее фундаментальное значение и теоретическая эффективность в физике коренятся в ее естественнонаучных предпосылках, которые можно установить при внимательном изучении истории ее создания [11]. «Внешний мир», «опыт» в генезисе программы Клейна – это и идея К. Жордана о классификации кристаллов по конечным группам (Клейн и С. Ли изучали теорию групп в Париже по трактату Жордана). Это и знаменитая лекция Б. Римана «О гипотезах, лежащих в основании геометрии», опубликованная в 1868 году и включающая в себя не только неевклидовы пространства постоянной кривизны, но и множество физических и методологических идей, в частности идею связи той или иной геометрии с мерой «подвижности», соответствующих пространств. Это и работа Г. Гельмгольца «О фактах, лежащих в основании геометрии» (1868), в которой тип геометрии автор связывает с классом допустимых в ней движений (твердых тел или систем точек). Выросшая во многом на физической почве, Эрлангенская программа какое-то время развивалась в рамках чистой математики, став основой геометрии. И затем, спустя 35 лет после ее выдвижения Клейном, вернула свой долг физике в виде введения теоретико-инвариантного способа мышления как в СТО, так и классическую физику. Замечательно, что это было сделано самим патриархом Геттингена, который в четырехмерной инвариантной формулировке СТО Минковским увидел физическую реализацию своей программы.

4. Эрлангенская программа и теорема Нетер

Со времени Ж.-Л. Лагранжа известные законы сохранения импульса, момента импульса и энергии получили статус первых интегралов фундаментальных уравнений движения механики, то есть констант движения, остающихся неизменными во времени. Затем, особенно в механике У.Р. Гамиль-

тона, К.Г. Якоби, С. Ли и др., обнаружилась их связь с симметриями классической механики. А в 1918 году дочь математика М. Нетера, давнего друга Ф. Клейна, Э. Нетер (1882–1935) доказала две общие теоремы о связи законов сохранения с симметриями фундаментальных групп физических теорий (история взаимосвязи принципов инвариантности с законами сохранения и теоремы Нетер рассмотрены в монографии автора [20]).

Первая теорема Нетер давала алгоритм для получения законов сохранения (или первых интегралов уравнений движения физической системы, выводимых из вариационного принципа, известного как принцип Гамильтона) на основе непрерывных симметрий фундаментальной группы, являющейся конечнопараметрической группой Ли. Именно такими группами являются группы Галилея – Ньютона, Пуанкаре и открытые позже внутренние группы симметрии сильных и слабых взаимодействий $SU(2)$, $SU(3)$ и др. В частности, законы сохранения импульса и энергии оказываются связанными с однородностью пространства и времени, закон сохранения момента импульса с изотропностью пространства. По существу, теорема Нетер оказалась дальнейшим важным шагом на пути развития физического аналога Эрлангенской программы, позволяющим к тому же фиксировать структуру фундаментальных теорий. Эта структура связывает воедино симметрию теории, или ее фундаментальную группу, динамику теории в виде принципа наименьшего действия (принципа Гамильтона) и совокупность законов сохранения, к которым можно свести главные физические соотношения и конкретные законы. Эту важную взаимосвязь теоремы Нетер с Эрлангенской программой ясно сформулировал в цитированной книге Г.А. Соколик: «В теореме Нетер принципы Эрлангенской программы применяются к классификации законов сохранения, в терминах которых можно выразить все физические закономерности, по группам Ли» [2. С. 8]. Но бесконечная группа Ли, зависящая не от конечного числа параметров, а от конечного числа функций пространства-времени, подобная группе общей ковариантности в ОТО, приводит не к законам сохранения, а к соответствующему числу некоторых тождеств, сокращающих число независимых уравнений движения, получаемых из вариационного принципа.

Обе эти теоремы внесли ясность в проблему законов сохранения энергии и импульса в ОТО, для чего Э. Нетер, имевшая репутацию специалиста по алгебраической теории инвариантов, и была приглашена Гильбертом в Геттинген. Гильберт уже в 1914–1915 годы увлекся проблемами релятивистской теории тяготения и построения единой полевой теории материи на основе объединения тензорно-геометрической теории гравитации Эйнштейна и нелинейной электродинамики Г. Ми. Вскоре к этим исследованиям подключились и Ф. Клейн, и Э. Нетер, появившаяся в Геттингене в апреле 1915 года. Из переписки Клейна и Гильберта видно, что Э. Нетер интенсивно занималась проблемами ОТО с 1916 года, но только в 1918 году опубликовала свои результаты, которые вошли в золотой фонд фундаментальной теоретической физики. Теоремы Нетер, являясь своеобразной кульминацией физического аналога Эрлангенской программы, легли и в основу локально-калибровочной

революции в физике элементарных частиц и соответственно в создание стандартной модели. Как заметил один из ее создателей Ф. Вильчек, «на переднем крае современной физики теорема Нетер (имеется в виду прежде всего первая теорема Нетер. – В.В.) стала важнейшим инструментом для совершения открытий» [21. С. 339]. Речь фактически идет о следующей цепочке рассуждений. Очень часто в экспериментах с частицами обнаруживаются своего рода новые сохраняющиеся величины, например, изотопический спин, барионный и лептонный заряды, странность и др. Наличие таких законов сохранения говорит о том, что в теории им должны соответствовать определенные симметрии (так же, как сохранению электрического заряда отвечает фазовая симметрия, или калибровочная симметрия с постоянной фазой). По таким симметриям можно сконструировать действие или лагранжиан теории, что позволяет затем получить соответствующие уравнения поля, а также провести квантование теории и продемонстрировать ее перенормируемость. Именно это имел в виду Вильчек, подчеркивая эвристическое значение теоремы Нетер.

5. Эрлангенский подход к истории физики: принцип симметрии как методологический принцип физики

Введение Эрлангенской программы в физику и формулировка классики как теории инвариантов группы Галилея – Ньютон (G), а релятивистских (в смысле СТО) теорий как теорий инвариантов группы Пуанкаре (P) открывает возможность интерпретировать релятивистскую революцию как расширение группы G до группы P . Этот тип расширения оказался связанным не с введением новых параметров, а с введением новой фундаментальной постоянной (в данном случае – со скоростью света), при стремлении которой к бесконечности P переходит в G . Конечно, это – достаточно презентистская интерпретация релятивистской революции, но довольно точно соответствующая реальному положению вещей. Галилей-Ньютоновскую же революцию XVII века можно аналогичным образом истолковывать как переход от доклассических (аристотелевых) представлений о пространстве и времени к группе G . Симметрию же аристотелевой динамики можно связать с группой, отвечающей наличию в теории принципа инерции покоя, и тогда классическое расширение означает введение трех преобразований Галилея, соответствующих галилеевскому принципу инерции прямолинейного и равномерного движения. Такое истолкование – гораздо более корректное, потому что в XVII веке не было еще понятия группы, да и аристотелевы представления о пространстве и времени вовсе не сводились к евклидовой геометрии пространства, дополненной требованием однородности времени.

Об идее применения Эрлангенской программы к истории фундаментальной физики я впервые узнал из книги Соколика (см. третий эпиграф): «...Эволюция физической картины мира состоит в расширении фундаментальной группы...» [2. С. 11]. В статье, опубликованной в «Эйнштейновском сборнике» совместно с Н.П. Коноплевой, эрлангенский подход к истории физики

сформулирован более полно и философично: «...Формулировка принципа соответствия, основанная на иерархии вложенных друг в друга структур... в известном смысле приводит к пониманию „Эрлангенской программы“ как исторического метода в науке, поскольку мы... понимаем иерархию симметрий как „слепок“ эволюции данной теории, так как каждая подгруппа фундаментальной группы представляет определенный уровень различения, а значит, определенный уровень развития теории» [22. С. 355–356]. При таком понимании программы Клейна можно было надеяться на то, что следующие масштабные сдвиги в пространственно-временной эволюции физики должны привести к новым фундаментальным группам, включающим группу Пуанкаре как подгруппу.

Таковыми группами, как уже говорилось, были 15-параметрическая конформная группа, которая была открыта в 1908 году Г. Бейтменом и Каннингхемом как группа симметрии свободных уравнений Максвелла, и открытые позже на основе ОТО космологические группы пространств с постоянной кривизной. Но развитие фундаментальной физики пошло по иным путям. Симметрии продолжали играть очень важную роль и в определенной степени это развитие проходило в духе расширения предшествующей фундаментальной симметрии, хотя и выходя при этом за рамки описанной пространственно-временной формы эрлангенского подхода. Прежде всего, создание ОТО и последующая программа построения единых геометрических теорий гравитационного и электромагнитного полей были связаны с локализацией фундаментальных симметрий (ОТО – с локализацией группы Пуанкаре, единые теории – с локализацией ее возможных расширений). Эйнштейн отдал этой программе последние 30 лет своей жизни, но, несмотря на некоторые важные и интересные результаты, в целом она не привела к успеху.

Второй масштабный прорыв в истории физики – это создание квантовой механики. И здесь, на первый взгляд, дело было не в расширении фундаментальной симметрии. Однако вскоре выяснилось, что значение симметрий сохранилось за счет перехода от теории инвариантов групп к теории представлений этих групп, а также в связи с переходом от конечномерного фазового пространства состояний классической механики к бесконечномерному гильбертову пространству квантовой механики. Еще одна форма модификации симметрии и, соответственно, первоначального эрлангенского подхода появляется в 1930–1940-е и последующие годы, когда ряд закономерностей ядерной физики и физики элементарных частиц был истолкован на языке законов сохранения, а благодаря теореме Нетер и на языке непространственно-временных симметрий, названных внутренними. Так, например, появились изотопические симметрии, описывающие явления зарядовой независимости ядерных взаимодействий, а также абелевы калибровочные симметрии, связанные с законами сохранения барионного и лептонного зарядов и т.д. При создании стандартной модели сработало соединение неабелевых внутренних симметрий с идеей их локализации, что впервые было сделано Ч. Янгом и Р. Миллсом в 1954 году, правда, вначале в качестве внутренней симметрии

сильного взаимодействия была ошибочно выбрана изотопическая симметрия, описываемая унитарной унимодулярной группой $SU(2)$.

Таким образом, эрлангенский подход, ассоциируемый с концепцией, или принципом, симметрии, существенно видоизменяясь и приспособляясь к новым открытиям не только в теоретической, но и в экспериментальной физике, сохранил и даже усилил свою эвристическую и методологическую роль в построении физических теорий. Согласно концепции методологических принципов Н.Ф. Овчинникова [23], понимаемых как принципы теоретизации физического знания, принцип симметрии занимает в ней одно из ключевых мест, органически соединяясь с другими такими принципами, прежде всего, через посредство теоремы Нетер с принципом сохранения, а через понимание фундаментальной группы как «слепок» эволюции предшествующих теорий – с принципом соответствия [24]. Симметрия же является ключом к пониманию еще целой связки методологических принципов физики: простоты (и красоты теории, правда, Овчинников не включал последний в число основных), единства и математизации физического знания. Эрлангенский подход естественным образом приводит к определению математической структуры теории и, конечно, на его основе достигается тот или иной уровень объединения знания. После поразительных примеров на редкость эффективного взаимодействия математики и физики в области теории относительности и квантовой теории в первой трети XX века, начиная с 1930-х вплоть до середины и даже 1970-х годов, многим стало казаться, что это взаимодействие либо прекратилось, либо утратило свою эффективность. Об этом говорил в 1980-е годы М. Атья, один из видных математиков, внесший важный вклад и в математическую физику. Но в заключение он заметил, что благодаря появлению локально-калибровочной теории эффективное взаимодействие математики и физики восстановилось: «В последние годы наблюдается возрождение взаимного влияния геометрии и физики. После длительного перерыва, во время которого и математик, и физик явно шли своими независимыми путями, мы наблюдаем сейчас поразительное сближение их интересов. Оказалось, что в прошлом в математике и физике изучались близкие задачи, но для них отсутствовали общие подходы и общий язык. Теперь это исправлено с помощью калибровочной теории...» [25. С. 8]. Под калибровочной теорией М. Атья понимает стандартную модель в физике элементарных частиц, начало построения которой относится к созданию первой неабелевой теории калибровочных полей Ч. Янга и Р. Миллса 1954 года. Эта теория стала вместе с тем и новой формой эрлангенского подхода, о которой говорил Г.А. Соколик в нашем четвертом эпиграфе (в СССР калибровочные поля в 1960-е годы называли компенсирующими).

6. О связи локально-калибровочной концепции Янга и Миллса с Эрлангенской программой. О 100-летнем юбилее Ч. Янга

Основным и сравнительно близким истоком стандартной модели стала первая теория неабелевых калибровочных полей, предложенная Ч. Янгом и

Р. Миллсом для описаний сильных взаимодействий [4]. Близко к открытию этой теории подошли В. Паули, а также Р. Утияма и аспирант А. Салама Р. Шоу, но они либо сочли ее противоречащей эксперименту и отказались от опубликования (Паули), либо отложили публикацию (Утияма), либо не успели это сделать (Шоу). В недавней работе мы подробно обсуждали эту ситуацию [26], как, впрочем, и обстоятельства открытия Янга и Миллса. Об этом открытии кратко и точно сказано также в двух последних эпитафах, взятых из книги А. Пайса. Конечно, как об этом говорил и сам Ч. Янг, он и Миллс, понимали, что их теория ошибочна, но они ее все равно решились опубликовать, поскольку считали теорию красивой. Анализ истории построения стандартной модели приводит к выводу, что создание теории Янга и Миллса, стало настоящим поворотным событием в этой истории. Однако поворотность эта оказалась скрытой и проявилась существенно позже, а именно когда удалось решить проблему массы калибровочных частиц (применительно к слабым взаимодействиям, 1967–1971 гг.) и объяснить безмассовость этих частиц в случае сильных взаимодействий (1971–1973 гг.). Суть теории Янга и Миллса кратко, точно и достаточно доступно сформулирована авторами в аннотации к статье: «...Обычный принцип инвариантности относительно вращений изотопического спина не совместим с концепцией локализованных полей. В связи с этим исследуется возможность инвариантности относительно локальных вращений изотопического спина. Это приводит к формулировке принципа изотопической калибровочной инвариантности и существованию некоторого поля \mathbf{b} , которое находится в такой же связи с изотопическим спином, как электромагнитное поле связано с электрическим зарядом. Поле \mathbf{b} удовлетворяет нелинейным дифференциальным уравнениям. Квантами поля \mathbf{b} являются частицы со спином 1 и электрическим зарядом плюс минус e или 0» [4. С. 28].

Переход от обычной, глобальной, формы принципа изотопической инвариантности и, соответственно, эрлангенского подхода к его локализованной форме авторы обосновывают в духе концепции близкодействия: «Как только сделан выбор, что называть протоном, а что нейтроном в одной точке пространства-времени, свобода выбора в других пространственно-временных точках пропадает. Как нам представляется, такое положение не совместимо с концепцией локализованного поля, лежащей в основе обычных физических теорий. В настоящей работе исследуется возможность ввести требование, чтобы все взаимодействия были инвариантны относительно независимых вращений изотопического спина во всех точках пространства-времени...» [Там же. С. 29].

В четвертом эпитафе (из книги Г.А. Соколика) эта локализация непосредственно связывается с расширением обычной Эрлангенской программы и связанной с ней теоремы Нетер, которое приводит к введению компенсирующих, или калибровочных, полей. В янг-миллсовской теории сильных взаимодействий 1954 года это векторное безмассовое поле \mathbf{b} . В другом месте Г.А. Соколик заметил, что теория калибровочных полей «возникла как результат обобщения теоремы Нетер на случай локализованных групп Ли»

[Там же. С. 144]. Соавтор Янга в статье «Калибровочные поля» (1989) назвал развитую ими концепцию «калибровочной философией», сводящейся к требованию, что «каждая непрерывная симметрия является локальной симметрией» [5. С. 496]. Пояснив это положение на примерах гравитационного и электромагнитного полей, он далее говорит о целой исследовательской программе, основанной на нем: «Тот факт, что существуют хорошо известные примеры локальной симметрии (приводящей к гравитации и электромагнетизму. – *В.В.*) является весомым аргументом в пользу предположения, что локальная симметрия является общим принципом и что мы должны исследовать другие наблюдаемые симметрии природы и те следствия, к которым они приводят» [Там же]. Эту программу он дополняет следующей наглядной схемой «логической модели калибровочной теории»:

Теорема Нетер
 Сохраняющаяся \leftarrow ----- \rightarrow Симметрия величина \vee
 Взаимодействие \vee Локальная симметрия
 \vee Калибровочное поле

Именно по этой «логической модели» глобальная изотопическая симметрия, связанная, в соответствии с теоремой Нетер, с законом сохранения изоспина, будучи локализованной, порождает калибровочное поле (сильного взаимодействия). Об этом же говорил в 1979 году в связи со 100-летием со дня рождения Эйнштейна и сам Ч. Янг: «Мы можем утверждать, что именно Эйнштейн ввел в обращение принцип: взаимодействия диктуются симметрией... Оказалось, что структурой, которую искал Эйнштейн (в своих попытках построения единой теории поля. – *В.В.*), является калибровочное поле» [27. С. 169, 175]. Р. Миллс в цитированной статье рассказывает и о своем соавторе, который разработал эту «калибровочную философию» и привлек его к совместной работе. По его словам, молодой китайский теоретик еще до приезда в США в 1944–1945 годы «находился под впечатлением взаимосвязи между законом сохранения электрического заряда и калибровочной инвариантностью, в особенности того факта, что вся структура электродинамики однозначно определяется калибровочной инвариантностью... Приехав в США, ...он стал пытаться обобщить калибровочную инвариантность и применить ее к другим законам сохранения, прежде всего к закону сохранения изоспина» [5. С. 495]. В конце 1953 года Янг приехал в Брукхейвен, где начал свою работу на новый большой ускоритель частиц и где работал Р. Миллс. «...Он, – продолжает Миллс, – рассказал мне об идее обобщения калибровочной инвариантности. Имея некоторый запас знаний в области квантовой электродинамики, я мог внести определенный вклад в разработку этой идеи, особенно в отношении процедур квантования и развитие формализма; однако ключевые идеи принадлежали именно Янгу» [Там же]. Рассказанное Миллсом подтверждается самим Янгом в комментариях к статьям в «Избранных трудах» и в статье А. Пайса о Янге и Ли Цзундао, получивших в 1957 году Нобелевскую премию за открытие несохранения четности в слабых взаимодействиях [3; 28]. И здесь самое время вспомнить о том, что в сентябре 2022 года

создателю «калибровочной философии» исполняется 100 лет. Википедия рассказывает нам, что сейчас он живет в Китае! Славный юбилей выдающегося теоретика, распространившего концепцию Эрлангенской программы на локализованные непрерывные группы, а связанную с этой программой теорему Нетер на фундаментальные взаимодействия и создавшего тем самым предпосылки для построения стандартной модели, являющейся современной теорией элементарных частиц. Так, неожиданно соединяются между собой дальний и ближний истоки стандартной модели, а также два достопримечательных юбилея: 150-летие Эрлангенской программы Ф. Клейна, выдвинувшего ее в возрасте 23 лет, и 100-летие одного из корифеев фундаментальной физики XX века Ч. Янга, который в этом же возрасте оказался под впечатлением калибровочной концепции Эйнштейна и Г. Вейля и примерно через 10 лет вместе с Р. Миллсом применил ее к сильному взаимодействию и опубликовал.

Заключительные замечания. О двадцатилетнем пути от Янга и Миллса к стандартной модели. Симметрия и красота: не завели ли они физику в тупик? Научно-автобиографический экскурс

Вопросы, которых мы хотим коснуться в заключение, обозначены в названии раздела. Путь к стандартной модели после поворотного 1954 года оказался весьма тернистым. Концепция Янга – Миллса при всей ее красоте большинством теоретиков достаточно долго считалась ошибочной. Но постепенно шаг за шагом, с начала 1960-х годов, обнаруженные в сильных и слабых взаимодействиях глобальные и янг-миллсовские симметрии приводят к относительным успехам и все больше выдвигаются на передний план. В 1960–1961 годах Дж. Сакураи, а вслед за ним М. Гелл-Манн и Ю. Неэман открывают $SU(3)$ – симметричную теорию сильных взаимодействий, а затем (в 1964 г.) Гелл-Манн и Дж. Цвейг предсказывают на основе этой симметрии кварки. Примерно тогда же П. Хиггс и др. открывают возможность наделения массой калибровочных частиц с помощью нетривиальной модификации симметрии, а именно – ее спонтанного нарушения (механизм Хиггса). В 1967 году Ш. Глэшоу, С. Вайнберг и А. Салам, используя этот механизм, разрабатывают $U(1) \times SU(2)$ – симметричную единую теорию слабых и электромагнитных взаимодействий. В 1972–1973 годы Гелл-Манн с сотрудниками, а также Д. Гросс, Ф. Вильчек и Х.Д. Политцер на основе понятий «цвета» и «асимптотической свободы» создают калибровочную $SU(3)$ – симметричную теорию кварков и глюонов (названную квантовой хромодинамикой). Мы видим, как разнообразные модификации симметрии, а значит, и Эрлангенской программы помогли завершить построение стандартной модели. Но стоит добавить, что при этом было два важных промежуточных шага. В 1969 году в экспериментах по глубоко неупругому рассеянию электронов нуклонами были открыты точечные составляющие нуклонов (партоны Р. Фейнмана), интерпретированные затем как кварки и глюоны. А в 1971 году Г. 'т Хоофт на основе работ М. Вельтмана, а также Л.Д. Фаддеева

и В.Н. Попова доказал перенормируемость безмассовых полей Янга – Миллса и массивных калибровочных полей со спонтанно нарушенной симметрией.

Вспомним, что Янг и Миллс опубликовали свою великую работу в 1954 году, руководствуясь уверенностью прежде всего в ее красоте. «Сам Янг, – писал А. Пайс в статье о Янге и Ли Цзундао, – тоже не сразу осознал значение своей работы (то есть совместной с Миллсом статьи 1954 г. – *V.V.*). Когда в 1990 году его спросили о том, понимал ли он огромную важность этой работы в 1954 году, он ответил: «Нет. В 1950-х годах мы признавали красоту своей работы. Ее важность я осознал в 1960-х, а ее огромное значение для физики – в 1970-х годах» [3. С. 227]. И другие творцы стандартной модели, прежде всего Ф. Вильчек и С. Вайнберг [21; 29; 30], подчеркивали важность эстетических аргументов при построении фундаментальных теорий, в том числе и стандартной модели. При этом красота теорий, как правило, ассоциируется с принципами симметрии и новыми математическими структурами. Однако в последние десятилетия принципы симметрии (а где симметрия, там и красота) и изощренная математичность как будто стали утрачивать свою эффективность. Конечно, в первую очередь, имеются в виду концепция суперсимметрии и теория струн, на которые давно возлагались надежды, которые так и не оправдались [6; 7; 30]. Стали высказываться крамольные мысли о том, что золотые годы принципов красоты, симметрии (а значит, и Эрлангенской программы) закончились [7; 31]. Но история физики XX века, особенно фундаментальной физики от Эйнштейна до Ч. Янга и М. Гелл-Манна, показывает такую невероятную живучесть концепции симметрии и своего рода ее способность к модификации (о подобных модификациях мы говорили ранее), что есть резонные основания рассчитывать на возрождение этой концепции, которое приведет к объяснению «струнно-суперсимметричных проблем».

И самое последнее. Хотелось бы сделать замечание научно-автобиографического рода. С «симметрично-эрлангенской проблематикой» связано начало моей историко-научной работы. Поступив в 1965 году в аспирантуру ИИЕТ РАН, я под руководством Л.С. Полака занялся историей развития взаимосвязи принципов симметрии с законами сохранения, предшествующей доказательству Э. Нетер ее знаменитых теорем, и нашел там немало нового и интересного (моя кандидатская диссертация). При этом пришлось пересмотреть и историю принципов симметрии, а значит, заняться генезисом теоретико-инвариантного (эрлангенского, по существу) подхода. Полак вывел меня на Г.А. Соколика, у которого в 1965 году вышла книга, в которой немало говорилось об «Эрлангенской программе» как «симметрической программе» построения современной теории элементарных частиц и как своеобразном историческом методе истории фундаментальной физики в целом (см. эпиграфы и саму книгу [2]).

О введении «Эрлангенской программы» в физику и об «эрлангенском подходе к истории физики» мною сделан доклад на конференции аспирантов и м.н.с. ИИЕТ РАН впервые в 1969 году, а затем на XIII Международном конгрессе по истории науки в Москве (1971). После того как вышла моя книга о

предыстории теоремы Нетер (1972, [20]), я основательно занялся историей Эрлангенской программы и ее введения в физику и после защиты диссертации в 1968 году был зачислен в Институт. В начале 1970-х годов в секторе истории физики появился Н.Ф. Овчинников и его группа, которая занималась методологическими принципами физики, по существу, принципами теоретизации физического знания. Овчинников знал о моих работах по принципам симметрии и попросил меня написать о принципе симметрии как методологическом принципе физики. В 1975 году вышли и моя вторая монография «Эрлангенская программа и физика» [11], и овчинниковские «Методологические принципы физики» с моей большой главой «Принцип симметрии» [23; 24]. Эти две первые мои книги сравнительно недавно были переизданы (в 2016 и 2019 гг.) издательством «УРСС», почти через 45 лет после их первого выпуска. И это говорит о том, что они не устарели и определенную актуальность, как ни странно, сохранили. Следует еще раз подчеркнуть, что в концептуальном плане я в них существенно опирался на идеи и работы Л.С. Полака, Г.А. Соколика и Н.Ф. Овчинникова, которым я очень признателен. И в дальнейшем, занимаясь разными историко-научными проблемами (создание ОТО и единых теорий поля, социальная история отечественной физики, советский атомный проект, историографические концепции историков физики и др.), я периодически возвращался к симметрично-эрлангенской тематике и связанным с ней вопросами взаимосвязи физики и математики, методологических принципов физики. Первая и четвертая главы моей докторской диссертации «Релятивистские теории в 1-й трети XX века (истоки, формирование и развитие)», защищенной в 1993 году, относились как раз к этой тематике [32]. И наконец, последние несколько лет я вернулся к теоретико-инвариантной концепции (а значит, и к Эрлангенской программе, которой в этом году исполняется 150 лет) в связи с калибровочной революцией 1954–1974 годов, приведшей к созданию стандартной модели [26]. Начало этой революции было положено Ч. Янгом, столетний юбилей которого мы отмечаем в этом году.

Литература

1. Klein F. Das Erlanger Programm. Vergleichende Betrachtungenueberneuere geometrische Forschungen // Verantwort. Hrsg. H. Wussing. Leipzig: Akadem. Verl., 1974. 84 s.
2. Соколик Г. А. Групповые методы в теории элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1965. 175 с.
3. Пайс А. Гении науки. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 448 с.
4. Янг Ч., Миллс Р. Сохранение изотопического спина и изотопическая калибровочная инвариантность // Элементарные частицы и компенсирующие поля: сборник статей / под ред. Д. Д. Иваненко. М.: Мир, 1964. С. 28–38.
5. Mills R. Gauge fields // Amer. J. Phys. 1989. Vol. 57, no. 6. P. 493–507.
6. Визгин В.П. Революционные 10–20-е гг.: физика от Коперника до современности с высоты птичьего полета // Вопросы истории естествознания и техники. 2021. Т. 42, № 1. С. 46–70.

7. Андреев А.В., Визгин В.П. Превратности принципа красоты в новейшей истории физики // Вопросы истории естествознания и техники. 2022. Т. 43, № 1. С. 154–169.
8. Клейн Ф. Сравнительное обозрение новейших геометрических исследований («Эрлангенская программа») // Об основаниях геометрии: сборник классических работ по геометрии Лобачевского и развитию ее / ред. и вступ. статья А.П. Нордена. М.: ГИТТЛ, 1956. С. 399–434.
9. Картан Э. Теория групп и геометрия // Об основаниях геометрии: сборник классических работ по геометрии Лобачевского и развитию ее / ред. и вступ. статья А.П. Нордена. М.: ГИТТЛ, 1956. С. 485–510.
10. Wussing H. Zur Entstehungsgeschichte des Erlanger Programms // Verantwort. Hrsg. H. Wussing. Leipzig: Akadem. Verl., 1974. 12–28.
11. Визгин В. П. «Эрлангенская программа» и физика. М.: Наука, 1975. 111 с. (см. также: «Эрлангенская программа» и физика. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: ЛЕНАНД, 2019. 120 с.)
12. Minkowsky H. Das Relativitaets prinzip (1907) // Ann. Phys. 1915. Bd. 47. S. 927–938.
13. Минковский Г. Пространство и время // Принцип относительности: сборник работ релятивизма / под ред. В. К. Фредерикса и Д. Д. Иваненко. М.-Л.: ОНТИ, 1935. С. 181–203.
14. Klein F. Vorlesungenueberdie Entwicklung der Mathematikim 19. Jahrhundert. Т. II. Berlin: Springer, 1927.
15. Клейн Ф. Лекции о развитии математики в XIX столетии. Т. 2. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. 240 с.
16. Клейн Ф. О геометрических основаниях лоренцевой группы // Новые идеи в математике. Сборник № 5. Принцип относительности в математике. СПб.: Изд. «Образование», 1914. С. 144–174.
17. Вигнер Е. Непостижимая эффективность математики в естественных науках // Вигнер Е. Этюды о симметрии. М.: Наука, 1971. С. 181–198.
18. Визгин В. П. «Предустановленная гармония между чистой математикой и физикой» (к 150-летию со дня рождения Г. Минковского и 100-летию тензорно-геометрической концепции гравитации) // Математика и реальность: труды Московского семинара по философии математики / под ред. В. А. Бажанова и А. Н. Кричевца. М.: Изд. МГУ, 2014. С. 99–120.
19. Гильберт Д. Математические проблемы // Гильберт Д. Избранные труды. Т. 2. М.: Факториал, 1998. С. 401–436.
20. Визгин В. П. Развитие взаимосвязи принципов инвариантности с законами сохранения в классической физике. М.: Наука, 1972. 240 с. (см. также 2-е издание в изд. «ЛЕНАНД», 2016).
21. Вильчек Ф. Красота физики. Постигая устройство природы. М.: Альпина нон-фикшн, 2016. 604 с.
22. Коноплева Н. П., Соколик Г. А. Проблема тождества и принцип относительности // Эйнштейновский сборник. М.: Наука, 1967. С. 348–370.
23. Методологические принципы физики // История и современность / отв. ред. Б. М. Кедров и Н. Ф. Овчинников. М.: Наука, 1975. 511 с.
24. Визгин В.П. Принцип симметрии (глава шестая) // История и современность / отв. ред. Б. М. Кедров и Н. Ф. Овчинников. М.: Наука, 1975. 268–342.
25. Атья М. Геометрия и физика узлов. М.: Мир, 1995. 192 с.
26. Визгин В. П. У истоков стандартной модели в физике фундаментальных взаимодействий. // Исследования по истории физики и механики. 2019–2020. М.: Янус-К, 2021. С. 249–293.
27. Янг Ч. Эйнштейн и физика второй половины XX века // УФН, 1980. Т. 132, вып. 1. С. 169–175.

28. *Yang Ch. N. Selected Papers (1945–1980). With Commentary.* New Jerseyetc. World Scientific, 2005. 603 p.
29. *Вайнберг С. Объясняя мир: Истоки современной науки.* М.: Альпина нон-фикшн, 2016. 474 с.
30. *Вайнберг С. Все еще неизвестная Вселенная. Мысли о физике, искусстве и кризисе в науке.* М.: Альпина нон-фикшн, 2020. 330 с.
31. *Хоссенфельдер С. Уродливая Вселенная: как поиски красоты заводят физиков в тупик.* М.: Эксмо, 2021. 304 с.
32. *Визгин В.П. Релятивистские теории в 1-й трети XX в. (истоки, формирование и развитие): дис. ... д-ра ф.-м. н. (в форме научного доклада).* М.: ИИЕТ РАН, 1993. 50 с.

**FAR AND NEAR ORIGINS OF THE STANDARD MODEL
IN PHYSICS OF FUNDAMENTAL INTERACTIONS
(to the 150th anniversary of F. Klein's erlangen program
and to the 100th anniversary of the birth of C. Yang)**

V.P. Vizgin

*Institute for the History of Natural Science and Technology
of the Russian Academy of Sciences
14 Baltic St, Moscow, 125315, Russian Federation*

Abstract. In connection with the 150th anniversary of F. Klein's Erlangen program in geometry and the 100th anniversary of the birth of C. Yang, the main creator, non-Abelian gauge fields are discovered, the far and near sources of the standard in the physics of fundamental models of interactions are concluded. A distant source is the Erlangen program and its subsequent introduction of reaction to relative and classical physics. This material discusses the phenomenon of "inconceivable effectiveness of mathematics in special sciences" (J. Wigner), which becomes clearer on the basis of the "relay model" of the interaction between mathematics and physics proposed by D. Hilbert. The approximation of the Erlangen observation, which is applied to Noether's observations on the connection between meetings and meetings, is considered, as well as the application of the Erlangen observation to the history of physics. It is shown how the extension of this domain to local gauge domains is carried out by C. Yang and R. Millsakoch theories of non-Abelian field gauges (1954), which became a near source on the way to the standard and completed model in 1973–1974.

Keywords: standard model, sequential gauge set, Yang and Mills theory, F. Klein's Erlangen program, special relativity, introduction of the Erlangen program into physics, D. Hilbert's relay-race model of interaction between physics and mathematics, Noether's income, Erlangen approach to the history of physics

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4-170-175

ДЕЙСТВИТЕЛЬНО ЛИ А. ЭЙНШТЕЙН ОШИБСЯ 100 ЛЕТ ТОМУ НАЗАД?

И.С. Нурғалиев*

*Российский государственный аграрный университет –
Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева
Российская Федерация, 127550, Москва, Тимирязевский проезд, д. 2,
учебный корпус № 6*

Аннотация. Развиваются тезисы доклада «Реляционные основы несингулярной космологии», представленного на конференции «Основания фундаментальной физики и математики» (ОФФМ-2020) (под ред. Ю. С. Владимиров, В. А. Панчелогги. Москва: РУДН, 2020). Подчеркивается универсальность применения реляционной парадигмы для различных сфер фундаментальной физики и ошибочность рассмотрения сингулярностей в качестве моделей реальных явлений. Указывается на роль сингулярностей лишь как средства прикрытия загадочных свойств мироздания.

Ключевые слова: общая теория относительности, космологические модели, Большой взрыв, принцип Маха

Everything must be made as simple as possible.
But not simpler.

А. Эйнштейн

28 октября 1930 года в лондонском отеле «Савой» состоялся званый обед, организованный британским комитетом помощи еврейским благотворительным организациям. Своим присутствием это мероприятие поддержал Альберт Эйнштейн. Кроме него присутствовал ряд других известных личностей, таких как писатели Бернард Шоу, Герберт Уэллс, банкир Ротшильд и др. Нашего внимания заслуживает содержание тоста, произнесенного Бернардом Шоу в честь Эйнштейна и реакция Эйнштейна на этот тост. Этот эпизод был продемонстрирован на конференции в видеозаписи.

Бернард Шоу произнес следующий тост: «Всегда найдется то, о чем лучше умолчать. Возьмем типичного великого человека нашей исторической эпохи, и предположим, что я должен провозгласить тост в честь Наполеона. Нет сомнений, что я мог бы сказать о нем много лестного. Но есть одна важная вещь, которую я бы вряд ли смог сказать: для человечества было бы лучше, если бы он вообще не родился. *(Смех в зале.)* Наполеон и другие великие люди его типа создавали империи. Но есть когорта людей,

* E-mail: ildus58@mail.ru

которые берут выше. Они создают вселенные. При этом их руки оказываются незапятнанными кровью ни одного человека на земле. (*Аплодисменты.*)

Птолемей создал вселенную, которая просуществовала тысячу четыреста лет. Ньютон тоже создал вселенную, которая просуществовала триста лет. И Эйнштейн создал вселенную. Увы, я вам не могу сказать, как долго она просуществует» [13].

Как известно, Эйнштейн на базе своих уравнений общей теории относительности в 1918 году построил первую статическую (замкнутую) космологическую модель Вселенной [2]. При этом он следовал взглядам Спинозы, который в свое время был исключен из синагогальной общины за отказ от признания творения мира Богом. Он заявлял: «Где висели часы, позволившие Богу приступить к творению мира?» Обоснованием статичности и конечного размера Вселенной послужило также следование Эйнштейна реляционным взглядам Маха, согласно которым значения масс и инерция обусловлены свойствами всей Вселенной, а таковые можно ввести лишь для замкнутой Вселенной. Известно также, что часть реляционных взглядов Маха были возведены в ранг принципа Маха самим Эйнштейном в 1918 году. Тогда он заявлял, что в основе созданной им общей теории относительности лежат три принципа, одним из которых был назван принцип Маха [3]. Для построения статической космологической модели Эйнштейну пришлось ввести в свои уравнения новое слагаемое, названное космологическим членом.

Когда уже в начале 1920-х годов А.А. Фридман из уравнений Эйнштейна без космологического члена получил иные космологические модели с сингулярностями, Эйнштейн сначала не желал их признавать. Но вскоре он убедился, что решения Фридмана действительно следуют из его уравнений без космологического члена. Кроме того, вскоре он осознал, что принцип Маха не содержится в общей теории относительности, можно даже сказать, что он даже противоречит принципам всей геометрической парадигмы.

В 1931 году Эйнштейн принял то, что позже будет известно как теория Большого взрыва, сказав: «Это самое прекрасное и удовлетворительное объяснение творения, которое я когда-либо слушал». Есть достаточно оснований задуматься, сколько в этом высказывании иронии, а сколько капитуляции. Теперь мы знаем, что Эйнштейн не прекращал попыток обосновать статическую модель даже в упомянутый год. Тем не менее он тогда назвал внедрение в оборот «космологического слагаемого» для достижения стационарной вселенной самой большой ошибкой в своей карьере. Но с этим можно соглашаться, лишь не вникая в нюансы контекста. «Сократ нам друг, но истина дороже».

В связи с этим следует напомнить, какими словами Артур Эддингтон встретил интерпретацию космологического решения уравнений Эйнштейна с начальной сингулярностью от своего ученика Джорджа Леметра, который заявил, что теория Большого взрыва является подтверждением Библии! Читателю рекомендуется вспомнить многократное упоминание этих слов Ю.С. Владимировым на его семинаре: «Может быть и можно так считать, но

Ваша идея отвратительна!» Они достаточно колоритны. Заметим, что в работах некоторых историков физики эти слова приписываются самому Эйнштейну.

Дело в том, что космологическое слагаемое можно трактовать как попытку феноменологически учесть вклад тех членов в динамических космологических уравнениях, которые пропущены из-за некорректно проведенной процедуры усреднения. Во-первых, процедура усреднения должна давать выжить неоднородностям, вносящим нелинейный вклад в однородной упрощенной модели. Во-вторых, однородно изотропного вращения не бывает только у твердых тел. Так что вездесущему вращению, в качестве однородного и изотропного вращения самое место в «стандартной», но несингулярной модели (детали см. [4–10]).

Признанию космологических решений Фридмана способствовало открытие Хабблом космологического красного смещения, которое интерпретировалось в духе принципа Доплера, как свидетельство разбегания галактик. Ряд других интерпретаций космологического красного смещения, предлагавшихся в то время, не оказались достаточно убедительными. В связи с этим отметим, что в последнее время в работе [12] была предложена иная интерпретация космологического красного смещения на базе идей реляционной парадигмы, то есть фактически принципа Маха, введенного, а затем отвергнутого самим Эйнштейном.

Имеется ряд других вариантов интерпретации закона Хаббла [4–10]. В частности, он может быть хорошим для описания красного космологического смещения в текущий момент существования Метагалактики, но он избыточно прост для описания более ранних этапов, которые не могут быть описаны без учета завихренности (антисимметрической составляющей недиагональных компонент однородного и изотропного тензора, предложенного автором в замену параметра Хаббла). Космологической сингулярности нет. Вселенная не представляет собой многообразие из прежних механических материальных точек, выстроенных идеально в Хаббловский поток, берущий начало из точки, а представляет собой многообразие материальных точек второго рода [5], которые вращаются, расширяются, сжимаются, сливаются, делятся, реагируют (ядерно и химически) и называются галактиками. Сохранение упрощенной модели потока, переходя к описанию более ранних этапов эволюции Вселенной, не имеет достаточных оснований.

Допускаемые упрощения противоречат словам самого Эйнштейна: «Основные понятия и принципы, не сводимые уже к другим, составляют неизбежную, рационально неуловимую часть теории. Сделать эти основные элементы максимально простыми и немногочисленными, не упустив при этом адекватного изложения чего-либо, содержащегося в опытах, – вот главная цель любой теории» [11].

Зададимся вопросом, а нет ли признаков нарушения этого привлекательного принципа у самого декларирующего этот принцип в той или иной формулировке? Зададимся этим вопросом не из праздного любопытства, часто встречающегося в полунучной популярной литературе, движимого поиском

сенсации в виде обнаружения ошибок у гениев. Наоборот, у каждой теории в процессе развития знания наступает момент ее критического переосмысления. Только пройдя проверку временем, эти теории возвращают свою значимость, определяя дальнейшее развитие наших представлений об окружающем мире. Точно так же великие идеи подвергаются риску сакрализации в своем старом облике и превращению в свою противоположность с точки зрения соотношения с истиной.

Так что пора заглянуть в метаисточники нашей метаидентичности, отказавшись от чуждой идеи о конечности существования Вселенной. Все четыре мировые религии, несмотря на то, что практиковались нашими древними предками, лишенными научных знаний, не скатывались на концепцию конечности мира, а придерживались концепций продолжений в измененном виде, реинкарнации, птицы Феникс и пр. Интеллектуальное лидерство, так часто и так легко уступаемое в замену чуждым временным модным веяниям соседей, должно быть защищено, должно вернуть себе зрелость и уверенность.

Когда слушаешь доклады о процессах, протекающих в течение первых квантовых мгновений сингулярной космологии, формирующих впоследствии облик Вселенной, испытываешь смешанное чувство. С одной стороны, – как интересен такой мысленный эксперимент подвергания тестированию современных теорий, таких как квантовая гравитация и модели Великого объединения! Пользуемся для этой цели тестирующим «прессом» нереально избыточной симметричной космологической модели – как при тестировании прочности и выявления слабых узлов у современного автомобиля, закладывая его под механический пресс, хотя автомобиль в реальной эксплуатации не должен испытывать таких немислимых нагрузок. И, с другой стороны, не будут ли острословы-полемисты, как упомянутый выше Бернард Шоу, смеяться (конечно же, уважительно и доброжелательно) над наивностью таких сценариев и не будет ли подрываться доверие общества к науке из-за этого (уже не шуточно?).

Обсуждение проблемы устройства и эволюции Вселенной действительно интересует многих. В качестве подтверждения приведу отрывок из официального отчета-стенограммы (<http://www.kremlin.ru/events/president/news/55114>) о встрече Владимира Владимировича Путина в Сочи с учащимися образовательного центра «Сириус» для одарённых детей.

На высказанное пожелание одного из участников встречи разобраться в тайнах истории В.В. Путин сказал: «Тайны какой истории? Истории мироздания, создания нашей Вселенной и Солнечной системы? Это очень интересная, кстати, история. Мне бы очень хотелось её разгадать. Мне бы очень хотелось, всё-таки, понять, что лежит в основе формирования Солнечной системы? Это Большой взрыв или какие-то другие явления?»

Я несколько лет назад пригласил учёных из Академии наук и попросил их провести курс бесед, не лекций, а курс бесед с членами Совета Безопасности Российской Федерации. Мои коллеги со мной, как правило, не особенно спорят, но чувствовалось, что им не очень хочется время терять, потому что

это совсем отвлечённые вещи, а потом все увлеклись этими рассказами, этими беседами.

Если оставаться при теории Большого взрыва, те ребята, которые этим занимаются, знают, что это одна из главных версий сегодня образования Вселенной: большая масса материи взрывается, всё разлетается, и постепенно образуются звезды, наше Солнце, планеты. А потом это всё постепенно скапливается в так называемые чёрные дыры, это огромная масса материи, судя по всему, потом происходят опять взрывы, и опять всё сначала. И когда мы подошли к этому моменту, я у человека, который с нами эти беседы проводил, из Академии наук, спрашиваю: «Послушайте, хорошо, вот так возможно?» Он говорит: «Да, можно себе представить, что так и происходит». Я говорю: «Ну откуда взялась первоначально эта масса?». Он на меня внимательно посмотрел и говорит: «А это не к нам вопрос, пока мы ответа не знаем, это к батюшке, пожалуйста». Очень интересно об этом думать и интересно в этом разобраться. Если касаться истории человечества, то, конечно, очень важно, как происходили смены эпох, очень интересно посмотреть, как от одного уклада человечество переходило к другому укладу. Рабовладение, феодализм, капитализм – это, надеюсь, вам тоже в школе преподают, есть всякие другие способы определения, как человечество развивалось. Туда бы углубиться, посмотреть на смену эпох – вот это очень интересно».

Читатель видит и согласится, что эта большая цитата уместна и заслуживает внимания аудитории, даже более широкой, чем наша. В качестве просветителей правителей лучше приглашать более широко научно мыслящих «жрецов» для укрепления доверия между учеными, обществом и руководством страны, таких, как участники нашего форума на платформе МГУ и РУДН.

Литература

1. Основания фундаментальной физики и математики: материалы IV Российской конференции (ОФФМ-2020) / под ред. Ю. С. Владимирова, В. А. Панчелюги. Москва: РУДН, 2020. 244 с.
2. *Эйнштейн А.* Вопросы космологии и общая теория относительности // Собрание научных трудов. Т. 1. М.: Наука, 1965. С. 601–612.
3. *Эйнштейн А.* Принципиальное содержание общей теории относительности // Собрание научных трудов. Т. 1. М.: Наука, 1965. С. 613–615.
4. *Nurgaliev I. S.* Gravitation and Cosmology. 2010. Vol. 16, no. 4. P. 313–315.
5. *Nurgaliev I. S.* Vorticity Induces Cosmological Term of Eternal Universe and Removes Darkness // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. Январь-март 2013. № 1. С. 58–64.
6. *Nurgaliev I. S.* E Pur Se Muove! // Ярославский педагогический вестник. 2012. № 4, Т. 3. С. 7–12.
7. *Nurgaliev I. S.* Nonlinearities in the Universe // The Twelfth Marcel Grossmann Meeting On Recent Developments in Theoretical and Experimental General Relativity, Astrophysics and Relativistic Field Theories. (In 3 Volumes), MG12 Meeting on General Relativity UNESCO Headquarters, Paris, France, 12–18 July 2009. P. 1748–1750. Published in 2012.

8. *Nurgaliev I. S.* Dark Energy Belongs to Vorticity, Deformations Could be “Dark Matter” // Modern Problems of Gravitation, Cosmology and Relativistic Astrophysics. International Conference. 27 June – 3 July, PFUR, Moscow, Russia. 2010. P. 112.
9. *Nurgaliev I. S.* Effect of Accelerated Expansion is Effect of Nonzero Average of Local Isotropic Rotation Square // RUSGRAV-14 14-th Russian Gravitational Conference – International Conference on Gravitation, Cosmology and Astrophysics June 27 – July 2, 2011, UIPU, Ulyanovsk, Russia. P. 150–151.
10. *Nurgaliev I. S.* Confirmation of Cosmological Bounces Predicted by Alexander Friedmann // 8th Alexander Friedmann International Seminar on Gravitation and Cosmology, May 30 – June 3, 2011, Institute of Cosmology, Relativity and Astrophysics, Rio de Janeiro, Brazil. Published: International Journal of Modern Physics: Conference Series. 2011. Vol. 3. P. 281–285.
11. *Эйнштейн А.* О методе теоретической физики // Физика и реальность. М.: Наука, 1965. С. 61–66.
12. Vladimirov Yu. S., Molchanov A. B. Relational justification of cosmological redshift // Gravitation and Cosmology. 2015. Vol. 21, no. 4. P. 279–282.
13. Шоу и Эйнштейн. 22.01.2010. URL: <https://users.livejournal.com/-o-tets-/429738.html>

IS NOT IT A. EINSTEIN WAS MISTAKEN 100 YEARS AGO?

I.S. Nurgaliev*

*Russian State Agrarian University –
Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev
No. 6. educational building 2, Timiryazevsky proezd,
Moscow, 127550, Russian Federation*

Abstract. Abstracts of the report “Relational Foundations of Nonsingular Cosmology”, presented at the conference “Foundations of Fundamental Physics and Mathematics” (OFFM-2020) (ed. by Yu. S. Vladimirov, V. A. Panchelyuga. Moscow: PFUR, 2020), are being developed. The universality of the application of the relational paradigm for various areas of fundamental physics and the fallacy of considering singularities as models of real phenomena are emphasized. The role of singularities is pointed out only as a means of covering up the mysterious properties of the universe.

Keywords: general relativity, cosmological models, Big Bang, Mach's principle

* E-mail: ildus58@mail.ru

МЫСЛИ ИЗ ПРОШЛОГО

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4-176-189

ФИЛОСОФСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

А.В. Васильев

*Глава VI из книги А.В. Васильева «Пространство, время, движение»
(Берлин: Изд-во «Аргонавты», 1922)¹*

Где реальное мне отыскать и поймать?
Что мне делать? Куда мне бежать
От тревоги и грусти бессонной?
Все спасение мое только в мысли одной,
Только в мысли найду я покой.

Н.А. Васильев (Тоска по вечности)

В истории человеческой мысли мы встречаемся не раз со знаменательной борьбой двух философских воззрений. Одно довольствуется изучением феноменов, признавая наши ощущения единственной реальностью нам доступной. Другое, напротив, стремится, говоря словами того же поэта, «сорвать покров с лживого и бледного фантома явлений» и найти ту скрытую реальность, отражением которой являются феномены. На протяжении веков этот спор принимает разнообразные формы и в первых главах нашей книги мы подробно остановились на некоторых моментах этого спора, тесно связанных с вопросами о пространстве, времени и движении. Резюмируем вкратце сказанное в них.

Наивному реализму Ионийской школы, признававшей за реальность воду, воздух, огонь, и феноменализму Протагора, объявившего человеческие ощущения единственной мерой всего, Пифагорейская школа противопоставила свое учение, по которому «все познаваемое должно быть связано с числом, ничто не может быть понято без числа». Развитием этой первой математической философии явились и атомистическая теория Демокрита, и учение об идеях Платона. И тот и другой видят истину не в ощущениях, всегда

¹ В текст главы внесена минимальная редакторская правка с учетом современных регалий русского языка.

изменчивых, но ищут за этими ощущениями скрытую истинную реальность. Движущиеся в пустом пространстве атомы объясняют для первого все явления мира, для другого все феномены суть только тени на стене пещеры, отбрасываемые телами, невидимыми для пленников, осужденных в ней пребывать. И тот и другой сходятся в вопросе о необходимости найти разумное обоснование всего существующего, «логос». И оба видят этот «логос» в математических истинах, в арифметике и геометрии. Это несомненно по отношению к Платону; на это указывает то высокое уважение к математике, которое он внушал своей школе. Но и для выдающегося математика Демокрита атомы были безусловно ответом на те вопросы о делимости и неделимости, прерывности и непрерывности, которые были подняты в Пифагорейской школе открытием иррационального числа.

Но реальность, найденная Пифагорейской философией, Платоном и Демокритом, не могла удовлетворить скептические умы. Мы знаем по апориям Зенона, до какой глубины могла доходить диалектика греческих мыслителей в вопросах о пространстве, времени и движении. Зенон явился представителем метафизики, противоположной метафизике Пифагорейцев; метафизика Зенона объявляла реальность «Единого бытия». Но вероятно, что и феноменологическая точка зрения, выдвинутая Протагором, находила своих защитников в знаменательную для истории мысли эпоху конца 5-го и начала 4-го столетия до Р. Х. В это время, как мы знаем из жизни Демокрита, зарождалось и опытное знание, изучение феноменов. С этой точки зрения можно смотреть на философию Аристотеля, ученика и Платона, и врачей, людей опытного знания, как на синтез между наукой опыта и наблюдения и идеалистической философией предшественников Аристотеля. Синтез этот на многие века удовлетворил человеческое мышление, но те два противоположных течения, примирением которых он явился, обнаружались в средневековом схоластическом споре номиналистов и реалистов. В вопросе о пространстве и времени Аристотель стоит уже, насколько это было тогда возможно, на опытной почве. В то время, как для Демокрита пространство есть пустое небытие, а для Платона оно есть нечто среднее между идеями и веществом, Аристотель заменяет вопрос о пространстве вопросом о месте, и его постановка этого вопроса, как было указано в 1-й главе... сводится к вопросу об абсолютном и относительном движении. Неясность соответствующих мест физики и других сочинений Аристотеля была причиной тех оживленных споров между его комментаторами, о которых мы подробно говорили в той же главе. На то из этих толкований, которого держались Ибн-Рушд и его школа, опирались главным образом противники Коперника и Галилея. Ренессанс принес возрождение как Платонизма, так и атомистической философии Демокрита. Под влиянием первого учение о пространстве приняло в итальянской (Патрици, Кампанелла) и в английской натурфилософии ту мистическую форму учения о пространстве как об одухотворенной субстанции, которая всего определеннее была высказана Мором в его «Enchyridion», появившемся за тринадцать лет до бессмертного сочинения Ньютона. Трудно отрицать влияние атмосферы английского Платонизма на метафизические взгляды

Ньютона, на формулировку понятий об абсолютном пространстве и времени, на его учение об имматериальности силы. Но в то же время Ньютон был одним из величайших основоположников математического естествознания, и в частности механического мировоззрения. В этом его бессмертная заслуга. Громадное значение, которое имела классическая механика в её приложении к макрокосмосу и к микрокосмосу, естественно, вызвало желание обосновать вместе с тем и метафизические предпосылки «Principia». Особенно важны те обоснования, которые были предположены, с одной стороны, Эйлером, одним из величайших математиков 18 столетия, с другой стороны, Кантом, философия которого имела такое громадное влияние на всю последующую историю философии. Эйлер и Кант не могли при этом не считаться с теми возражениями, которые были выдвинуты против метафизических взглядов на пространство ирландским философом Беркли. Впервые в новой философии возобновляя традицию Протагора, Беркли явился представителем последовательного феноменализма, отвергавшего даже существование материальной субстанции. Но его аргументы против абсолютного пространства и абсолютного движения, изложенные им как в его главном сочинении «Трактат о началах человеческого знания», так и в особенности в сочинении, специально посвященном вопросу о движении „De motu“, не были до сих пор достаточно оценены. И математическое естествознание, и даже философия остались почти без влияния аргументов Беркли. Первое находилось под влиянием блестящих успехов механического мировоззрения. В философии спор между феноменологическими воззрениями Беркли и Юмом, с одной стороны, и метафизическими системами самого Беркли², Декарта, Спинозы, Лейбница, с другой, был на время решён новой синтетической философией Канта. Признание полного детерминизма явлений мирится в этой системе с признанием «вещей в себе».

На всей философии Канта отражается влияние его учения о пространстве и времени. В зависимости от того или другого взгляда на пространство и время находились всегда и его общие философские воззрения. Так и его отношение к вопросу об абсолютном пространстве находилось в тесной связи с его учением о пространстве; по тому учению, на котором остановился Кант в своей «Критике чистого разума» и которое имело громадное влияние и на философию и на науку XIX столетия, пространство было признано субъективной формой нашего воззрения, в которую необходимо облакаются все наши ощущения; геометрические истины не суть истины опытные, но так же как и пространство, даны a priori, как необходимые условия всякого опыта. Геометрия – наука о чистом пространстве, равно как и Алгебра – наука о чистом времени – суть науки чисто формальные, вполне оторванные от опытной основы и не имеющие никакой связи с тем чувственным материалом, который дается нам ощущениями.

² В своих сочинениях, в особенности позднейших, например в оригинальном сочинении «Сирус», Беркли развивал идеалистическую систему, весьма близкую к платонизму.

Это идеалистическое учение Канта развивалось ещё далее Фихте и Шеллингом. Последний, например, считал возможным выводить три измерения нашего пространства из природы нашего духа.

Во взгляде на независимость пространства и времени от явлений, происходящих в мире, сходились с идеалистическими учениями XIX века и учения материалистической философии. «В евклидовом пространстве в равномерно протекающем времени происходит движение атомов и этими движениями объясняются все явления», – «кроме сознания», прибавляли идеалисты, «и даже и сознание» – не соглашались с ними материалисты. В этом здании, которое казалось почти законченным, первая брешь была пробита бессмертными создателями неевклидовой геометрии. Гаусс, Лобачевский, Риман первыми усомнились в резком различии наших представлений о пространстве от других наших восприятий и первыми посмотрели на пространство глазами естествоиспытателя. Мы привели в главе III те места сочинений Лобачевского и Римана, в которых они выразили свои мысли о связи, существующей между силами и метрическими свойствами пространства. Как бы в развитие этих только попутно брошенных гениальных мыслей Клиффорд построил теорию, по которой движение и вещество суть только проявления кривизны пространства и ничего более. К той же идее связи между геометрией и физикой философы и математики пришли, изучая вопрос о происхождении аксиом геометрии.

Беркли и Ибервег указали на связь между аксиомами геометрии и свойствами движения твёрдого тела. Математическая формулировка этой связи была дана Гельмгольцем и Софусом Ли в виде теории непрерывных групп преобразований пространства, рассматриваемого как многообразие трех измерений. Как эти работы, так и исследования Гаусса, Грассмана и Римана все более и более знакомили математиков с идеей о пространстве, как частном случае многообразия многих измерений, и с необходимостью построения теории таких многообразий. Такая теория и была построена на основаниях, данных Риманом, и ею, как незаменимым орудием, могла воспользоваться общая теория относительности.

С другой стороны, работы психофизиологов и английской эмпирической философии, развивая те мысли и исследования, начало которым было положено Беркли, приводили к убеждению в том, что наши пространственные представления вырабатывались постепенно в индивидууме и в расе, как результат взаимодействия нашей психофизиологической организации и среды, то есть физических явлений.

Таким образом, и неевклидова геометрия и психофизиология одинаково подрывали веру в учение Канта о трансцендентности аксиом геометрии и независимости представлений пространства и времени от опытов и наблюдений.

Из наиболее крупных представителей математического естествознания во второй половине XIX столетия в этом направлении высказывались и Гельмгольц, и Пуанкаре. Но никто в XIX веке не выражал так определенно своих

феноменологических взглядов, как Мах, и эти взгляды он проводил с одинаковой последовательностью, как по отношению к аксиомам геометрии, так и по отношению к основаниям механики. Его небольшая брошюра 1872 года – «Принцип сохранения работы» есть несомненно одно из замечательнейших произведений научной философии. В этой брошюре Мах впервые после Беркли выразил сомнение по отношению к положениям Ньютона и предложил свою гипотезу для объяснения тех явлений, наблюдаемых при вращении, которые для Ньютона, Эйлера и Канта служили доказательством в пользу допущения абсолютного пространства. Никто больше Маха не способствовал созданию той умственной атмосферы, благодаря которой взгляды теории относительности, несмотря на их видимую парадоксальность, тем не менее находят все большее признание. В своем некрологе Маха Эйнштейн пишет: «Вероятно Мах пришел бы к теории относительности, если бы в то время, когда дух его был юношески свеж, вопрос о постоянстве скорости света уже занимал физиков».

Действительно предвидения Лобачевского, Римана и Клиффорда, мысли, настойчиво в течение всей жизни высказываемые Махом, обратились в стройную доктрину и приняли вид математической теории только после того, как расширились рамки нашего физического опыта и исследования в области механики масс, в которых приходится иметь дело со сравнительно небольшими скоростями, и были дополнены исследованиями в области электромагнитных и оптических явлений. Все попытки построить теорию этих явлений на основах классической механики и действия на расстоянии оказались несостоятельными. Взамен их получало все большее и большее значение новое понятие о поле, введенное Фарадеем, и Максвелл построил на основании взглядов Фарадея математическую теорию электромагнитных явлений. Конечный закон действия на расстоянии заменяется в теории Максвелла системой дифференциальных уравнений, в которых встречается единственная физическая постоянная – скорость света, так как и вся теория света является только одной из глав общей теории электромагнитных явлений. Но новая теория, по-видимому, находится в противоречии с фактами. Подобно тому, как никакими механическими опытами, производимыми внутри системы, нельзя удостовериться, находится ли она в состоянии покоя или в состоянии равномерного прямолинейного движения, разнообразные электромагнитные и оптические опыты также не давали возможности решить этот вопрос. Но в то же время уравнения электромагнитного поля показывали неприменимость к явлениям электричества той аналитической формулировки, которая была дана принципу относительности в классической механике. Выход из этого противоречия был найден Эйнштейном. Он указал, что математический факт инвариантности уравнений, найденный Фойгтом и Лоренцем, допускает и иное толкование, отличное от того, которое ему дал Лоренц. Сокращение, которое необходимо допустить для объяснения опыта Майкельсона, не есть сокращение, происходящее в телах при движении как результат изменения электромагнитных сил под влиянием этого движения; оно есть результат

того, что движущийся наблюдатель неминуемо применяет иную систему измерения времени и длины. Но при всех этих изменениях остается неизменным выражение $s^2 = x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2$, подобно тому, как при всех изменениях прямоугольных координатных осей остается неизменным расстояние между двумя точками пространства и, соответственно этому, функция $x^2 + y^2 + z^2$.

Та зависимость между пространственными координатами и координатой времени, которая устанавливается неизменностью выражения, в которое входят все четыре координаты, ведет к парадоксальным следствиям. Подобно тому как из неизменности выражения $x^2 + y^2 + z^2$ следует, что увеличение одной координаты ведет к уменьшению других, так из неизменности выражения s^2 и из того, что при члене c^2t^2 стоит знак минуса, вытекает, что увеличению расстояния между двумя событиями в пространстве соответствует увеличение интервала времени между ними. Два события, происходящие почти в одно и то же время почти в одном и том же месте, находятся между собой в таком же соотношении, как два события, отделённые друг от друга и громадным пространством, и большим промежутком времени. Независимость пространства и времени, которая лежит в основе понятия об абсолютном времени, протекающем без отношения к чему-либо внешнему, должна быть заменена введением общего понятия, связывающего в единое и пространство, и время. Такое общее понятие – непрерывное многообразие четырех измерений – было введено Минковским. Мир, элементы которого суть «т о ч к и – с о б ы т и я», каждое из которых определяется четырьмя числами, есть целое, но каждый движущийся наблюдатель по-своему расслаивает это целое подобно тому, как на бумажной фабрике можно расслоить бумажную массу в разных направлениях и образовать из этой связной массы различные кипы бумажных листов. Не метафизические соображения, которые и ранее сближали пространство и время, но математический факт инвариантности уравнений Максвелла и подтверждение следствий этого факта опытами физики приводят нас к новой концепции, ведущей к парадоксальным следствиям. Но не можем ли мы найти в изучении образования наших пространственных представлений, с одной стороны, и в истории человеческой мысли – с другой, аналогию этой новой концепции? Не могут ли эти аналогии помочь нам примириться с парадоксальностью новой концепции, которая позволяет применить к изучению событий, происходящих в пространстве и времени, созданное математиками учение о многообразии?

В главе III мы говорили о тех психофизиологических исследованиях, начало которых было положено Беркли и которые установили различие между тем геометрическим пространством Евклида, к которому мы до сих пор относили все явления, и тем физиологическим пространством, из которого оно произошло и от которого оно резко отличается. Даже при своём наибольшем приближении пространство физиологическое, пространство нашего непосредственного опыта, отличается от пространства науки, к которому нас привело расширение нашего географического и астрономического опыта. Легко преодолено было человеческой мыслью различие между правым и левым, между передним и задним, но не так легко было преодолеть

различие между верхом и низом, нашедшее выражение в аристотелевском учении об естественных местах тел. Чтобы выразить невозможность какой-нибудь вещи, Сосикл Коринфский говорит у Геродота: «Скорее небо будет под землёю, а земля будет парить в воздухе над небом, чем...». Припомним то, что говорилось против антиподов, против людей, висящих головами вниз, и перевернутых вершинами вниз деревьев. И теперь после многих столетий «здравый смысл» не прошедшего школу человека не мирится с этими для нас обычными фактами. Теперь новое расширение наших знаний, введение в круг наших опытов скоростей, приближающихся к скорости света, заставляют нас объяснять явления (опыт Майкельсона, тонкую структуру спектральных линий) тем, что для нас очевидно, что различие пространства и времени есть только результат нашей организации и что истинная реальность есть мир, совокупность точек-событий, определяемых четырьмя числами. То, что называется специальной теорией относительности, есть утверждение инвариантности законов мира по отношению к некоторой группе (L) преобразований, оставляющей неизменным выражение s^2 или дифференциальную квадратичную форму $x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2$.

Но специальная теория относительности, подобно принципу относительности классической механики, относится только к равномерным и прямолинейным движениям и группа (L) есть группа линейных преобразований, по своему виду весьма близко схожая с группой, характеризующей евклидово пространство, и вполне совпадающая с ней (по виду, но не по числу переменных), если ввести, вместе с Минковским, мнимое время. Мир становится тогда евклидовым многообразием четырёх измерений.

Можно ли, однако, примириться с тем исключительным положением, которое и специальной теорией относительности, и классической механикой приписывается равномерным прямолинейным движениям?

Ещё в глубокой древности мыслители (может быть, Зенон и, наверное, Аристотель) искали абсолютно покоящееся тело среди хаоса разнообразных относительных движений. Когда Протагор утверждал своё общее положение о человеке, как мере всех вещей, об относительности всех наших знаний, он не мог не видеть наиболее яркого аргумента в пользу своего утверждения в тех иллюзиях, которые связаны с движением. Позже, когда возник вопрос о том, кто прав в вопросе о неподвижности земли – Аристарх Самосский или Птолемей, – вопрос этот был в сущности вопросом о различии между относительным и абсолютным движением. Ньютон указал на возможность отличить абсолютное движение от относительного, но ни его физическое доказательство, ни метафизическая аргументация Канта не могли окончательно решить вопрос, и мы знаем, что в 1721 году Беркли и в 1872 году Мах высказали свое критическое отношение к идее абсолютного пространства Ньютона.

Однако не только вопрос об относительности равномерного прямолинейного движения есть частный случай общего вопроса об относительности движений криволинейных и ускоренных, но и этот общий вопрос об относительности движения есть также, в свою очередь, частный случай более общего вопроса об относительности изменений. Невозможности отличить покой от

движения соответствует более общий вопрос о том, какие изменения могут происходить, не будучи замечены наблюдателем. Испанский схоластик Бальмес (1810–1848) ставил вопрос о том, заметило ли бы человечество, если бы солнце удвоило быстроту своего бега, если бы то же самое изменение коснулось и быстроты небесных и земных явлений и если бы это ускорение в то же время распространилось бы и на нас и на наши идеи. Позже подобный же вопрос был поставлен Лапласом в его знаменитом «Изложении системы мира». Лаплас видел особое значение ньютонова закона всемирного притяжения в том, что на основании этого закона, если бы размеры всех тел Вселенной, их взаимные расстояния и их скорости возросли или уменьшились бы в одном и том же отношении, небесные тела продолжали бы описывать кривые, совершенно подобные тем, которые они описывали прежде. «Вселенная, сузившаяся до размеров, занимаемых атомом, представляла бы наблюдателю ту же самую картину... Простота законов природы позволяет нам наблюдать и познавать только отношения».

Эта проблема подобных миров³ есть частный случай более общей проблемы деформации мира. Мы можем предположить, например, что, как это имеет место в гипотезе Лоренца и Фицджеральда, тела сокращаются только в направлении их движения или подвергаются деформациям подобно тем, которые мы видим в вогнутых зеркалах. Вопрос о том, может ли быть замечена деформация Вселенной наблюдателем (предполагая, конечно, что и его тело, и инструменты измерения подвергаются деформации по тому же закону, как и все тела Вселенной), есть вопрос необыкновенно сложный, пока мы имеем дело отдельно с пространством и временем и с физическими величинами, зависящими от пространства и времени. Но этот же вопрос представляется в ином свете, если мы применим его к тому новому понятию, которое было введено Минковским, о пространственно-временном континууме-мире. Мы говорили в конце главы III, что введение этого понятия даёт нам возможность утверждать, что все наши наблюдения и опыты и всё знание, на них основывающееся, – в конечном результате сводятся к изучению пересечений мировых линий. Но подобно тому, как при деформации поверхности не изменяются пересечения линий, проведенных на поверхности, как при деформациях студнеобразной массы не изменяются пересечения линий, проведенных внутри неё, так и при деформации многообразия четырех измерений, при которых точка-событие, определяемая координатами x_1, x_2, x_3, x_4 , переходит в точку-событие x'_1, x'_2, x'_3, x'_4 , не изменяются пересечения мировых линий, если закон преобразования будет один и тот же для всех точек-событий. Преобразования эти выражаются аналитически уравнениями:

$$\begin{aligned}X'_1 &= \varphi_1(X_1, X_2, X_3, X_4), \\X'_2 &= \varphi_2(X_1, X_2, X_3, X_4), \\X'_3 &= \varphi_3(X_1, X_2, X_3, X_4),\end{aligned}$$

³ Она была предметом интересной дискуссии, в которой принимали участие Ренувье, Дельбеф, Буисс, Лешал. Читатель может познакомиться с нею по книге последнего (Lechales. Etudes sur l'espace et le temps. 1896).

$$X'_3 = \varphi_4(X_1, X_2, X_3, X_4).$$

причем функции $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ должны удовлетворять некоторым математическим условиям (непрерывность и однозначность).

Совокупность всех таких преобразований очевидно составляет группу, которую мы назвали в предыдущей главе группой (E), и если законы природы могут быть выражены в форме, инвариантной по отношению к преобразованиям группы (E), то картина видоизмененной Вселенной будет тождественна картине Вселенной до деформации. В этом заключается тот общий принцип относительности, частный случай которого составляет принцип относительности всех движений, так как группа преобразований, соответствующих движениям, составляет только частный случай общей группы преобразований (E). Но общность вида преобразований, даже в частном случае каких-либо движений, приводит к необходимости обобщить форму того инвариантного дифференциального выражения, которое определяет метрику мира, нами изучаемого. Таковы те соображения общего характера, которые могут объяснить основное положение общей теории относительности:

Мир есть многообразие четырех измерений, метрики которого определяются формулой

$$ds^2 = \sum_{ik} g_{ik} dx_i dx_k, (i, k = 1, 2, 3, 4).$$

Законы природы должны быть выражены в форме инвариантной по отношению к группе преобразований, не изменяющих выражение ds^2 .

В главе V мы указали те причины, по которым функции g_{ik} могут быть рассматриваемы в то же время как величины, характеризующие поле тяготения как потенциалы тяготения.

Таковы важнейшие основные положения общей теории относительности, которые дали возможность рассматривать теорию тяготения как главу геометрии многообразия четырех измерений. Мы указали в главе V на следствия, вытекающие из новой теории, которые придали ей особое значение. Она встретила большое сочувствие среди математиков, увидевших в ней новое подтверждение могущества математического анализа. Выдающиеся современные математики, Феликс Клейн, Давид Гильберт, Вейль, Леви-Чивита, приложили свой талант к выяснению её основ и тёмных мест теории. С другой стороны, новизна концепций и парадоксальность многих выводов отталкивает от неё тех ученых, которые привыкли иметь дело с конкретной действительностью, с явлениями, происходящими в пространстве и времени. Сдержанное отношение Лоренца и Лоджа, нападки Ленара на общую теорию относительности происходят очевидно из этого источника. Но этим нападкам, этой апелляции к здравому смыслу, можно противопоставить и указание на то, как часто этот здравый смысл обманывал человечество. Можно напомнить, наконец, знаменитые слова, которые были поставлены Озиандером как эпиграф к сочинению Коперника: «Нет необходимости, чтобы гипотезы физики были верны или даже правдоподобны. Достаточно, чтобы вычисление

выводило из них следствия, совпадающие с наблюдением». Горячие споры о значении общей теории относительности, вероятно, будут долгое время интересовать всех мыслящих людей. Представляет несомненно большой интерес оценить её с точки зрения тех двух противоположных воззрений, борьбу которых в вопросах о пространстве и движении мы проследили в начале этой главы, – того идеалистического воззрения, начало которому было положено математической философией пифагорейской школы и того феноменистического воззрения, наиболее ярким представителем которого в греческой философии был, по-видимому, Протагор.

Трудно было бы не ожидать сочувственного отношения к общей теории относительности со стороны тех последователей критического идеализма, которые придают особое значение именно математической философии. Не является ли теория Эйнштейна блестящим подтверждением основной мысли пифагореизма? И действительно, один из виднейших представителей Марбургской школы, Кассирер, в сочинении „Zur Einsteinischen Relativitätstheorie“ (Berlin, 1921) считает положения новой теории вполне совпадающими с философией своей школы. «Теория относительности», пишет Кассирер, «учит нас не считать явления, как они нам представляются, за истину, то есть за выражение окончательных законов опыта. Предмет физики – не отдельные свойства, как они нам представляются, но только единство законов природы». В особенности важно, по мнению Кассирера, то подтверждение, которое теория относительности, уничтожившая, как говорит Эйнштейн, последний остаток физической сущности пространства и времени, заменившая их отношениями между числами, даёт и кантовскому учению о пространстве и времени и той мысли, которая особенно дорога Марбургской школе, по взглядам которой действительно инвариантны не какие-либо вещи, но только отношения или функциональные зависимости.

Наиболее последовательно проводит те же мысли Эддингтон в своем прекрасном сочинении „Space, Time and Gravitation“ (Cambridge, 1920). Интересно уже та фикция, с помощью которой он ярко иллюстрирует свой взгляд на «природу вещей» в последней главе своей книги: «Представьте себе, – говорит он, – что вся наша культура погибла, как в свое время погибли культуры шумерийцев и инков. Но человеческая мысль возобновляет свою работу. Около 5000 года нашей эры новые археологи находят единственный остаток нашей культуры, учебник шахматной игры. Что даст им внимательное изучение тех примеров шахматной игры, которые они там найдут? Они поймут, что речь идёт о передвижениях в многообразии двух измерений по известным законам, что одно „нечто“ имело право двигаться с $a1$ на $d4$ или $e5$, нечто другое переходит от $a1$ к $b3$ и т.п. Но узнает ли кто-нибудь из этих археологов и других учёных, привлеченных к решению загадки, какую форму имели и из какого материала были образованы те клетки, на которые разделено многообразие двух измерений, какую форму имели реальности, двигавшиеся по изученным законам; наконец, кто были те, которые выдумали законы игры и передвигали по этим законам?»

«Таковы же и наши знания; они суть только знания отношений между символами некоторых „неопределимых“, неизвестных реальностей. Всё, что мы называем пространством, временем, движением, материей, электричеством, тяготением, есть только проявление этих отношений». Взгляды Эддингтона всего более характеризуются также его фразой: «Дайте мне отношения – и я построю материю и движение».

Стоя на этой точке зрения, Эддингтон является защитником новой теории электромагнитных явлений, опубликованной Вейлем в 1918 году и подробно изложенной в его сочинении: «Raum – Zeit – Materie» (4-е издание, 1921). Подобно тому, как теория Эйнштейна определяет метрику мира с помощью некоторой квадратичной формы или, иначе говоря, с помощью основного тензора, составляющие которого являются потенциалами тяготения, теория Вейля связывает электромагнитные явления с некоторой линейной формой или, иначе говоря, с некоторым вектором.

Если теория Эйнштейна основана на отрицании некоторых основных положений классической механики, то и теория Вейля основана на удалении одного утверждения, лежащего в основе Римановой геометрии.

Мы указали в главе III, что в своих исследованиях о многообразиях многих измерений Риман ввёл положение о независимости единицы длины, служащей для измерения многообразия, от положения в этом многообразии. В теории Эйнштейна – Минковского предполагается также, что интервал ds^2 и входящие в его выражение величины измеряются также одной единицей, какую бы точку-событие мира мы ни рассматривали, то есть в какой бы точке пространства и в какой момент времени мы не производили бы измерение. Но не есть ли это положение произвольно принятая предпосылка? Имеем ли мы право утверждать, что если, находясь в Петрограде 1-го марта, мы желаем в Казани 1-го мая произвести измерение некоторого расстояния, то результат измерения будет один и тот же и в том случае, когда масштаб останется в Петрограде до 1-го мая и тогда перенесётся в Казань, и в том случае, когда, напротив он уже 1-го марта будет перенесён в Казань и будет лежать там без употребления? Другими словами, спрашивается, зависит ли перенесение отрезка от той мировой линии, по которой оно совершается. Вейль ставит в основание своей теории предположение, что бесконечно малое изменение числа l , измеряющего отрезок при переходе от мировой точки (x_1, x_2, x_3, x_4) к точке, бесконечно близкой $(x_1 + dx_1, x_2 + dx_2, x_3 + dx_3, x_4 + dx_4)$, пропорционально числу l , и коэффициент пропорциональности выражается линейной формой

$$\varphi_1 dx_1 + \varphi_2 dx_2 + \varphi_3 dx_3 + \varphi_4 dx_4.$$

Подобно тому, как по теории Эйнштейна поле тяготения связано с основным метрическим тензором g_{ik} , по теории Вейля вектор, составляющие которого суть $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$, определяет электромагнитное поле. Метрика мира определяется, таким образом, 14 числами⁴, если допустить, что в природе все

⁴ 10 чисел g_{ik} и четыре числа φ .

проявления силы сводятся к тяготению и к силам электромагнетизма. Вейль показывает, что простейшее предположение, которое мы можем сделать относительно функций φ , равносильное допущению независимости перенесения отрезка от пути, приводит к основным уравнениям электродинамики, данным Максвеллом⁵.

Теория Вейля не подтверждается до сих пор никакими конкретными фактами и поэтому не встретила пока сочувствия физиков (сдержанно относится к ней и Эйнштейн); но она несомненно представляет новый шаг на том пути введения принципов относительности, которым последовательно шла человеческая мысль. Она вводит новый принцип – принцип относительности величины, подобно тому как общая теория относительности основана на принципе относительности движения. С другой стороны, и по своему основному характеру она аналогична теории Эйнштейна. И та и другая не дают на вопросы о природе тяготения или электричества иного ответа кроме математических соотношений между мировыми параметрами. Исполняется пророчество Декарта: «Науки в их настоящем состоянии закрыты маской и представились бы в своей полной красоте, если сорвать с них эту маску; умственному взору того, кто обозревает цепь наук, она без труда представится тогда как ряд чисел».

В математических соотношениях между числами, выражающими законы сопряжения «точек-событий», этих неопределимых далее элементов мира, идеализм, возрождая основную идею пифагореизма, может видеть ту истинную реальность, которая скрывается за нашими ощущениями, и находить в общей теории относительности новый аргумент против материализма, нашедшего эту реальность в атомах и их движении. «Мозг, составленный из дифференциальных коэффициентов потенциалов g_{ik} , едва ли может считаться менее приспособленным к целям мышления, чем мозг, составленный из ничтожно малых бильярдных шаров» (Eddington).

Таковы идеалистические выводы из общей теории относительности. Но из неё можно сделать и делают иные выводы. Одной из целей нашей работы было выявить ту атмосферу научной мысли, в которой была создана общая теория относительности. Подобно тому, как гипотеза абсолютного пространства Ньютона выросла в атмосфере английского платонизма, так и идеи, положенные в основание теории Эйнштейна, совпадают с идеями той школы научной философии, выдающимися представителями которой являются Мах и Авенариус.

Не только отношение к вопросам об инерции и об абсолютном движении сближают Маха и Эйнштейна; мы привели в предыдущей главе цитату, в которой творец теории относительности признает заслуги в этом отношении своего предшественника. Но существуют и иные черты ещё более глубокого сходства в воззрениях Маха и в выводах теории относительности.

⁵ Основываясь на теории Ми, по которой материя рассматривается как электрический феномен, и исходя из принципа вариационного исчисления, Гильберт построил также математическую теорию физических явлений, основными параметрами которой являются те же 14 чисел, определяющие физическое состояние Вселенной.

Одна из важнейших сторон этой теории есть бесспорно слияние геометрии с физикой, другими словами, уничтожение того особого положения, которое со времени Платона и Демокрита занимало пространство, уничтожение различия между первичными и вторичными качествами. Но Мах уже в 1866 году писал: «Физическое пространство, которое я имею в виду (которое включает в себе вместе с тем и время), есть не что иное, как зависимость явлений друг от друга. Современная физика, которая распознала бы эту основную зависимость, не имела бы больше никакой надобности в особых воззрениях пространства и времени, так как они и без того были бы исчерпаны».

Та настойчивость, с которой Мах проводил свои взгляды на цель и характер научных исследований, на необходимость избегать «кажущихся задач» (Scheinprobleme), находит свое рельефное выражение в физике Эйнштейна: «Понятие существует для физики постольку, поскольку есть возможность в конкретном случае определить, верно оно или нет». Мах как будто бы предвидел то значение, которое будет иметь уничтожение догмы независимости времени от пространства, когда он писал: «Наука более выигрывает от того, что она игнорирует, чем от того, что рассматривает».

Нельзя не согласиться поэтому со словами одного из наиболее видных представителей школы Маха, Петцольда, когда он в своей статье «Отношение мыслей Маха и теории относительности» (Приложение к последнему, седьмому изданию «Механики» Маха) пишет: «Теория относительности не находится ни в одном из своих существенных утверждений в противоречии со взглядами Маха. Она есть плод его мыслей, пустивших глубокие корни и широко разветвившихся в могучее дерево». Но взгляды Маха на физику и геометрию, на цели научного исследования неразрывно связаны с его философскими воззрениями – отрицанием иной реальности, кроме наших ощущений, с тем течением, которое ведет нас через Беркли к Протагору. Гёте выразил основную идею этого течения в словах: «Всякая философия природы остаётся в конце концов только антропоморфизмом. Мы можем, как хотим, наблюдать природу, измерять, вычислять, взвешивать, но всегда остаются только наши впечатления, наш мир; всегда человек остается мерой вещей».

Если общая теория относительности находится в такой тесной связи с взглядами Маха, то едва ли прав Кассирер, когда он говорит: «У теории относительности общее с релятивистическим позитивизмом только название». Становится, напротив, вполне понятным то сочувствие, с которым общая теория относительности встречена представителями этой школы позитивистов.

Но если общая теория относительности имеет, как мы увидели, точки соприкосновения с двумя противоположными философскими мировоззрениями, если она встречает горячее сочувствие у представителей и того и другого воззрения, то нельзя ли видеть в этом указание на возможность и приближение синтеза, сближающего эти воззрения? В конце XVIII века Кант дал синтез, сблизивший детерминизм математической философии Ньютона с идеалистическими воззрениями Декарта и Лейбница; этот синтез надолго определил собой философское мышление человечества. Но синтез Канта не мирится с результатами неевклидовой геометрии и едва ли можно примирить его, как

продолжают думать многие, с результатами теории относительности. Новый будущий синтез, конечно, также не удовлетворит навсегда человеческую мысль. Расширение физического опыта с одной стороны, могущество математического анализа – с другой, откроют уму новые горизонты, подобно тому, как это сделала теория Эйнштейна. Тот царственный путь, по которому пойдет человеческая мысль и впредь, будет одинаково далёк и от «антинаучных построений и безответственных мистических исканий» современных неоплатоников и гностиков, и от узкого фанатизма, считающего материализм Геккеля и Энгельса последним словом человеческого мышления. Приведет ли этот путь человечество к решению загадки «реальности» и к решению другой загадки, почему и для чего вспыхнула на ничтожной космической пылинке человеческая мысль, в истории которой страница, посвященная вопросам о пространстве, времени и движении, есть одна из самых важных и плодотворных? – тому и другому решению этого вопроса противопоставим лозунг:

«Laboremus» («Будем трудиться»). – *Прим. ред.*).

PHILOSOPHICAL SIGNIFICANCE OF THE THEORY OF RELATIVITY

A.V. Vasiliev

*Chapter VI from A.V. Vasiliev's book "Space, Time, Movement"
(Berlin: Argonauts Publishing House, 1922)*

DOI: 10.22363/2224-7580-2022-4-190-221

ХАЙДЕГГЕР О «ВОЗМОЖНОСТИ»

Марк Синклер

*Перевод с немецкого И.А. Рыбаковой**

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

Аннотация. Данная статья М. Синклера посвящена проблеме модальности в философских работах М. Хайдеггера, в частности его исследованию бытия-в-возможности как одного из модусов бытия. Автор подробно анализирует эволюцию понятия «возможность», начиная с 1920-х годов и заканчивая поздними работами Хайдеггера, по мере которой эта философская категория претерпевает определенные изменения. Также проводится анализ той роли, которую сыграли онтологическая философия Аристотеля и феноменология Гуссерля в становлении Хайдеггера как мыслителя. Наконец в статье представлены интерпретации хайдеггеровской категории возможности современными исследователями, такими как И. Томсон, У. Макнил, Дж. Вулф и др. Делается вывод о том, что категория возможного была для Хайдеггера ключевой в его построении структуры бытия, и раскрытие разнообразных аспектов этой категории происходило на протяжении всего философского пути М. Хайдеггера.

Ключевые слова: Хайдеггер, бытие-в-возможности, актуальность, действительность, *dupamis*, Аристотель, Гуссерль, *Dasein*

Проект Мартина Хайдеггера «Бытие и время» (*Sein und Zeit*, 1927)¹ включает в себя критику формы «актуализма» в философии вместе с продвижением определенной идеи возможности. Это впервые проявляется в замечаниях в § 7 текста относительно идеи феноменологии как школы или метода в философии XX века: «сущностный характер» феноменологии, пишет Хайдеггер, «не состоит в ее актуальности как философского „движения“. Выше действительности стоит возможность (*Möglichkeit*)» [SZ 38]. Таким образом, Хайдеггер, по-видимому, выдвигает несомненно трудную мысль о том, что возможность в случае феноменологической школы более соответствует тому, что или как она есть, чем ее актуальность. Далее в тексте эта мысль выдвигается более сознательно: «Возможность, – пишет Хайдеггер в § 31, – есть наиболее изначальная и конечная (*ursprünglichste und letzte*) положительная

* E-mail: irina.rybakova.88@list.ru

¹ Я ссылаюсь на пятнадцатое издание *Sein und Zeit* (Tübingen: MaxNiemeyer, 1984) в квадратных скобках в основной части текста как SZ. Оба доступных перевода текста на английский язык содержат нумерацию страниц немецкого издания как заметки на полях и поэтому я на них не ссылаюсь. Я в долгу перед Мэттом Барнардом и Джозефом Картером за ответы на черновики этого эссе.

онтологическая детерминация» [SZ 143] бытия – первого прежде всего, того бытия (Dasein, на немецком языке Хайдеггера), которым является каждый из нас. Таким образом, далекое от чисто методологического значения в рамках размышлений об идее феноменологии понятие возможности как некоего конституирующего сущность бытия является для Хайдеггера основанием и вершиной, альфой и омегой онтологии. Возможность, следовательно, не отлична от бытия и не образует царство возможностей, которое не совсем, еще не или не полностью в бытии; скорее, она принадлежит сущности самого бытия, и она может быть связана с тем, что бытие, по Хайдеггеру, не должно отождествляться с традиционными представлениями о «действительности». Что бы ни говорил текст 1927 года о смысле бытия – с его наиболее фундаментальной задачей, состоящей в том, чтобы показать, что время является «горизонтом всякого понимания бытия вообще» [SZ 1] – в самом сердце *Sein und Zeit* представляет собой размышление о Sein und Möglichkeit, о бытии и возможности.

В курсе лекций зимнего семестра 1925–1926 годов «Логика: вопрос об истине» Хайдеггер указал на важность идеи возможности для своего философского проекта. Он даже предполагает, что его задача состоит в выяснении природы возможности как таковой: понятие возможности до сих пор было совершенно неясным [ganz ungeklärt] в научной философии; и степень его прояснения обычно ограничивается возможностью в смысле модальности, той модальности, которая рассматривается в контексте утверждений и их возможной достоверности. Таким образом, идея возможности связана с актуальностью и необходимостью как определениями бытия и даже бытия природы в самом широком смысле. Смысл возможности и тип структур возможности, принадлежащих Dasein как таковому, до сих пор совершенно скрыты от нас².

Эти замечания содержат два ключа к пониманию проекта Хайдеггера в 1920-е годы. Хайдеггер сигнализирует, во-первых, что он не предлагает концепцию возможности в рамках традиционных параметров учения о модальности, поскольку он не касается непосредственно модальности утверждений и условий их истинности. Даже различие модальности de dicto и de re, модальности «в языке» и «в вещах», мало помогает для понимания хайдеггеровского подхода, поскольку и то и другое утверждается и понимается через язык. Хайдеггер, как станет ясно, стремится пролить свет на понимание возможности в вещах, которое предшествует и, возможно, несводимо к любой пропозициональной и теоретической позиции, которую мы занимаем по отношению к миру. Однако с этой идеей возможности «в вещах» требуется некоторая

² Martin Heidegger, *Gesamtausgabe. Vol. 21: Logik: Die Frage nach der Wahrheit* / ed. by W. Biemel. Frankfurt am Main: Klostermann, 1995. P. 228; *Logic: The Question of Truth* / transl. T. Sheehan. Bloomington: Indiana, 2010. P. 191. После первоначального предоставления полной библиографической ссылки на том „Gesamtausgabe“ Хайдеггера и на его английский перевод, я ссылаюсь на него с помощью аббревиатуры GA, за которой следует номер тома, номер страницы и, после косой черты, номер страницы перевода. Я часто изменял переводы, как в процитированном отрывке: перевод ganz ungeklärt как «совершенно неясный» вместо «совершенно неясный» заставляет Хайдеггера противоречить самому себе в оставшейся части предложения.

осторожность, поскольку Хайдеггер также дает понять, что его интересует не столько модальный статус вещей, которыми мы не являемся, – «природа в самом широком смысле», – сколько то бытие, которое есть мы. Сосредоточившись – хотя и не исключительно, как станет ясно, – на человеческом бытии, на «структурах возможности, принадлежащих Dasein», Хайдеггер стремится схватить чувство возможности как конститутивное для самой сущности бытия и, таким образом, переосмыслить саму идею возможности.

Этот акцент на идее возможности, однако, не заканчивается Daseinsanalytik бытия и времени и хайдеггеровским проектом «фундаментальной онтологии» 1920-х годов. Это в равной степени важно для его более поздней работы. Согласно «Вкладам в философию», тексту, написанному между 1936 и 1938 годами, который часто считается второй крупной работой Хайдеггера, именно посредством понятия возможности может быть установлено «иное начало» [ein anderer Anfang] в философии: «Возможное [das Mögliche] по существу происходит в бытии [Seyn] самом и как его глубочайшая трещина, так что в мышлении об ином начале бытие должно сначала мыслиться в форме возможного»³. Это другое начало в философии, которое исходит из идеи возможного, необходимо, утверждает Хайдеггер, именно в силу преобладания идей актуальности, или действительности, в истории метафизики. «Метафизика», как он пишет, используя этот термин в уничижительном смысле, «делает „актуальное“ как то, что есть [als das Seiende], своей отправной точкой и целью любого определения бытия», тогда как более фундаментальное и оригинальное мышление бытия постигает бытие как возможное⁴.

Понятие возможности, таким образом, занимает центральное место в мышлении Хайдеггера как в рамках его «фундаментальной онтологии» 1920-х годов, так и после Kehre или поворота, которым отмечено его философское развитие в 1930-х годах. Но как именно мы должны понимать те или иные концепции возможности и как именно мы должны понимать их в связи с традиционными учениями о модальности?⁵ Основная цель настоящей

³ Heidegger Martin. Gesamtausgabe. Vol. 65: Beiträge zur Philosophie (Vom Ereignis). Frankfurt am Main: Vittorio Klostermann, 1994. P. 475; Contributions to Philosophy (Of the Event) / transl. R. Rojcewicz and D. Vallega-Neu. Bloomington: Indiana University Press, 2012. P. 374.

⁴ Heidegger GA 65 475/374.

⁵ Попытки напрямую обратиться к хайдеггеровской концепции возможности и связать ее с традиционными доктринами модальности, возможно, удивительно редки в исследованиях Хайдеггера. «Möglichkeit und Wirklichkeit Мартина Хайдеггера» Вольфганга Мюллера – Лаутера (De Gruyter: Berlin, 1960) – самое длинное и прямое исследование, но оно не является исключением из правила, согласно которому все, что было опубликовано о Хайдеггере до 1980-х годов, учитывая публикацию его Gesamtausgabe, представляет чисто исторический интерес. Не ссылаясь на работу Мюллера – Лаутера, в его «Хайдеггер, возможное и Бог» (впервые опубликованную в «Хайдеггер и вопросы жизни» под редакцией Р. Кирни и Дж. О’Лири, Париж: Грассет, 1981; переиздано в «Хайдеггер, Критические оценки», том 4, под редакцией К. Макканна, London: Routledge, 1992, с. 299–324), Ричард Кирни отметил, что вопрос о возможном «до сих пор сильно игнорировался комментаторами Хайдеггера» (стр. 299), и обращается к нему напрямую как в эссе, так и в его «Поэтике возможного:

главы – показать, как хайдеггеровское объяснение *Möglichsein* бытия-в-возможности опирается на интерпретацию его бытия как формы движения. Хайдеггер может рассматривать бытие *Dasein* как бытие-в-возможности, поскольку он рассматривает *Dasein* – подобно феноменологической школе мысли, как мы видели выше, – как движение. Идея *Dasein*-движения или подвижности [*Bewegtheit*] относительно слабо развита в тексте «Бытия и времени», но она возникает, как я покажу, в интерпретациях аристотелевской концепции модальности и движения, которые Хайдеггер выдвинул ранее в этом десятилетии, и вытекает из них. Хотя заявления о превосходстве возможности в 1927 году в «Бытии и времени» противоречат утверждениям Аристотеля о превосходстве действительности или «энергии»⁶ ранее, до его явной формулировки проекта «фундаментальной онтологии» в соответствии с сопряженными вопросами бытия и времени, Хайдеггер попытался извлечь концепцию бытия как *Möglichsein* из Стагирита. Если можно с полным основанием утверждать, что «в западной мысли существуют три широкие концепции возможности»⁷, то Хайдеггер не занимается ни учением о возможностях как отличном от реального мира, ни критической теорией модальности в кантовском смысле, а скорее – хотя он стремится радикализировать ее – возможностью в аристотелевском смысле потенциальности как онтологическую детерминацию вещей, которая является условием их действительности и контрастирует с ней.

Во второй части эссе рассматривается хайдеггеровское объяснение *Dasein* как бытия-возможного в терминах его подвижности, тогда как третья показывает, как эту подвижность в конечном счете следует мыслить как движение времени – времени в том особом смысле, в котором Хайдеггер объясняет его именно как *временность*. Затем в четвертом разделе показано, как правильное понимание движущегося присутствия как возможности бытия позволяет нам понять спорный анализ смерти «Бытием и временем» как «возможности невозможности» существования. Тем не менее объем этой статьи не ограничивается ни хайдеггеровским описанием *Dasein* как сущего-возможного, ни его философским проектом 1920-х годов. Ибо после рассмотрения в первой части статьи модального смысла объяснения бытия-орудия в «Бытии и времени» пятая часть посвящена тому, чтобы показать, как размышления Хайдеггера о «модальности» художественного производства во введении 1930-х годов приводят к сдвигу в его интерпретации возможности и его интерпретации модального мышления Аристотеля таким образом, что это окажется ключевым для его *Kehre*.

феноменология герменевтики фигуры» (Paris: Beauchesne, 1984). Из более поздних исследований Уильяма Макнила «Переосмысление возможного: о радикализации возможности в бытии и времени Хайдеггера» (в «Условие возможности», *theory@buffalo* 13 (2009), 105–25), предлагает пронизательные замечания о мышлении Хайдеггера, но имеет более узкую направленность, чем это эссе, и его меньше интересует положение Хайдеггера в истории философии.

⁶ См. Аристотель, *Метафизика IX*, 1049b13.

⁷ Mohanty J. N. Husserl on “Possibility” // *Husserl Studies*. 1984. 1. P. 21.

8.1. *Удобство и возможность быть*

В «Бытии и времени» возможность есть одновременно «категория (Kategorie)» и «экзистенциальное (Existenziale)», то есть она характеризует как бытие вещей, так и бытие – экзистенцию – Dasein, то бытие, которым мы являемся. Хотя Хайдеггер не останавливается на этой дихотомии, важно признать ее, поскольку, как я покажу, именно измененная концепция возможности по отношению к вещам, которыми мы не являемся, лежит в основе его Kehre в 1930-х годах. Однако краткие замечания о возможности как категории в § 31 «Бытия и времени» предполагают знаменитый анализ бытия-орудия или удобства, приведенный ранее в тексте. В §§ 15–18 выдвигается утверждение, что, прежде чем стать изолированными объектами незаинтересованного теоретического взгляда, вещи проявляют себя как указывающие за пределы самих себя в пределах горизонта моих практических интересов. Вещи постигаются как «полезные для», «хорошие для» определенной цели, и в данной ситуации каждая вещь видится в отношении к другим: молоток, например, указывает за пределы себя на гвозди и на доски внутри горизонта поставленной задачи. Вещи в своей индивидуальности ускользают от моего внимания в той мере, в какой они используются, в той мере, в какой я поглощен своим практическим проектом, но для Хайдеггера это наблюдение имеет онтологическое, а не только психологическое значение. Вещи, встречающиеся в пределах горизонта моих практических интересов, суть *zuhanden*, иными словами, их бытие есть не объективность или неопределенное понятие «реальности вообще», а скорее *Zuhandenheit*, подручность. Быть под рукой – это не просто свойство чего-то, чего-то *vorhanden*, как выразился Хайдеггер, то есть эксплицитно присутствующего в качестве объекта⁸. Это еще менее продукт чисто субъективного суждения или оценки. Подручность есть скорее дотематическая целесообразность, присущая вещам и определяющая их существование, способ их бытия.

Конечно, эта внутренняя целесообразность не возникает без практического замысла деятеля; вещь не может быть целеустремленной без кого-то, кто имеет цель. Согласно § 31, целесообразность вещи есть функция допредикативного, допонятийного понимания присутствия, составляющего горизонт, в котором появляются вещи. Этот практический горизонт есть один из аспектов того, что Хайдеггер понимает под «миром», который не является вещью или собранием вещей, а скорее принадлежит бытию Dasein как *in-der-Welt-sein*, бытию-в-мире⁹. Понимание этого практического горизонта мира – это не просто пассивное восприятие данного, а проекция или *Entwurf*, которая структурирует отношения агента с конкретными вещами. Однако проекцию

⁸ Смысл ссылки на руку (Hand) в термине *Vorhandenheit*, который для Хайдеггера служит для перевода *existentia* [SZ 42], проясняется только хайдеггерским «разрушением истории онтологии», существенным элементом его проекта фундаментальной онтологии. Один аспект этого ‘разрушения’ касается того, каким образом бытие в философской традиции означает быть произведенным, быть (сделанным) вручную. По этому вопросу см. главу 1 моей книги «Хайдеггер, Аристотель и производство искусства» (Basingstoke: Palgrave, 2006).

⁹ См. § 15 работы «Бытие и время».

здесь не следует понимать в смысле вторичной и в конечном счете фиктивной интерпретации внутренне бесцельных вещей *vorhanden*. Вместо этого дотематическая целесообразность, сразу понятая и спроецированная деятелем, определяет, по Хайдеггеру, само бытие подручных вещей. В каждом нашем отношении к существу, утверждает Хайдеггер, есть понимание этих сущностей в их бытии, а в обращении с подручным есть и должно быть понимание их подручности.

В § 18 Хайдеггер рассматривал встречу *Dasein* с подручными вещами в горизонте практического проекта как *Freigabe*, как освобождение или высвобождение вещи для того, для чего она хороша; вещи, поскольку я занимаюсь ими, высвобождаются, чтобы быть такими, или, лучше сказать, такими, какие они есть, а именно готовыми для использования. Однако в § 31, содержащем некоторые из наиболее программных замечаний о возможности в «Бытии и времени», он объясняет это высвобождение кратко, но не менее выразительно, в модальных терминах: «...когда то, что есть в мире, само освобождается, это сущность освобождается для собственных возможностей. Подручное раскрывается как таковое в его полезности, полезности, вредоносности [*Dienlichkeit, Verwendbarkeit, Abträglichkeit*]» [SZ 145]. В горизонте моих практических проектов вещи встречаются как полезные, годные к употреблению, доступные или, наоборот, как недоступные или как вредные, и эта практическая возможность, эта форма практической модальности пребывает не только в мыслях деятеля – в моих, как хотел бы сказать Кант, просто субъективных телеологических суждениях. Осознание модальности предшествует явному концептуальному мышлению, и эта практическая модальность так же принадлежит вещам, как и человеку, использующему их. Конечно, осознание этой практической модальности достигается не «теоретико-тематическим рассмотрением возможного как возможного и учетом его возможности как таковой», а скорее заботой о том, что я могу сделать и сделать действительным с помощью инструмента в руке, «осмотрительно отворачиваясь от возможного и глядя на то, для чего это возможно [*das Wofür-möglich*]» [SZ 261]. Мне никоим образом не нужно рефлексивно осознавать подручность, чтобы она была подручна; напротив, подручное как таковое предшествует и до известной степени ускользает от явного, понятийного осознания.

Основной момент для нас таков: есть практическое сознание, «я могу», которое лежит в основе и предшествует рефлексивному самосознанию «я мыслю», но это «я могу» дано и равнозначно «может» благодаря дорефлексивным возможностям, предоставляемым мне рассматриваемой вещью или вещами. Теперь другие мыслители феноменологической традиции, включая Эдмунда Гуссерля, вполне могут предложить версии этого понимания, и мы можем лучше понять специфику подхода Хайдеггера, сравнив его с подходом его учителя. Гуссерль, как известно, утверждает, что в перцептивном опыте наличная вещь дается с неким ореолом или горизонтом возможностей; часть предполагаемого смысла моего восприятия, скажем, этого стола здесь и сейчас и с той позиции, в которой я его воспринимаю, заключается в том, что,

когда я двигаюсь, другие невидимые в данный момент аспекты стола представляются сами собой. Единство трехмерного объекта в опыте, другими словами, не является, как будет утверждать убежденный эмпирик, продуктом простых ассоциативных и вторичных процессов в уме. В этом смысле, описывая «Действительность и потенциальность интенциональной жизни», Гуссерль утверждает, что «каждая актуальность включает в себя свои потенциальности, которые не являются пустыми возможностями, а, скорее, намеренно очерченными возможностями»¹⁰; другие возможные аспекты стола очерчены в аспекте того стола, который я вижу, и эти возможности, поскольку они составляют аспект подразумеваемого смысла любого данного объекта, более определенно уходят корнями в перцептивный опыт, чем в любую простую логическую возможность. Можно утверждать, вслед за Дж. Н. Моханти, что этот горизонт, принадлежащий всякому объективному опыту, не является просто вопросом интеллектуального познания, а сам по себе является «практическим горизонтом... указывающим на систему возможностей для практического вмешательства». Стол представляется чем-то, за чем я могу работать или вокруг чего я могу ходить, и таким образом «заранее очерченные возможности выполнения являются практическими возможностями»¹¹. Потенциальные возможности, данные перцептуальному сознанию, с самого начала являются функцией практического сознания «я могу». Понимаемый таким образом взгляд Гуссерля на горизонты в восприятии и на восприятие стоит в непосредственной близости от объяснения *Zuhandenheit* у Хайдеггера. Тем не менее в их подходах есть существенная разница: для Хайдеггера дело не только в том, что актуальная вещь присутствует в предельно практическом горизонте заранее очерченных возможностей или потенциальностей. Хайдеггер убеждает нас признать, что само бытие вещи есть нечто иное, чем актуальность или *Vorhandenheit* именно постольку, поскольку вещь удаляется от сознательного осознания как изолированный объект, когда я целенаправленно занимаюсь своими проектами. Короче говоря, Гуссерль видит отдельные вещи с ореолом или тенью, призывающей к практическому ответу, тогда как Хайдеггер видит вещи как внутренне и дотематически взаимосвязанные, каждая из которых указывает за пределы телеологического горизонта конкретной ситуации.

Можно задаться вопросом, не преувеличивает ли Хайдеггер в своем описании орудийного бытия степень дообъективности или нетематичности вещей, схватываемых в практическом опыте. Можно также задаться вопросом, почему он начинает с инструментов и мира мастерской в узком смысле, чтобы объяснить практический опыт вообще¹². Для наших текущих целей, однако, достаточно заметить, что принятие в расчет дотематического понимания возможности – не просто вспомогательная деталь в теории модальности. Напротив, оно представляет собой фундаментальное осознание модальности,

¹⁰ Husserl E. *Cartesian Meditations*. The Hague: Martinus Nijhoff, 1960. §19. P. 45.

¹¹ Mohanty J. N. *Husserl on 'Possibility'*. P. 27–28.

¹² Ответ на оба эти вопроса ищите во второй главе моей книги «Хайдеггер, Аристотель и произведение искусства».

осознание, данное до явного понимания концептуальной возможности, то есть до концепций того, что может быть объективно представлено. Эта особая форма модального понимания предшествует концептуальной возможности точно так же, как, по мнению Хайдеггера, вещи сначала встречаются как *zuhanden*, прежде чем их возможное явление появится как объективно присутствующее, как *vorhanden*. Однако это эпистемологическое превосходство сопровождается онтологическим превосходством. В случае возможности как «модальной категории *Vorhandenheit*», пишет Хайдеггер, «возможность означает то, что еще не актуально и никогда не бывает необходимым. Он характеризует то, что просто возможно. Онтологически оно находится на более низком уровне, чем действительность и необходимость» [SZ 143]. Мы могли бы понимать возможность в этом смысле как «простую пустую логическую возможность» [SZ 143] или в более реальном или метафизическом смысле, вслед за Кантом, как характеризующую то, что согласуется с – трансцендентальными – условиями опыта, но в любом случае это характеризует дефицитный способ бытия. Напротив, в хайдеггеровском анализе орудийного бытия возможность определяет самый полный и самый первоначальный способ бытия или существования вещей. Традиционные доктрины модальности не учитывают это ощущение возможности; и они обошли его именно благодаря преобладанию идеи существования, понимаемого – конечно, по-разному, в разные моменты традиции – как объективное присутствие. Для Хайдеггера во всей традиции модальные категории – действительность, необходимость, возможность – суть модусы объективного присутствия, то есть существования или действительности, причем один из модусов выступает, таким образом, в качестве меры двух других, или же все три берутся как модусы «чего-то» иного, то есть бытия, смысл которого никогда адекватно не подвергался сомнению.

На этой основе и еще до рассмотрения хайдеггеровского анализа *Dasein* как бытия-в-возможности мы получаем предварительное представление о ставках его критики актуализма в философии. «Актуализм» здесь означает не просто учение, согласно которому существуют только действительные вещи – скажем, стол, на котором я пишу, – в противоположность возможным вещам, скажем, единорогу, о котором я думаю и который, как скажет актуалист, не имеет никакого бытия. С точки зрения Хайдеггера, «актуализм» в более фундаментальном плане сводится к идее о том, что бытие или существование тождественны действительности, то есть объективному присутствию. Актуализм в этом более фундаментальном смысле является, в конце концов, предшествующим основанием актуализма в более узком, современном смысле, то есть попыток исключить возможные вещи из области бытия: именно допущение, что бытие означает объективное присутствие, исключает возможности из своей области в результате того, что они недостаточно объективны или неполностью присутствуют. Это, конечно, не означает, что Хайдеггер находится на стороне «возможностников» в современных дебатах о метафизике модальности. Его мало заботит статус *possibilia*, возможности в смысле возможно объективно присутствующих, то есть возможно реальных

вещей¹³. Он скорее посвящает всю свою философскую карьеру мысли о том, что смысл бытия не может или, по крайней мере, не должен ограничиваться объективным присутствием – и вместо того, чтобы задаваться вопросом, реальны ли возможности и в какой степени, Хайдеггер побуждает нас подвергнуть сомнению преобладание идей актуальности или действительности в метафизике.

8.2. Подвижность присутствия как возможное бытие

Хайдеггер указывает на специфический модальный статус подручности почти мимоходом в § 31, и его более основная задача в этом разделе состоит в том, чтобы прояснить, хотя бы временно, бытие Dasein как бытие-возможное. Dasein понимает особые возможности, предоставляемые ему дообъективно встреченными вещами, но делает это только на фоне понимания своих собственных проектов, проектов, которые суть не что иное, как возможности его собственного бытия¹⁴. Я могу выбрать стать, как иногда говорят, тем или иным человеком – героем или предателем, стойком или трусом, распутником или дисциплинированным. И все же Хайдеггер уводит нас от идеи, что мы просто что-то или кто-то с возможностями, к идее, что само бытие Dasein есть бытие-возможное. Возможности, которыми обладает Dasein, не должны мыслиться как наличное качество или атрибут чего-то – «лица» – тоже наличного. В § 9 «Бытия и времени» уже говорилось, что способ бытия Dasein несводим ни к какому традиционному понятию существования – ни к какому понятию актуальности или экзистенции – и именно потому, что он характеризуется возможностью: «...та сущность, которая в своем бытии имеет само это бытие как исход, относится к своему бытию как к самой собственной возможности. Dasein в каждом случае есть его возможность, и оно „имеет“ эту возможность, но не только как свойство, как нечто vorhanden» [SZ 42].

Dasein – это бытие, озабоченное тем, чем или как оно может быть; и эта возможность является «самой собственной» или наиболее свойственной Dasein в том смысле, что никто другой не может прожить эту заботу, то есть прожить мою жизнь за меня. В своей заботе о том, как оно может быть, Dasein есть как бы изначальная возможность.

Таким образом, § 31 пытается прямо обратиться к проблеме экзистенции Dasein как возможности, заявленной ранее в тексте, но даже здесь Хайдеггер объявляет, что эта проблема может быть только «подготовлена как проблема» [SZ 144]. Нас это не должно удивлять: если возможность в каком-то смысле «есть» бытие Dasein и если – как напоминает Хайдеггер в аристотелевской манере на первых страницах «Бытия и времени» – бытие не может быть определено [SZ 3], то и возможность тоже не позволит схватить себя в виде

¹³ Майкл Инвуд отмечает, что Хайдеггер не имеет прямого отношения к какой-либо форме модальности в логическом смысле, и он «интересуется логической необходимостью не больше, чем логической возможностью» (Инвуд М. Словарь Хайдеггера. Оксфорд: Блэквелл, 1999. С. 172).

¹⁴ Как выразился Хайдеггер, понимание «набрасывает (project – набросок. – Прим. пер.) бытие присутствия на то, ради чего оно существует, с той же изначальностью, что и на значимость, которая конституирует мирность конкретного мира» [SZ 145].

простого определения. Более того, если возможность в каком-то смысле есть бытие, то объяснение природы или сущности возможности будет хотя бы отчасти зависеть от того, что Хайдеггер должен сказать во второй части текста 1927 года о бытии и времени, о «времени как горизонте» для всякого понимания бытия» [SZ 1]. Однако первые шаги в подготовке возможности как проблемы в § 31 включают в себя выяснение того, чем возможность в этом смысле не является. Она не является – как мы уже видели при обсуждении возможности как категории – простой логической возможностью или модальной категорией, подчиненной действительности, понимаемой как *Vorhandenheit*. Его также следует отличать от случайности, от не-необходимости, характеризующей бытие, которое может изменяться, которое может возникать и исчезать.

Хайдеггер делает еще одно, очень важное, замечание о том, что возможность как экзистенциальное не следует рассматривать как «свободнопарящее умение быть в смысле „свободы безразличия“ (*libertas in Differentiae*)» [SZ 144]. Возможности *Dasein* не являются предметом произвольного или безразличного выбора, подобно тому, как кто-то выбирает главное блюдо из меню, не движимый ни одним из вариантов. Постичь возможность таким образом значило бы неверно понять природу *Dasein* как существа, которое в некотором смысле «выбирает», так и природу возможностей, из которых оно «выбирает»¹⁵. *Dasein* не выносит суждений об объективных возможностях, которые просто безразличны к нему, и не рассматривает эти возможности с внешней по отношению к ним позиции; напротив, оно всегда и уже находится в мире, имеющем историю и, таким образом, как бы уже воспринявшем определенные возможности: «В любом случае *Dasein*... уже попало в определенные возможности. Как умение быть (*Seinkönnen*), какое оно есть, оно таковые упустило; оно постоянно лишает себя возможностей своего бытия, ловит их и промахивается. Но это значит, что *Dasein* есть бытие-в-возможности (*Möglichsein*), отданное самому себе, целиком и полностью брошенная возможность» [SZ 144]¹⁶.

Понимание возможности *Dasein* есть, конечно, функция наброска или *Entwurf*, но само это набрасывание всегда и уже брошено или брошено [*geworfen*] в том смысле, что мы всегда и уже находимся в данной ситуации и в определенном моменте истории. *Dasein* связано с этим миром и историей

¹⁵ Недавнее обсуждение ‘выбора’ как несводимого к интеллектуальному размышлению в тексте Хайдеггера см.: Béatrice Han-Pile. *Freedom and the Choice to Choose to Oneself* // *The Cambridge Companion to Being and Time* / ed. by M. Wrathall. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. P. 291–319.

¹⁶ Пассажи, подобные этому, предполагают, что Хайдеггер в некотором смысле стремится отличить потенциальность Присутствия или умения быть (*Seinkönnen*) от его «бытия-в-возможности» (*Möglichsein*). Однако далеко не очевидно, что Хайдеггер пытается обозначить разницу между «нашими жизненными проектами, с одной стороны, и нашим проецированием себя в эти проекты, с другой», как утверждает Иэн Томсон, никоим образом не разъясняя и не обосновывая свое утверждение, в “*Death and Demisein Being and Time*”, в Кембриджском издании: *The Cambridge Companion to Heidegger’s Being and Time* / ed. by A. Wrathall. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. P. 260–290 (p. 269).

и зависит от них. Возможность в известном смысле составляет сущность свободы присутствия, но согласно этой идее брошенности свобода присутствия не абсолютна; Dasein, конечно, не автономен в смысле самообоснования¹⁷.

Но если Dasein не есть внеисторический, изолированный, самообоснованный субъект, то столь же малы и возможности его выбора для себя объектов: «...Характер рассудка как проекции таков, что рассудок не схватывает тематически то, на что он проецирует, то есть возможности. Схватывание его таким образом лишило бы проектируемого самого его характера как возможности и свело бы его к данному содержанию, которое мы имеем в виду [SZ 145]».

Возможности, предлагаемые вещами, можно понять концептуально и рефлексивно; но до этого Dasein имеет понимание иного пласта возможностей, которые в конечном счете являются возможностями его бытия и которые являются дотематическими, допредикативными и допонятийными. Этот приоритет опять же представляет собой онтологическое превосходство, а не недостаток; возможность в этом смысле, согласно «Бытию и времени», есть возможность в самом подлинном смысле. Хайдеггер, кажется, даже утверждает, что интеллектуальная интерпретация возможности, то есть понимание возможности как концептуальной или идеальной – свело бы возможность к действительности, ибо концептуальные возможности, хотя и не присутствующие в мире в действительности, тем не менее, представляют собой представления о возможно реальных вещах или событиях.

Хайдеггер, возможно, указывает здесь на комбинаторную интерпретацию возможности: концептуальные возможности, в конце концов, являются действительностями, потому что эти понятия, предположительно, как и все понятия, происходят из чувственного опыта. Для комбинатора единороги хотя и не актуальны, но возможны именно и лишь постольку, поскольку их идея сочетается с идеями реальных лошадей и рогов. Если таково намерение Хайдеггера, его подход, стоит отметить, имеет общие черты с объяснением возможности, которую Анри Бергсон, мыслитель, чьей концепции времени как длительности, очевидно, обязан Хайдеггер, развивался примерно в то же время. В своей работе «Возможное и действительное»¹⁸ Бергсон утверждает, поддерживая традиционное отождествление возможности с мыслимостью, что возможное не предшествует реальному, как, скажем, у Лейбница, а скорее, следует из него, поскольку наши идеи того, что возможно, вытекают только из действительности. На этой основе Бергсон предлагает особый и радикальный ответ на часто упоминаемую трудность объяснения новизны в рамках комбинаторной интерпретации возможности: вещи или события в их новизне *невозможны до того, как они произойдут*. «Макбет», скажем, был невозможен до того, как он был написан, именно потому, что он не был предвидим, то есть мыслим до того, как был написан; и он стал возможным,

¹⁷ По этому поводу см. раздел III книги Уильяма Макнила „Rethinking the Possible: On the Radicalization of Possibility in Heidegger’s Being and Time“.

¹⁸ Она была опубликована в 1934 году в томе под названием «Мысль и движущееся» и недавно была переиздана A. Bouanicheetal: Paris: Presses Universitaires de France, 2009.

то есть мыслимым, только как реально существующее произведение искусства. Теперь Хайдеггер мог бы принять многие элементы этой конкретной интерпретации возможности как представимости, но, в отличие от Бергсона, он стремится мыслить под заголовком «возможность» более фундаментальный смысл модальности, несводимый к мыслимости¹⁹.

Согласно «Бытию и Времени», Dasein во всяком случае не отличается от допонятийных возможностей, которые оно проецирует и постигает, ибо эти возможности суть, в сущности, возможности его собственного бытия. Однако недостаточно сказать, что Dasein не отличается от возможностей, которые оно проективно понимает, ибо фундаментальное и более позитивное утверждение Хайдеггера состоит в том, что Dasein – это возможности, которые оно проецирует (набрасывает): «...предбросок предвосхищает свои возможности как возможности и как таковым дает им *быть*. Понимание есть как бытийный способ представить Dasein, в котором оно *есть* как возможность возможности»²⁰ [SZ 145].

Присутствие уже есть его возможности, и, таким образом, эти возможности не просто составляют несовершенное состояние, из которого Dasein движется к тому, чтобы впоследствии стать тем Dasein, которым оно действительно является. Утверждать – это не значит, конечно, отрицать, что Хайдеггер стремится объяснить бытие Dasein в соответствии с идеей движения. Бытие и время, безусловно, – хотя Хайдеггер и говорит об этом неявно в тексте 1927 года – основано на идее того, что Dasein имеет собственную форму движения, «движимость (Bewegtheit)» [SZ 374], которая аналогична, но несводима к способности передвижения или любой другой аристотелевской категории движения или изменения, применимого к вещам. Характеристика «рода бытия», свойственного Dasein, в приведенном выше отрывке напоминает фактически аристотелевское «определение» движения в «Физике III» как «актуальность возможного как такового (tou dunamei onos entelecheia hei toiouton)» – как действительность возможного как возможного²¹.

¹⁹ В «Поэтике возможности» на с. 35 Ричард Керни совершенно справедливо замечает, что, с точки зрения Хайдеггера, мы должны дистанцироваться от концепции возможности Бергсона. Противоположное утверждение Феликса О'Мурчадхи (Kairos and Chronos in Heidegger, London: Continuum, 2013), что Бергсон и Хайдеггер «разделяют мысль» о том, что «если мы хотим понять возможность на основе свободы, тогда ее больше нельзя рассматривать как область существующих вариантов который может быть выбран» (р. 24), бесполезно в том смысле, что оно выходит за рамки всего, что Бергсон на самом деле говорит о возможности. Однако по вопросу о том, каким образом философия Бергсона требует более позитивного понимания модальности, чем критика возможности, которую он представляет в 1934 году, См. мою статью «Бергсон о возможности и новизне» (Archiv für Geschichte der Philosophie 2014. 96/1. P. 104–125).

²⁰ Бытие и время / пер. с нем. В. В. Бибихина. 5-е изд. М.: Академический проект, 2015. С. 145.

²¹ Аристотель, Физика, III.1, 201a10. То, что Хайдеггер повторяет определение движения Аристотеля в последнем цитированном отрывке из § 31 «Бытия и времени», похоже, ускользнуло от внимания даже тех комментаторов, которые больше всего заинтересованы в том, чтобы подчеркнуть важность определения движения Аристотелем для Daseins analytik Хайдеггера.

Для того чтобы понять хайдеггеровское присвоение Аристотеля в этой связи, крайне важно увидеть, что определение движения, данное Стагиритом, едва ли можно объяснить движением просто как переходом от возможности к действительности. Такое объяснение движения через переход было бы недостаточным по крайней мере в двух отношениях: во-первых, оно было бы круговым, поскольку объясняет движение как переход, то есть как движение между двумя состояниями; и, во-вторых, оно ничего не говорит нам о самом движении, а лишь кое-что о состояниях, между которыми движется пребывающая в движении вещь²². У нас есть все основания полагать, что Аристотель думает не о процессе и не о результате процесса, а об особом модусе или способе бытия – движении, в котором возможное реально или подлинно существует как возможность того, что оно есть. Вот как Хайдеггер интерпретирует определение Аристотеля в курсе лекций 1924 года об основных понятиях аристотелевской философии: «движение есть энтелехия, присутствие [Gegenwart] сущего как способность быть-там [als des Daseinkönnen], и действительно это присутствие до тех пор, пока оно способно быть там. Движение есть наличие способности быть-там как таковой»²³.

Движение – это «там, где» возможность существует полностью как возможность в том смысле, что способность дерева образовывать статую становится действительно очевидной и полностью существует только в процессе ее реализации. Движение, как говорит Аристотель, есть известный род *energeia*, бытия-в-работе или деятельности, деятельности *ateles*²⁴, еще не завершенной, и поскольку движение еще не закончилось, возможное может действительно казаться возможным. Конечно, учитывая, что реализация возможности есть, в случае движения, отмена этой возможности, Хайдеггер также утверждает, что возможность действительно появляется только на пути к ее упразднению. Несмотря на этот парадокс, совсем недавно Арье Косман выдвинул подобную интерпретацию: аристотелевское определение движения пытается выявить «деятельность способности быть»²⁵, деятельность, которая еще не характеризует пассивную потенцию дерева формировать статую и которая больше не принадлежит статуе как готовому продукту.

Чтобы понять аристотелевское определение движения, важно увидеть, что существуют уровни потенциальности: способность дерева формировать статую скрыта и неактивна, когда дерево не обрабатывается, но проявляется

²² Для этих аргументов см.: Косман А. Определение движения Аристотеля // *Phronesis*. 1969. 14/1. P. 40–62 (p. 42).

²³ Heidegger. Gesamtausgabe. Vol. 18: Grundbegriffe der aristotelischen Philosophie. Frankfurt am Main: Vittorio Klostermann, 2002. P. 313; *The Basic Concepts of Aristotelian Philosophy* / transl. R. Metcalfe and M. Tanzer. Bloomington, IN: Indiana University Press, 2009. P. 211. В 1924 году *Dasein* еще не является термином искусства в философском лексиконе Хайдеггера, и здесь оно означает существование вообще.

²⁴ Аристотель, *Физика*, V, 2, 201b32. «Бытие-в-работе» – на англ. яз.: “being-in-work”.

²⁵ Косман признает сходство идей с Хайдеггером: Косман А. *Эссе об онтологии Аристотеля*. Кембридж, Массачусетс: Издательство Гарвардского университета, 2013. С. 68.

как «деятельная потенциальность», а *tätige Möglichkeit*²⁶, когда слово претерпевает изменение посредством работы мастера.

Движение или изменение в самом широком смысле есть, конечно, движение от чего-то к чему-то, от одного состояния к другому, от возможности к действительности, но есть своеобразное бытие этой структуры «от-к», этого бытия на пути к завершению, бытия-в-пути, где возможность полностью существует как возможность – и именно оно находится в центре внимания Хайдеггера в аристотелевской концепции движения²⁷. Это особое «настоящее (Gegenwart) этого бытия-от-к»²⁸, его рассматриваемой структуры, как утверждает Хайдеггер в 1924 году, – и именно ее он включит в описание свойственной Dasein подвижности. Присутствие каким-то образом простирается между своими возможностями и их реализацией. В самом деле, как сформулирует Хайдеггер во второй части работы «Бытие и время», подвижность Dasein есть функция «растягивания», которое необходимо есть «растянутое саморастягивание [erstreckten Sicherstreckens]» [SZ 374–5], поскольку нет внешней силы, которая растягивала бы Dasein. Поскольку присутствие так растянуто, его возможности, с одной стороны, могут вполне и подлинно существовать как возможности, а с другой стороны, оно может существовать как эти возможности. В сущем Dasein движется, конечно, от частных возможностей к их реализации, но бытие Dasein – как сущее, которое всегда находится в «движении», как сущее, которое, пока оно живо, не является «законченным продуктом» – состоит в своеобразном растянутом бытии или деятельности возможного, то есть в его движении.

Хотя Dasein может актуализировать отдельные возможности, оно никогда не может быть просто актуализировано этими возможностями, ибо оно постоянно находится в движении, постоянно на пути к другой возможности

²⁶ Хайдеггер записывает это в своих „Handschriften“ к курсу лекций летнего семестра 1924 года: GA18 378/256. Джозеф Картер, в своей работе: Хайдеггеровское «Бытие к смерти» как радикализация определения движения Аристотеля // Epoché. 2014. 18/2. P. 473–502, показывая, что Хайдеггер предлагает описание уровней потенциальности у Аристотеля, легко опровергает утверждение Франсиско Гонсалеса (Кому принадлежит метафизика Присутствия? Интерпретация энергии и дьюнамис Хайдеггером // Южный философский журнал. 2006. 44. С. 533–568) о том, что Хайдеггер предлагает путаную интерпретацию концепции движения Аристотеля в лекционном курсе 1924 года.

²⁷ На Хайдеггера, безусловно, оказало влияние переложение аристотелевских модальных категорий Сереном Кьеркегором в его религиозно мотивированных психологических размышлениях, но другое эссе могло бы показать, что именно благодаря этой интерпретации движения как способа бытия немецкий философ выходит за рамки замечательных и загадочных размышлений о «Гамлете».

²⁸ Хайдеггер, GA18 315/212. Изложение Гуссерлем горизонтов, конституирующих опыт, имело большое значение для хайдеггеровского изложения бытия и возможности, как мы видели в первом разделе этого эссе, и как утверждает Иен Макдональд в книге «„То, что есть, больше, чем оно есть“: Хайдеггер и Адорно и приоритет возможности» (Международный журнал философских исследований. 2011. 19/1. С. 31–57). Это, однако, только идея движения, которая позволяет прорваться к объяснению бытия Dasein как бытия-возможного. Статический анализ Гуссерлем идеальных горизонтов, составляющих настоящую вещь, еще не приводит нас к идее Присутствия как простирающегося за пределы самого себя, за пределы настоящего, в соответствии со специфической структурой «от-к», характерной для движения.

своего собственного бытия. Присутствие может быть возможностями, которые оно понимает и проецирует, возможностями, которыми оно еще не является, – но оно никогда не может быть просто однажды реализованными возможностями, поскольку оно всегда больше, чем оно есть на самом деле, всегда на пути к другой возможности своего собственного бытия. «Dasein в его бытии всегда уже *вперед* себя самого. Dasein всегда уже «вне себя», не как отношение к другому сущим, которым оно не является, а как бытие к возможности быть тем, чем оно само является» [SZ 191–2], как сформулирует это Хайдеггер в § 42 «Бытия и Времени». Именно в этом смысле Dasein в своем бытии есть Seinkönnen [SZ 144], способность быть или возможность быть. Таким образом, как утверждает Хайдеггер в §31:

«Присутствие всегда «больше», чем оно эмпирически есть, захоти и сумей кто зарегистрировать его как наличное в его бытийном составе. Оно опять же никогда не больше, чем фактично есть, поскольку к его фактичности сущностно принадлежит умение быть. Однако как бытие-возможное Dasein никогда и не меньше; то есть, то, что оно *еще не* есть, оно *есть* экзистенциально» [SZ 145]²⁹.

Различие между действительностью и фактичностью здесь ключевое: если мыслить бытие «действительно», то есть согласно традиционной идее действительности, тогда Dasein, будучи протянутым и, следовательно, всегда впереди себя, оказывается либо меньше, либо больше, чем то, что есть. И все же «меньше» в такой же степени, как и «больше», здесь предполагает онтологический критерий, который, как утверждает Хайдеггер, совершенно неадекватен Faktizität или фактичности, особому роду мирского и исторического бытия Dasein как возможности-для-бытия.

8.3. Темпоральность и модальность истории

Проективное (набрасывающее) понимание Dasein своих собственных возможностей, лежащее в основе его повседневного обращения с подручными вещами мира, является, по мнению Хайдеггера, наиболее фундаментальной формой нашего осознания возможности. Это, как он выразился в

²⁹ На фоне этого параграфа Джудит Вулф (Эсхатология Хайдеггера: богословские горизонты в ранних работах Мартина Хайдеггера. Оксфорд: Издательство Оксфордского университета, 2013. С. 119) утверждает, что «хайдеггеровское описание возможности в § 31 «Бытия и времени» может быть подвергнуто критике на собственных условиях Хайдеггера как пространственная реализация бытия-как-возможности. Поскольку Присутствие – *есть* его возможность (в настоящем), а не отношение к какой-либо конкретной возможности (в будущем), никакой конкретный выбор или событие на самом деле не имеют значения для его сущности». Напротив, каждый конкретный выбор, который делает Присутствие, имеет для него значение, потому что то, что оно решает и делает, становится — как мы увидим — его фактическим и брошенным бытием, которое конституирует то, чем или, лучше, кем является Присутствие. Этот анализ возможности в части I „Бытия и времени“, как станет ясно ниже, не противоречит части II текста, а ведет к ней. Вулф не разъясняет, почему именно анализ Хайдеггера на этих страницах сводится к пространственной локализации Dasein и дополнительной локализации утверждению, что «таким образом, „делая опространственной“ возможность, Часть I сохраняет, несмотря на свой феноменологический метод, характеристики philosophia perennis: философии, присваивающей себе точку зрения Бога вне фактического опыта», – это не более чем произвольное утверждение.

1928 году, «источник возможности как таковой»³⁰. Тем не менее утверждения § 31 «Бытия и времени» относительно Dasein как Seinkönnen вряд ли могут быть приняты или даже поняты без дальнейшего развития. Представление о том, что Dasein есть то, чем оно еще не является, проблематично не в последнюю очередь потому, что оно явно противоречит общепринятому, «вульгарному» пониманию времени как последовательности моментов. Если Dasein есть то, чего еще нет, то оно существует за пределами настоящего и в некотором смысле является его будущим. То, что это мысль Хайдеггера, становится явным во второй части «Бытия и времени», и в частности в § 65, касающемся «Временности понимания», где он начинает интерпретировать предыдущие выводы текста в терминах темпоральности: «Основой набрасывающего (проецирующего) понимания в экзистентной возможности лежит будущее как для-себя-наступление из всегдашней возможности, в качестве каковой всегда экзистировать присутствие. Будущее делает онтологически возможным сущее, которое есть так, что оно экзистировать, понимая в своей способности быть. Будущий по сути набросок не конципирует сперва набросанную возможность тематически в представлении, но бросает себя в нее как возможность» [SZ 336].

Бытие Dasein состоит в допонятийном, проецирующем понимании своих индивидуальных и частных возможностей. Но эти экзистенциальные возможности делаются возможными благодаря структуре Dasein Existenz таким образом, что Dasein, «проективно» понимая свои возможности, всегда и уже проектируется за пределы себя. В этом смысле будущее делает возможным возможность быть, что есть Dasein, а Dasein, таким образом, есть его будущее. Более того, поскольку именно прошлое завещает Dasein «данные возможности», Хайдеггер также утверждает, что Dasein каким-то образом является его прошлым. Способ бытия Dasein каким-то образом состоит в том, чтобы быть растянутым между своим прошлым и будущим; Dasein и есть эта протяженность.

Таким образом, становится ясно, что хайдеггеровское размышление о Sein und Möglichkeit, о бытии и возможности, ведет к критике «вульгарной» концепции времени и сопутствующему описанию Zeitlichkeit или темпоральности, представленному во второй части «Бытия и времени». Вульгарная концепция времени является выражением, если использовать современную философскую терминологию, «презентизма», поскольку она утверждает, что настоящее, каким бы мимолетным оно ни было, является единственным реальным аспектом времени. И все же Хайдеггер далек от защиты «этернализма» в противовес «презентизму», поскольку первый в равной степени является выражением глубоко укоренившейся «метафизики присутствия». Этерналист просто расширяет область актуального, утверждая, что прошлое и будущее в равной степени реальны или действительны (то есть презентны), как и настоящее, различие между этими двумя аспектами временности существует лишь в качестве нашей точки зрения, исходящей из нашей

³⁰ Heidegger M. Gesamtausgabe. Vol. 26: Metaphysische Anfangsgründe der Logik im Ausgang von Leibniz / ed. by K. Held. Frankfurt am Main: Vittorio Klostermann, 1978. P. 244; Metaphysical foundations of Logic / transl. M. Heim. Bloomington, IN: Indiana University Press, 1984. P. 189.

системы отсчета»³¹. Хайдеггер, напротив, ставит под сомнение первичность действительности и присутствия и их роль в качестве онтологических стандартов. Бытие, утверждает он, по крайней мере в случае бытия присутствия, включает в себя прошлое и будущее таким образом, что бытие «есть» не просто настоящее. Dasein – это его прошлое и его будущее; и то и другое выходит за рамки любой обычной или традиционной концепции времени, сводящей существование к стандартам настоящего. Прошлое и будущее каким-то образом существуют – это не значит, что они присутствуют или что они в каком-то смысле являются вещами, потому что прошлое и будущее Dasein не являются рядом моментов настоящего, которых, соответственно, уже нет или еще нет.

«Будущее [Zukunft]», в самом глубоком или изначальном смысле, «значит тут некое теперь, которое, еще не став «действительным», лишь когда-то будет быть, но наступление [Kunft], в каком присутствии в его самой своей способности быть настает для себя» [SZ 325]. Будущее, понимаемое таким образом, настолько фундаментально для бытия Dasein как способности-быть, что Хайдеггер может утверждать его превосходство по отношению к прошлому и настоящему [SZ 337]. Тем не менее будущее есть то, что оно есть, только посредством прошлого, понимаемого в особом смысле «бытийности» или Gewesenheit присутствия: «Только поскольку Dasein есть то же, чем «я был», оно может прийти к себе в будущем таким образом, чтобы вернуться» [SZ 352].

Прошлое в этом смысле есть то, что оно есть посредством Wiederholung [SZ 375], которое есть не просто повторение того же самого, но повторение с отличием, продуктивное повторение, которое принимает то, что было, как источник возможности для будущего. Бытие присутствия не есть царство мертвой необходимости, и тем не менее возможности, которые оно оставляет, таковы, каковы они только в своем повторении через открытость будущего. Следовательно, если будущее предполагает прошлое, то лишь в той мере, в какой само бытие предполагает будущее: «Dasein может быть своим бытием лишь постольку, поскольку оно будущее» [SZ 352]. Существует взаимная принадлежность бытия Dasein и его будущего, и время как временность в этом смысле «не означает „последовательность“ («Nacheinander») того, что Хайдеггер называет „экстазами“ прошлого, настоящего и будущего: „Будущее не позднее бытия, а оно, в свою очередь не ранее настоящего“» [SZ 350]. Бытие – это не серия «сейчас», которых уже нет, а будущее – это не серия «сейчас», которых еще нет. Вместо этого прошлое, настоящее и будущее «происходят», так сказать, «одновременно».

Если бытие Dasein есть форма движения или подвижности, как утверждает Хайдеггер во второй части «Бытия и времени», то время есть сущность этой подвижности. Dasein – это движение времени, где изначальное время –

³¹ Некоторые интересные замечания по поводу описания времени Хайдеггером в связи с различием презентизма/этернализма в «аналитической» философии времени XX века см. в книге Джека Рейнольдса: *The Analytic / Continental Divide: A Contretemps? // The Antipodean Philosopher. Vol. 1 / ed. by G. Oppy, N. Rakakis, L. Burns. Lanham, MD: Lexington, 2011. P. 239–254.*

это не просто «прохождение», «поток» или «процесс», а «экстатическая темпоральность», в которой «экстазы» будущего, настоящего и прошлого не являются независимыми частями или взаимоисключающими аспектами времени³². Согласно этой экстатической временной структуре, возможности, завещанные бытием Dasein в любой конкретной ситуации, не просто предшествуют настоящему. Они, конечно, не предшествуют настоящему, как возможные миры, которые бог Лейбница обзирает, прежде чем актуализировать лучший из них. Они даже не предшествуют настоящему в том смысле, что составляют постоянно растущий блок прежних реальностей, независимо существующий резервуар возможностей, в который Dasein время от времени может «погружаться». С точки зрения Хайдеггера, возможности скорее являются тем, чем они являются, только благодаря своему будущему повторению, своему оживляющему извлечению, и не существуют независимо от последнего³³. Следовательно, не имеет большого смысла задаваться вопросом, предшествует ли возможность хронологически действительности или наоборот. Вспомним, что в «Метафизике IX» Аристотеля интересует, является ли действительность онтологически, эпистемологически, а также хронологически предшествующей возможности³⁴.

Как только мы вместе с Хайдеггером признаем, что экстатическая темпоральность онтологически предшествует и делает возможным хронос или часы-время, мы приходим к пониманию того, что возможность не предшествует действительности во времени. Оба приходят, так сказать, «в одно и то же время» и в конечном счете вместе составляют шок новизны. Присутствие, таким образом, экстатически растянуто между своим прошлым и будущим, так что возможности, завещанные его «бытием», являются по своей сути бу-

³² Джозеф Картер, в своем «Хайдеггеровское „Бытие к смерти“ как радикализация определения движения Аристотеля», на странице 474 вопрошал: «Если временность является фундаментальным аспектом бытия присутствия, то почему Хайдеггер также отмечает, что присутствие конституируется в терминах движения? Являются ли эти два способа противоречащими друг другу, или, возможно, в темпоральности присутствия есть что-то большее, что явно не указано в тексте?» Я, надеюсь, прояснил тот момент, что в „Бытии и времени“ не указано, как мышление Хайдеггера – в 1920-х годах в целом, а также в двух опубликованных частях текста – переходит от анализа подвижности присутствия как потенциальности для бытия к объяснению темпоральности, которая этот анализ требует и предполагает.

³³ В 1928 году Хайдеггер недвусмысленно критикует версию Бергсона об этой теории «растущего блока» прошлого как таковой; см. GA 26 266/206.

³⁴ Аристотель, Метафизика IX, 1049b13. Замечания Аристотеля относительно хронологического приоритета: «возможность в одном смысле предшествует, в другом – нет». В «Проблеме существования Аристотеля» (Париж: Издательство Universitaires de France, 1962. С. 442–443, перевод мой) Пьер Обенк использует этот двойной ответ в поддержку своего аргумента о том, что описание движения Аристотелем уже является экстатическим в хайдеггеровском смысле: «Дебаты о соответствующем приоритете возможности и действительности – это ложные дебаты. Действительное и возможное являются в равной степени исходными; они являются лишь экстазами движения; только столкновение возможности и действительности реально; только насилие человеческого дискурса может поддерживать разобщенное... изначальное напряжение, которое составляет в своем вечно разделенном единстве бытие».

дущими. Только поскольку оно экстатически растянуто таким образом, возможность может быть выше действительности и Dasein может существовать как возможность-бытия. Как выразился Хайдеггер в курсе лекций 1928 года: «...в нас самих возможность выше действительности, потому что вместе с самим присутствием это высшее бытие становится наличным. Это бытие-высшее [Höhersein] возможного по отношению к действительному существует лишь тогда, когда темпоральность временит себя [sich zeitigt]»³⁵. Если бы Dasein не было «экстатически» спроецировано за пределы себя в свое бытие и будущее, оно не могло бы быть способностью-быть, а было бы чем-то действительно присутствующим, и, соответственно, возможность могла бы иметь только более низкий онтологический статус, чем актуальное присутствие, понимаемое как смысл бытия. Таким образом, «первоначальная детерминанта возможности, источник самой возможности», как пишет Хайдеггер в 1927 году, есть время, поскольку оно «временит себя»³⁶. Анализ возможности и повторения в «Бытии и времени» применим не только к индивидуальной темпоральности, но и к коллективной истории. Возможности, завещанные Dasein, приходят к нему не только из его собственного индивидуального прошлого, но также и, может быть, прежде всего, из прошлого его сообщества, из «прошлого его порождения» [SZ 20]. Это прошлое, как и индивидуальное прошлое присутствия, «есть не то, что следует за ним, а то, что уже идет впереди него» [SZ 20]. Более того, Хайдеггер распространяет этот анализ возможности и повторения на наше явное знание прошлого при изучении истории³⁷. Он утверждает, что надлежащая «тема истории», исторического знания, «не есть ни просто уникальное событие, ни парящее над ним общее, но фактически экзистентно бывшая возможность» [SZ 395]. Подлинный или аутентичный способ изучения истории не должен быть связан ни исключительно с записью прошлых реальностей в смысле установления того, что «действительно произошло», ни с попыткой разглядеть необходимые законы, управляющие историческим процессом. Вместо этого изучение истории должно быть в первую очередь связано с возможностью, и оно будет: «...тем проникновеннее размыкать тихую силу возможного, чем проще и конкретнее понимает и „лишь“ представляет бытие-бывшим-в-мире из его возможности» [SZ 394].

Исторический процесс есть история человеческих существ, каждое из которых, как Dasein, есть бытие-возможное, и подлинное историческое исследование должно брать эту возможность-бытия за свой первичный предмет. Можно сказать, что историография должна признать человеческую свободу своим собственным объектом, и Хайдеггер мог бы с радостью принять такое

³⁵ Heidegger M. GA 26 280/216.

³⁶ Heidegger M. GA 24 Die Grundprobleme der Phänomenologie / ed. by F.-W. von Herrmann. Frankfurt am Main: Klostermann, 1989. P. 463; *The Basic Problems of Phenomenology* / transl. A. Hofstadter. Bloomington, IN: Indiana University Press, 1982. P. 325.

³⁷ Здесь невозможно обсуждать природу и законность хайдеггеровского перехода – если таковой имеется – в работе «Бытие и время» от анализа индивидуальной темпоральности к анализу коллективной истории.

утверждение при условии, что кто-то последует за его попыткой в «Бытии и времени» понять свободу с точки зрения его анализа возможности и экзистенциальной темпоральности. С этой точки зрения вопрос о том, предлагает ли Хайдеггер модус истории, связанный или не связанный с «фактами», равносильно ложному спору: если исторические факты понимаются просто как прошлые реальности, то Хайдеггер, безусловно, побуждает нас смотреть за их пределы, но если они понимаются в их фактичности, то есть как проявление потенции-бытия присутствия, то изучение истории, по крайней мере в том экзистенциалистском модусе истории, который предполагает Хайдеггер, должно начинаться и заканчиваться ими³⁸.

Такой экзистенциалистский способ исторического исследования основывается на особом, аутентичном способе историчности присутствия, на подлинном способе *Geschichtlichkeit* или историчности, в котором прошлое, насколько это возможно, подлинно «повторяется» ради будущего: «...лишь посредством историчности [*Geschichtlichkeit*], которая является фактической и подлинной, может ли история [*Historie*] того, что было... раскрываться таким образом, чтобы при повторении „сила“ возможного проникала в наше фактическое существование» [SZ 395]³⁹. В этом смысле исторический мир является областью возможного не только потому, что он есть история прежних потенций бытия, но также и потому, что он есть то, что он есть, только как функция будущего *Dasein* в настоящем. Мы могли бы обыденно считать, что историческое прошлое является областью необходимости, поскольку мы больше ничего не можем с этим поделать, но для Хайдеггера прошлое в его смысле и значении для нас еще впереди. Так, он пишет в 1928 году: «Актуальность того, что было, заключается в его возможности. Возможность проявляется как ответ на живой вопрос, ставящий перед собой будущее настоящее в смысле „что мы можем сделать?“ Объективность исторического заключается в неисчерпаемости возможностей, а не в фиксированной жесткости результата»⁴⁰.

³⁸ Феликс О'Мурчада отвечает на утверждение Дэвида Хоя (История, историчность и историография в бытии и времени / под ред. М. Мюррей // Хайдеггер и современная философия, Нью-Хейвен: Издательство Йельского университета, 1978), что историк должен интересоваться не фактами, а возможностями, следующим образом: «Действительно, Хайдеггер утверждает, что темой историографии является возможность былого существования. Однако тема – это „горизонт“ проекции, который содержит определенную область сущностей... В пределах этого горизонта находятся объекты конкретных наук, сущности, имеющиеся в наличии. Историография не раскрывает свою тему в ее истинности. Она остается привязанной к своим объектам. Без понимания этого различия между темой и объектом попытка Хайдеггера выйти за пределы историографии и хронологии остается неясной» (Время революции, с. 27). Однако Хайдеггер не пытается «превзойти» историографию (то есть изучение истории), а скорее побуждает историка вести ее правильным образом; и нет никаких оснований рассматривать «тему» историографии как некое трансцендентальное условие, которое предполагается историком, но не доступно ему напрямую.

³⁹ Для более подробного изложения утверждений Хайдеггера относительно истории и возможности см.: Esposito C. Heidegger. Storia e fenomenologia del possibile. Bari: Levante editori, 1992, и в особенности главу «La storiografia come scienza del possibile».

⁴⁰ GA 26 88/62.

Изучение истории не должно, в духе молодого Ницше из второго «Несвоевременного размышления», быть иногда критическим, иногда антикварным, а иногда монументальным. Оно должно, как утверждает Хайдеггер в § 76 работы «Бытие и время», быть всеми тремя одновременно; и, как всегда монументальное, оно всегда должно быть связано с тем, что мы можем сделать сейчас и в будущем, с прошлым как источником возможности для настоящего и будущего⁴¹.

8.4. *Смерть как возможность невозможного*

Никакое рассмотрение хайдеггеровской трактовки возможности не может быть всеобъемлющим без обсуждения его трактовки смерти (Tod) как «возможности абсолютной невозможности Dasein» [SZ 262]. Это изложение долгое время было предметом споров, но моя цель здесь – показать, как адекватное понимание бытия Dasein – возможного как движения – позволяет нам лучше понять его и позволяет избежать более крайних позиций, занимаемых по отношению к нему внутри.

Как я могу понять смерть? Я не могу пережить собственную смерть, учитывая, что в тот момент, когда она произойдет, меня уже не будет. Я могу переживать только умирание в смысле мгновений перед смертью, но не саму свою смерть. «Смерть, – пишет Хайдеггер, – не дает Присутствию ничего для „актуализации“, ничего, чем Присутствие как действительное могло бы быть само» [SZ 262]. Несмотря на то, чем является смерть, конец моего существования не является действительным событием в этом существовании, и даже не является последним. Тем не менее, как утверждает Хайдеггер, есть еще одна причина отсутствия актуальности смерти: я не переживаю смерть, наблюдая, как кто-то другой «уходит». Я, конечно, наблюдаю их переход от бытия-живого к бытию-мертвому, но, несмотря на наше обычное употребление языка и серьезность события, я не переживаю их смерти, ибо смерть в ее самом собственном смысле всегда есть *моя смерть*⁴². Смерть, по выражению Хайдеггера, «безотносительна (unbezüglich)» [SZ 250], поскольку никто не может переживать со мной мою смерть, и в этом смысле всегда умираешь один. Смерть есть «собственное (eigenste)» [SZ 250] свойство Dasein, поскольку никто не может умереть вместо меня, и это радикально индивидуализирует ситуацию. Кто-то может героически спасти мою жизнь ценой своей, но никто не может взять мою смерть на себя в смысле пережить ее за меня, и

⁴¹ Относительно щедрая интерпретация Хайдеггером второго «Несвоевременного размышления» Ницше в § 76 работы «Бытие и время» значительно изменена на его семинаре по тексту 1938 года; см. Gesamtausgabe. Bd. 46: Zur Auslegung von Nietzsches II. Unzeitgemässer Betrachtung, перевод У. Хаазе и М. Синклера как интерпретация 2-го «Несвоевременного размышления» Ницше (Bloomington, IN: Indiana University Press, 2016). См. также: Хаазе У., Синклер М. «История и смысл жизни» у Хайдеггера в XXI веке / под ред. Т. Гиоргакиса и П. Энниса. Dordrecht: Springer, 2015.

⁴² Здесь невозможно рассмотреть многочисленные критические замечания Хайдеггера по поводу различия между моей смертью и смертью другого, но см.: Дальстрем Д. Подлинность и отсутствие смерти // Хайдеггер М. Подлинность и самость: темы из второго раздела «Бытие и время» / под ред. Д. Макмануса. Лондон: Routledge, 2015. С. 146–162 для недавнего размышления по этому вопросу.

никто не может избавить меня от необходимости когда-нибудь столкнуться с ней лицом к лицу.

Значит ли это, что смерть – необходимость? «Никто не сомневается в том, что человек умирает» [СЗ 257], и тот факт, что до сих пор не найдено исключения для положения, что все люди смертны, может показаться некоей необходимостью. Смерть «не опередить (unüberholbar)» [SZ 251], и в какой-то момент, как мы якобы знаем, наше время закончится и должно закончиться. Однако эта необходимость не является логической необходимостью, и в терминах аристотелевского статистического или временного описания модальности эта кажущаяся необходимость является просто возможностью; возможное поэтому есть то, что должно осуществиться в какой-то момент времени, в отличие от необходимого, действительного во все моменты времени. Если смерть должна когда-нибудь наступить, то по этой схеме она больше похожа на возможность, чем на необходимость, хотя моя смерть никогда не может быть действительным событием. Смерть тем более похожа на возможность, что она «неопределенна относительно своего времени» [SZ 258] и может произойти в любое время.

Экзистенциальный анализ смерти Хайдеггера, как известно, пытается объяснить смерть как возможность, и предыдущие замечания помогают нам понять, почему. Конечно, другие возможности Dasein могут быть актуализированы, хотя, как мы видели, Dasein никогда не может быть просто этими раз актуализированными возможностями, ибо оно всегда находится на пути к другой возможности своего собственного бытия, тогда как смерть Dasein не может. Тем не менее это, утверждает Хайдеггер, ничего не умаляет, а фактически только добавляет к характеру смерти как возможности: смерть «не предлагает никакой опоры, чтобы на чем-то напрячься, «расписать» себе возможное действительное и на том возможность забыть» [SZ 262]. Тот факт, что смерть не есть возможность действительности, является, конечно, одной из причин, по которой Хайдеггер характеризует эту возможность как «возможность невозможного». Другая причина состоит в том, что эта предполагаемая возможность сводится к тому, что Dasein больше не существует как сущее-возможное, что его вообще больше нет: «[Его] смерть есть возможность больше-не-способности-присутствовать (Nicht-mehr-dasein-könnens)» [SZ 250].

Для некоторых этот разговор о возможности, которая не является возможностью действительности, равнозначен немногим большему, чем пустая спекуляция, основанная на злоупотреблении языком. По словам Пола Эдвардса, «описывая уничтожение всякого сознания, невозможность любого способа вести себя» как возможность, «доводит злоупотребление языком до крайней степени»⁴³. Хайдеггер использует и должен использовать этот термин – «возможно» употребляется здесь в особом смысле, в смысле, который контрастирует с остальным Бытием и Временем и который сводится к

⁴³ Эдвардс П. Хайдеггер и смерть как «возможность» // Mind. 1975. 84. P. 548–566 (p. 558).

бессмыслице. Этот термин, утверждает Эдвардс, является излишним в экзистенциальном анализе смерти, поскольку Хайдеггер говорит просто о неактуальности, полном отсутствии Dasein после смерти; и если бы он описал смерть просто как «невозможность Dasein», как абсолютное небытие, он произвел бы гораздо меньше путаницы.

Уильям Блаттнер представил существенное возражение на такие обвинения, защищая использование Хайдеггером слова «возможность» как совместимое с «Бытием и Временем» в целом и призывая нас вместо этого признать, что именно термин «смерть» не имеет обычного смысла в его экзистенциальном анализе. Смерть означает не прекращение «жизни» Dasein – это то, что Хайдеггер называет «гибелью (Ableben)» [SZ 247], – но особый способ существования Dasein. Как пишет Хайдеггер: «Смерть – это способ бытия, который Dasein принимает, как только оно есть» [SZ 245]. Для Блаттнера этот особый способ существования сводится к приступу страха: «Смерть – это состояние, в котором речь идет о бытии Dasein, но в котором Dasein с тревогой не может понять себя, проецируя себя на какой-то возможный способ существования»⁴⁴. В таком приступе тревоги Dasein теряет свою власть над миром, и все его частные возможности кажутся столь же бессмысленными. Таким образом, смерть есть конкретная возможность существования, и я мог уже несколько раз «умереть»; но эта возможность заключается в том, что Dasein в своей тревоге обнаруживает, что больше не может проецировать себя ни в какую конкретную возможность – и, следовательно, больше не может быть по-настоящему. Таким образом, для Блаттнера хайдеггеровский анализ предполагает два уровня существования: существование Dasein в «тонком» смысле, раскрывающееся в приступе страха, отличное от его существования в «плотном» смысле как проецирования возможностей в любой момент и являющееся его условием.

Достоинство этой интерпретации, безусловно, состоит в том, что она подчеркивает, что хайдеггеровский анализ смерти представляет собой описание «умирания [Sterben]» [SZ 247], которое является структурой или аспектом ее существования, и, таким образом, смерть, экзистенциально понимаемая, в некотором смысле явление жизни. Хотя смерть для Хайдеггера не является прекращением жизни, тем не менее остается фактом, что структурные черты смерти в этом экзистенциальном анализе, как недавно подчеркнул Иэн Томсон⁴⁵, все заимствованы и внутренне связаны с завершающим жизнь событием, которое Хайдеггер называет кончиной. Более того, Хайдеггер не описывает смерть как эпизодическую в том смысле, в каком этого требует Блаттнеровская интерпретация смерти как приступа тревоги⁴⁶. Наконец, как

⁴⁴ Blattner W. The Concept of Death in Being and Time // *Man and World*. 1994. 27. P. 29–70.

⁴⁵ См.: Thomson I. *Death and Demise* // *Being and Time*. Cambridge, 2013.

⁴⁶ Эту критику интерпретации Блаттнера см. в книге: Карман Т. *Вещи разваливаются* // Хайдеггер, Аутентичность и Самость: Темы из второго раздела «Бытия и времени» / под ред. Д. Макмануса. Лондон: Routledge, 2015. С. 135–145.

утверждал Хави Карел⁴⁷, эта интерпретация выводит анализ смерти Хайдеггера из более широкого контекста части II «Бытия и времени», из его озабоченности временностью присутствия и конечностью этой временности.

Существует ли в таком случае способ защитить хайдеггеровское понимание смерти как «возможности невозможности существования» от обвинений в мракобесии и избыточности, который в то же время избегает недостатков деконтекстуализирующей интерпретации, предложенной Блаттнером? Я утверждаю здесь, что есть, и этот путь опирается на адекватное понимание хайдеггеровской трактовки бытия-в-возможности в терминах подвижности присутствия⁴⁸. «Смерть не дает присутствию ничего для „осуществления“ и ничего, чем оно само могло бы *быть*» [SZ 262], но Dasein все же *есть* его смерть, в каждый момент его жизни – не как действительность, а как возможность. Присутствие, как мы видели, есть возможности, которыми оно является, находясь на пути к актуализации, и эти возможности действительно существуют как возможности только тогда, когда оно находится на этом пути. Есть, однако, одна особая возможность, что Dasein находится на пути к реализации и, таким образом, существует с момента своего рождения, и эта возможность есть его смерть. Короче говоря, Хайдеггер утверждает, что Dasein, пока оно живо, есть неактуализируемая возможность собственной смерти. В фразе «возможность невозможного» нет прямого противоречия, если мы видим, что «возможность» конституирует бытие присутствия в настоящем, как бытие на пути к своей смерти, тогда как «невозможность» описывает неактуализируемый конец существования Dasein, который может постигнуть его в любое время и к которому Dasein всегда и уже движется. Нам не нужны «толстые» и «тонкие» понятия существования, чтобы увидеть в хайдеггеровской формулировке нечто иное, чем противоречие; нам нужно просто признать, что возможность для Хайдеггера является модусом бытия. Присутствие есть его возможности, когда оно находится на пути к их осуществлению, и есть одна возможность, что оно есть всегда и уже есть. Конечно, мысль о возможности, которая никогда не может быть реализована, странна; но странность хайдеггеровской формулировки следует понимать как попытку описать сущностную странность человеческого состояния – того состояния, при котором, как утверждает Хайдеггер, у человека действительно есть индивидуальное и внутреннее ощущение собственной смертности.

Таким образом, термин «возможность» в хайдеггеровском экзистенциальном анализе смерти используется в смысле, согласующемся с остальной частью работы «Бытие и время», но для того, чтобы понять этот анализ, мы сначала должны понять общий смысл возможности в хайдеггеровской интерпретации аристотелевского описания подвижности Dasein. Конечно, смерть

⁴⁷ См.: Carel H. Temporal Finitude and the Finitude of Possibility: the Double Meaning of Death in Being and Time // International Journal of Philosophical Studies. 2007. 15/4. P. 541–556.

⁴⁸ Моя интерпретация во многом обязана книге Джозефа Картера «„Sein-zum-Tode“ Хайдеггера и определение движения Аристотеля». Картер, однако, не показывает, как правильное понимание подвижности присутствия позволяет нам реагировать на веские замечания Эдвардса и Блаттнера на хайдеггеровский анализ смерти как возможности.

Dasein как возможность отлична от всех других. Это неслучайная возможность, которая не зависит от обстоятельств и конкретной ситуации. Более того, Хайдеггер изо всех сил старается показать, что чем более Dasein понимает и раскрывает себя как конечное, никогда не актуализируемое бытие-возможное, тем больше оно понимает и раскрывает себя как смертное, с ограниченным временным интервалом для каждого отдельного случая и теми возможностями, которые оно пытается реализовать: «предвосхищение» смерти, по выражению Хайдеггера, «делает доступными в возможности, которая не может быть превзойдена, все возможности, доступные Dasein» [SZ 264]. Предвосхищение раскрывает возможности как то, что они есть, а именно возможности для конечного бытия-возможного и принадлежащие ему, – и в этом смысле в смерти «характер присутствия как возможности позволяет раскрыться наиболее точно» [SZ 248]⁴⁹.

8.5. *Возможность как скрытая уместность*

Остается рассмотреть, как хайдеггеровская концепция возможности претерпевает значительные изменения в 1930-е годы – изменения, которые, как я утверждаю, являются ключевыми в повороте или Kehre, знаменующем его философское развитие в это десятилетие. Это изменение происходит посредством размышления о произведении искусства, и в частности посредством внимания к художественному произведению. В работе «Бытие и время», как мы видели, Хайдеггер мыслил возможность как категорию согласно описанию вещей в их использовании, согласно идее *Zuhandenheit*. Однако в эссе «Происхождение произведения искусства», третий и окончательный вариант которого был написан в 1935–1936 годах⁵⁰, Хайдеггер размышляет о производстве как произведений искусства, так и оборудования таким образом, что

⁴⁹ Что касается специфики смерти как возможности, Стивен Малхолл пишет в «Человеческой смертности: Хайдеггер о том, как изобразить невозможную возможность присутствия» в «A Companion to Heidegger», под редакцией Хьюберта Л. Дрейфуса и Марка А. Ратхолла (Oxford: Blackwell, 2005). С. 297–310 (с. 304): «Мы не можем понять наше отношение к нашему собственному концу по модели нашего отношения к любой подлинной возможности нашего бытия — как если бы наша смерть стояла на том же уровне (онтическом или экзистенциальном уровне), что и любая другая возможность, на которую мы могли бы спроецировать себя. Идея Хайдеггера в том, чтобы назвать наше отношение к нашему собственному концу нашим “бытием-к-смерти”, чтобы представить его как онтологическую (то есть экзистенциальную) структуру, а не как одно экзистенциальное состояние (даже всеобъемлющее или распространенное), которое эта структура делает возможным. Короче говоря, мы не можем понять хайдеггеровскую трактовку смерти иначе, как в контексте его трактовки онтологического различия – разделения между онтическими и онтологическими материями». Однако невозможно отделить ‘экзистенциальное’ от ‘экзистенциального’ или онтическое от онтологического таким образом, поскольку точка зрения Хайдеггера заключается в том, что любая конкретная возможность уже является онтологической или экзистенциальной в том смысле, что Dasein является этой возможностью, когда оно находится на пути к ее реализации. Иэн Томсон гораздо ближе к истине, когда отмечает, что «здесь, как и везде, онтическое и онтологическое не являются гетерогенными областями (как ортодоксальные хайдеггерианцы и влиятельные критики, такие как Хабермас), а скорее обязательно пересекаются и взаимопроницают» (Death and Demise in Being and Time, p. 278).

⁵⁰ Генетическое исследование развития мышления Хайдеггера в трех версиях «Происхождение произведения искусства» см. в пятой главе моей книги «Хайдеггер, Аристотель и производство искусства».

это заставляет его пересмотреть собственную концепцию модального статуса вещей, которыми мы не являемся.

«Происхождение произведения искусства» обращается к проблеме художественного производства со ссылкой на изречение немецкого художника эпохи Возрождения Альбрехта Дюрера: «По правде говоря, искусство скрыто в природе; тот, кто может вырвать (*reißen*) его у нее, тот его и получает». Хайдеггер полагает, что это означает, что законченная форма произведения искусства дремлет в природе, в рабочих материалах и что художник должен выманивать из них форму. Это влечет за собой, прежде всего, то, что видение или знание, свойственные творчеству, не следует понимать как абстрагирование от материала работы, идеи или плана работы, которая должна быть реализована, и эта идея затем может быть наложена, навязана этому материалу. Видение в гораздо большей степени состоит в способности понять, что возможно для материала, с которым работаешь. Оно состоит в способности постичь возможность, например, статуи в камне, понять, к какой фигуре пригоден или способен сам камень. Художественное произведение менее «творческое», чем откровенное, и, воплощая замысел в материале произведения, художник осуществляет в большей или меньшей степени и во всяком случае нечто иное, чем простое воздействие на косную материю. «Вырывая» фигуру у природы, она скорее *позволяет* материалу проявиться в определенной фигуре, она выводит саму эту фигуру из предшествующей темноты или состояния сокрытости. Художественное производство, утверждает Хайдеггер, содержит существенную пассивность; это «получение и извлечение [*Entnehmen*] в отношении к несокрытости»⁵¹.

Хайдеггер обращается к изречению Дюрера в «Происхождении произведения искусства», чтобы отличить то, что мы традиционно называем «изобразительным искусством», от чисто механических искусств. Ясно, что «тонкий» художник создает не то, что будет ускользать от нашего внимания в той мере, в какой оно будет успешно использовано, а скорее делает то, что будет стоять перед глазами (или ушами), часто в своеобразной изоляции от всего остального. Однако, как также утверждает Хайдеггер, конкретная форма произведения искусства скорее черпается из того, что мы называем «материалом произведения», чем механически навязывается ему⁵². Однако стратегия Хайдеггера прерывается тем фактом, что изречение Дюрера выражает идею, которая берет свое начало в философии Аристотеля, а он в свою очередь не делает такого различия между «изящным искусством» и ремесленным производством. Изречение Дюрера выражает общее место теории искусства эпохи Возрождения⁵³ – идею о том, что произведение скрыто в рабочем материале до того, как оно будет обнаружено в процессе производства, – но это общее

⁵¹ Der Ursprung des Kunstwerkes' // Gesamtausgabe. Vol. 5: Holzwege / ed. by F.-W. von Herrmann. Frankfurt am Main: Klostermann, 1994. P. 1–74 (p. 50); The Origin of the Work of Art // Off the Beaten Track / transl. J. Young and K. Haynes. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. P. 1–56 (p. 37).

⁵² GA5 34/25.

⁵³ See: Panofsky E. Idea / transl. J. S. Peake. New York: Harper Collins, 1975.

место в конечном счете вытекает из аристотелевского понимания возможности как потенциальности. В «Метафизике IX» Аристотель отличает действительность от возможности следующим образом: «*Energeia* означает присутствие [*tohyparchein*] вещи, но не в том смысле, который мы подразумеваем под потенциальностью [*dunamei*]. Мы говорим, что вещь присутствует потенциально, как Гермес присутствует в дереве»⁵⁴.

Хотя это пример статуи, идея потенциальности здесь применима к ремесленному производству или *poiesis* в целом. В производстве как таковом продукт потенциально присутствует в рабочем материале, а поскольку дерево потенциально является статуей, то последняя должна быть лишь выработана, как продолжает Аристотель, из первой посредством процесса *aphairesis*, процесса абстракции⁵⁵.

В этом смысле возможность можно понимать как состояние неопределенности: до актуализации специфической формы статуи дерево находится в простом состоянии неопределенности, состоянии, из которого могли бы возникнуть иные формы или определенные состояния, чем те, которые фактически реализовались. Однако в 1939 году, читая Книгу II, главу II «Физики» Аристотеля, Хайдеггер интерпретирует это значение *dunamis* более позитивно, переводя его как «соответствующее [*Eignung-zu*]»: «Подходящий для» означает: приспособленный к внешнему виду стола, следовательно, к тому, в чем создание стола – движение (*metabole*) – подходит к концу. Превращение подходящего дерева в стол состоит в том, что сама уместность уместного выявляется более полно и достигает своего завершения в появлении стола и, таким образом, становится в произведенном, поставленном столе впереди, то есть переходит в непотаенное»⁵⁶.

Древесина годится для изготовления стола, и эта пригодность тем яснее становится, как мы видели, в процессе производства. Пригодность древесины для стола – это то, что производитель присваивает в процессе производства. Однако быть присвоенным в этом смысле означает быть выведенным из предшествующего состояния невидимой скрытости на свет, в явное присутствие. Таким образом, Хайдеггер усматривает в мышлении Аристотеля контраст между латентной, скрытой способностью или уместностью и ее выходом на свет, между скрытой способностью и ее раскрытием, причем раскрытие есть выход в «несокрытое». Конечно, можно было бы считать, что Аристотель просто говорит о различии между неопределенностью и определенностью, между тем, что оформлено, и тем, что, условно говоря, бесформенно. Тем не менее для Хайдеггера это означало бы неспособность адекватно понять, что для Аристотеля означает утверждение, что форма уже присутствует, но

⁵⁴ Аристотель. Метафизика, 1048a32-3.

⁵⁵ О многозначности понятия „*aphaeresis*“ у Аристотеля см.: Joseph O. The Doctrine of Being in the Aristotelian Metaphysics. Toronto: Pontifical Institute of Medieval Studies, 1978. P. 382–285; Cleary J. J. On the Terminology of „Abstraction“ in Aristotle // *Phronesis*. 1985. 30/1. P. 13–45.

⁵⁶ Heidegger. Gesamtausgabe. Vol. 9: Wegmarken / ed. by F.-W. von Herrmann. Frankfurt am Main: Klostermann, 1976. P. 350; Pathmarks / ed. by W. McNeill. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. P. 214.

скрыта в материале произведения, и, таким образом, форму нужно только «абстрагировать» от этого материала.

Таким образом, возвращаясь к «Метафизике» Аристотеля, Хайдеггер приходит к выводу о возможности элемента откровения во всех способах ручного производства, как в «изящном искусстве», так и в «ремесле». Поступая таким образом, он изменяет интерпретацию *dunamis*, которую он выдвинул в «Основных понятиях аристотелевской философии» 1924 года. Здесь он интерпретировал *dunamis* в терминах, которые указывают на анализ подручности (*Zuhandenheit*⁵⁷) в «Бытии и времени», хотя основное внимание уделяется полезности рабочего материала, из которого должен быть произведен продукт, а не полезности готового продукта: «Ствол дерева может представлять мне в зависимости от его пригодности для (*Dienbarkeit*zu), доступности для постройки лодок. Этот ствол дерева имеет характер полезности (*Dienlichkeit*), пригодности (*Verwendbarkeit*)..., не потому, что я так его понимаю, а скорее таков его способ бытия <...> *Dunamis*-бытие (бытие-в-возможности) есть положительное определение пути его туда. Долгое время я предпочитал называть этот бытийный характер вещей значимостью [*Bedeutsamkeit*]. Этот характер бытия является первичным, в котором мир является нам»⁵⁸.

В 1930-х годах это раннее прочтение *dunamis* не отрицается, а расширяется: *dunamis* определенно включает в себя идею пригодности для чего-то другого и, следовательно, определенную идею полезности. Тем не менее уместность есть, как утверждает Хайдеггер, скрытая уместность, способность проявляться – по направлению к плотнику, для него и до него, работающего над стволом дерева, – несводима ни к какой концепции полезности, к целям деятеля, даже если эти цели мыслятся онтологически в соответствии с идеей *Zuhandenheit*. Идея *Zuhandenheit* обходит скрытую уместность рабочего материала и способность проникать в несокрытое, составляющее само его существование.

Это изменение в интерпретации аристотелевской концепции *dunamis* может показаться не более чем нюансом⁵⁹. Тем не менее все в измененной

⁵⁷ Слово „*Zuhandenheit*“ вмещает в себя следующую понятийную нагрузку: в отличие от „*Vorhandenheit*“ (наличие, *vorhanden sein* – иметься под рукой, в наличии), относится к вещам постольку, поскольку они просто существуют, в то время как *Zuhandenheit* как бы манит к вещам в их функции инструмента.

⁵⁸ GA 18 300/1 34. Это прочтение Аристотеля находит отклик в работе «Бытие и время», когда Хайдеггер говорит о естественных вещах как о природных ресурсах: «Лес – это лес из древесины, гора – каменоломня; река – это сила воды, ветер – это ветер „в парусах“» [SZ 70]. Конечно, к 1927 году Хайдеггер ограничил широту своего понимания Аристотеля: «специфически „прагматический“ характер прагматики – это как раз то, что греки оставили в безвестности» [SZ 68], – и он больше не будет пытаться извлечь концепцию *Sein-in-einer-Welt* из Аристотеля.

⁵⁹ Важность этого нюанса постоянно упускается из виду Томасом Шиэнном в его некогда новаторской работе о хайдеггерской интерпретации Аристотеля. См., например: На пути к Событию: интерпретация *Physis* Хайдеггером // *Continental Philosophy in America*. Pittsburgh: Duquesne University Press, 1983. P. 131–164.

Хайдеггером интерпретации Аристотеля в 1930-х годах основано на этом очевидном нюансе: это объяснение *dunamis* позволяет Хайдеггеру утверждать, что в греческом мышлении материя (*hulē*) не есть просто инертная материя, как и производитель не есть действующая причина, заставляющая дерево становиться просто тем, чем оно не является. В то же время это позволяет ему утверждать, что ключевое слово аристотелевской метафизики, а именно *ousia*, которое обычно переводится как бытие, следует понимать как: «Anwesenung [активное присутствие. – *И.П.*] вместо Anwesenheit [пребывание. – *И.П.*]. Мы имеем в виду не Vorhandenheit [наличие. – *И.П.*] и уж точно не то, что исчерпывается простой стабильностью; скорее: присутствие в смысле выхода в нескрытое, выставление себя на открытое. Нельзя понять значение присутствия, ссылаясь на простую длительность»⁶⁰.

Наконец, это позволяет ему утверждать, что аристотелевская концепция *energeia*, словесно понимаемая как высвобожденное в присутствие, фундаментально отличается от латинского *actus*; и утверждать, что с этим латинским переводом *energeia* одним махом «греческий мир», то есть греческое понимание бытия, «был опрокинут»⁶¹.

Следует также отметить, что эта измененная концепция производства приводит Хайдеггера в «Происхождении произведения искусства» к пересмотру бытия – «модальности» – готового продукта за пределами идеи *Zuhandenheit*. Он выбирает в качестве примера не орудие, которое держат в руке, а снаряжение, которое носят на ногах, пару сапог, принадлежащих крестьянке. В полевых условиях, прежде чем крестьянин отнесет их сапожнику, когда они нуждаются в починке, туфли обладают, утверждает Хайдеггер, *надежностью*, которая предшествует не только их наличию перед глазами или *Vorhandenheit*, но и их *Zuhandenheit*. Именно из-за того, что, в силу надежности пары башмаков – если они в хорошем состоянии, – и только в силу этой надежности, у крестьянина могут быть определенные проекты: «Орудийная сущность орудия действительно заключается в его полезности. Мы называем это надежностью (*Verlässlichkeit*)»⁶². Надежность оборудования является предварительным условием его полезности, и «последнее вибрирует в первом»; без него оно «было бы ничем» и является его «существенным следствием»⁶³. Крестьянин принимает все это как должное, но то, что в этом принятии как само собой разумеющееся, является формой жизни, которая предшествует его явным проектам и даже любой форме целеустремленности. Можно сказать, что туфли открывают перед крестьянином возможности, но эти возможности предшествуют всякой целесообразности. Конечно, этот тезис феноменологически проблематичен, ибо достоверность, которую пытается выявить Хайдеггер, не проявляется непосредственно в опыте. Она не

⁶⁰ GA9 272/208.

⁶¹ GA9 286/218.

⁶² GA5 19-20/14.

⁶³ GA5 20/15.

проявляется, даже если предмет снаряжения ломается, как утверждало «Бытие и Время» относительно *Zuhandenheit*⁶⁴. Это, по-видимому, основная причина, по которой Хайдеггер вводит его, как (не)известно, в качестве интерпретации картина Ван Гога. Тем не менее, проследив, как это следует из его измененной интерпретации производства и *dynamis* и, таким образом, из его признания того, что истина того, что есть, превосходит любую простую полезность, мы, по крайней мере, в состоянии понять, почему он выдвигает этот тезис.

8.6. Заключение: Бытие как возможность у позднего Хайдеггера

Таким образом, в середине 1930-х годов в хайдеггеровском понимании возможности как категории, то есть как онтологического определения того, чем мы не являемся, происходит существенное изменение. Понимание этого отчасти приближает нас к пониманию особого смысла, в котором Хайдеггер вскоре после своих размышлений об искусстве во «Вкладах в философию» размышляет о «другом начале» в философии, которое поставило бы перед собой задачу мыслить бытие как возможное. Как мы видели, Хайдеггер утверждает, что «возможное (*das Mögliche*) по существу происходит в бытии [*Sein*] отдельно и как его глубочайшая трещина, так что в мышлении о другом начале бытие должно сначала мыслиться в форме возможного»⁶⁵. Мыслить бытие как возможное значит мыслить его – не просто в терминах движимости *Dasein* и вне идеи *Zuhandenheit* – прежде всего как скрытую уместность и, следовательно, как элемент, способный предоставить или даровать особую конфигурацию присутствия человеку, для него и перед ним. Тем не менее, начиная с «Вкладов в философию» и далее, Хайдеггер пытается радикализировать и обобщить это (нео)-аристотелевское понимание скрытой уместности в ремесленном производстве: бытие есть отдача или дарование не просто и не исключительно постольку, поскольку оно характеризует особую форму «присвоения», то есть ручное производство, а потому, что оно конституирует явление сущего как таковое, явление сущего человеку и для человека. Сущее даруется бытием, и бытие как такое дарование и есть то, что следует мыслить, как возможное: «То бытие [*Sein*] есть и, следовательно, не становится бытием, – это можно наиболее точно выразить, сказав, что бытие [*Sein*] есть возможность, нечто такое, что никогда объективно не присутствует и тем не менее всегда отдает и отрицает себя в отказе посредством присвоения (*Ereignis*)»⁶⁶.

Бытие как таковое должно мыслиться вербально как случившееся или событие – обычное значение немецкого *Ereignis* – как «событие присвоения», при котором, в нашем преднамеренном и целенаправленном отношении к себе и другим вещам, сущее даруется и вознаграждается посредством бытия. Бытие «есть» появление, открытие сущего, и если в слове «возможный» мы можем услышать нечто иное, чем простое или статичное трансцендентальное

⁶⁴ По этому поводу, см. мою книгу «Хайдеггер, Аристотель и произведение искусства», с. 154.

⁶⁵ Heidegger, GA 65: 475.

⁶⁶ GA 65: 475.

состояние, то идея возможности может служить проводником в наших мысленных попытках понять это. И все же для Хайдеггера крайне важно адекватно признать, так как, по его утверждению, этого не сделали мыслители «первоначала» философии в Древней Греции, что бытие как присутствие не раскрывает своих собственных секретов и является в такой же степени отказом и отрицанием, как и пожертвование или предоставление – ибо бытие, конечно, никогда не присутствует и не доступно нам как бытие. Таким образом, если бытие есть возможное, то оно есть как бы «возможность» или возможность сущего, которое как неисчерпаемая способность сохраняет свой собственный резерв.

Это позволяет нам, наконец, подойти к замечанию Хайдеггера в «Письме о гуманизме» 1946 года относительно бытия как возможности. Здесь он еще раз подчеркивает, что возможность в его смысле следует отличать от любого понятия возможности как подчиненной действительности: «Наши слова möglich и Möglichkeit при господстве „логики“ и „метафизики“ мыслятся исключительно в противоположность „действительности“; то есть мыслятся на основе определенного – метафизического – истолкования бытия как actus и potentia... Когда я говорю о „спокойной силе возможного“, я не имею в виду возможность просто представленного possibilitas, ни potentia как essentia акта экзистенции; скорее, я имею в виду само бытие, которое в своем благоволении [mögend] делает возможным [vermag] мышление и, следовательно, сущность человечества, а это означает его отношение к бытию. Сделать возможным [vermögen] что-либо здесь означает сохранить это в его сущности, сохранить в его стихии»⁶⁷.

Бытие, мыслимое как возможное и мыслимое словесно как способствующее приходу в присутствие, наделяет человека сущим и делает возможным то, что, по Хайдеггеру, ему свойственно, а именно мышление: «Это позволение и есть то, что собственно „возможно“ [das Mögliche], сущность которого заключается в благоприятствовании. От этого благоприятствования бытие делает возможным мышление. Первое делает возможным второе. Бытие – это возможность-благоприятствование, „может быть“ [das Mögliche]. Как первоначало, бытие есть „спокойная сила“ благоприятствующего-позволяющего, то есть возможного»⁶⁸.

Таким образом, Хайдеггер опирается на глагольный корень немецкого слова «возможность»: Möglichkeit, возможность, есть функция определенного mögen, симпатии, дарования или благосклонности, которая, как он утверждает, является «сущностью» самого бытия. То, что он утверждает теперь, что это благоволение делает возможным мышление, сводится к признанию того, что Dasein, как бытие-возможное и в своей экстатической временности, само даруется, благоприятствует и делает возможным бытие как таковое. Как он напишет в более позднем эссе «Бытие и время» – эссе, которое явно отсылает к его мастерской работе 1927 года, – вербально схваченное как

⁶⁷ GA9 316-17/242.

⁶⁸ GA9 316/242.

присутствие, бытие сродни четвертому измерению времени: то, что объединяет и впервые дает экстатическое единство будущего, настоящего и прошлого, есть вступление в бытие самого этого единства, благоприятствование этому экстатическому единству посредством бытия или обеспечение его возможности⁶⁹. Это ни в коем случае не является поворотом в отношении к работе «Бытие и время», а лишь децентрированием Dasein-понимания бытия в философии Хайдеггера и новым приоритетом того, что оно понимает, а именно бытие, понятое как допускающее присутствие – как «возможное», которое, тем не менее, сохраняет свое собственное отсутствие.

HEIDEGGER ON “POSSIBILITY”

Mark Sinclair

*Translated from German I.A. Rybakova**

*Peoples' Friendship University of Russia
6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation*

Abstract. This article by M. Sinclair is devoted to the problem of modality in the philosophical works of M. Heidegger his study of being-possible as one of the modes of being. The author analyzes in detail the evolution of the concept of “possibility”, starting from the 1920s and ending with the later works of Heidegger, as this philosophical category undergoes certain changes. The author also analyzes the role played by Aristotle’s ontological philosophy and Husserl’s phenomenology in the formation of Heidegger as a thinker. Finally, the article presents the interpretations of the Heidegger category of possibility by modern researchers such as I. Thomson, W. McNeil, J. Wolfe and many others. It is concluded that the category of the possible was key for Heidegger in his construction of the structure of being, and the disclosure of various aspects of this category occurred throughout the entire philosophical path of M. Heidegger.

Keywords: Heidegger, being-possible, relevance, reality, dunamis, Aristotle, Husserl, Dasein

⁶⁹ Heidegger. *Zur Sache des Denkens*. Tübingen: Niemeyer, 1976. P. 16; *On Time and Being* / transl. J. Stambaugh. New York: Harper & Row, 1972. P. 15.

* E-mail: irina.rybakova.88@list.ru

НАШИ АВТОРЫ

БАБЕНКО Инна Анатольевна – кандидат физико-математических наук, преподаватель Российского университета дружбы народов.

БАХТИЯРОВ Камиль Ибрагимович – доктор философских наук, кандидат технических наук, профессор Московского государственного агроинженерного университета имени В.П. Горячкина.

БЕЛИНСКИЙ Александр Витальевич – доктор физико-математических наук, профессор физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

ВАСИЛЬЕВ Александр Васильевич (1853–1929) – российский математик и общественный деятель, заслуженный профессор Санкт-Петербургского университета.

ВАСИЛЬКОВ Владимир Вячеславович – студент физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

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

ВИЗГИН Владимир Павлович – доктор физико-математических наук, профессор Института истории естествознания и техники РАН.

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

КНЯЗЕВ Виктор Николаевич – доктор философских наук, профессор Московского педагогического университета.

ЛЕВИН Сергей Федорович – доктор физико-математических наук, профессор Московского института экспертизы и испытаний.

НУРГАЛИЕВ Ильдус Саегалиевич – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Федерального научного агроинженерного центра ВИМ, Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева.

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

ПАРШИКОВА Галина Васильевна – кандидат философских наук, доцент Брянского государственного технического университета.

РЫБАКОВА Ирина Александровна – преподаватель Российского университета дружбы народов.

СИНКЛЕР Марк – профессор Манчестерского университета (Англия).

ТЕРЕЩЕНКО Дмитрий Александрович – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник ВНИИ ФТРИ.

ТЮТЮННИКОВ Александр Александрович – кандидат философских наук, Муниципальное автономное образовательное учреждение СОШ «Мастерград» (Пермь).

Общие требования по оформлению статей для журнала «Метафизика»

Автор представляет Ответственному секретарю текст статьи, оформленной в соответствии с правилами Редакции. После согласования с Главным редактором статья направляется на внутреннее рецензирование и затем принимается решение о возможности ее опубликования в журнале «Метафизика». О принятом решении автор информируется.

Формат статьи:

- Текст статьи – до 20–40 тыс. знаков в электронном формате.
- Язык публикации – русский/английский.
- Краткая аннотация статьи (два-три предложения, до 10–15 строк) на русском и английском языках.
- Ключевые слова – не более 12.
- Информация об авторе: Ф.И.О. полностью, ученая степень и звание, место работы, должность, почтовый служебный адрес на русском и английском языках, контактные телефоны и адрес электронной почты.

Формат текста:

- шрифт: Times New Roman; кегль: 14; интервал: 1,5; выравнивание: по ширине;
- абзац: отступ (1,25), выбирается в меню – «Главная» – «Абзац – Первая строка – Отступ – ОК» (то есть выставляется автоматически).
- ✓ Шрифтовые выделения в тексте рукописи допускаются только в виде курсива.
- ✓ Заголовки внутри текста (названия частей, подразделов) даются выделением «Ж» (полуужирный).
- ✓ Разрядка текста, абзацы и переносы, расставленные вручную, не допускаются.
- ✓ Рисунки и схемы допускаются в компьютерном формате.
- ✓ Века даются только римскими цифрами: XX век.
- ✓ Ссылки на литературу даются по факту со сквозной нумерацией (не по алфавиту) и оформляются в тексте арабскими цифрами, взятыми в квадратные скобки, после цифры ставится точка и указывается страница/страницы: [1. С. 5–6].
- ✓ Номер сноски в списке литературы дается арабскими цифрами без скобок.
- ✓ Примечания (если они необходимы) оформляются автоматическими подстрочными сносками со сквозной нумерацией.

Например:

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

Литература

1. Адорно Т.В. Эстетическая теория. М.: Республика, 2001.
2. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну. М.: Прогресс-Традиция, 2000.
3. Бердяев Н.А. Судьба России. Кризис искусства. М.: Канон+, 2004.
4. Савичева Е.М. Ливан и Турция: конструктивный диалог в сложной региональной обстановке // Вестник РУДН. Сер.: Международные отношения. 2008. № 4. С. 52–62.
5. Хабермас Ю. Политические работы. М.: Праксис, 2005.

С увеличением проводимости¹ кольца число изображений виртуальных магнитов увеличивается и они становятся «ярче»; если кольцо разрывается и тем самым прерывается ток, идущий по кольцу, то изображения всех виртуальных магнитов исчезают.

¹ Медное кольцо заменялось на серебряное.

Редакция в случае неопубликования статьи авторские материалы не возвращает.

Будем рады сотрудничеству!

Контакты:

Белов (Юртаев) Владимир Иванович, тел.: 8-910-4334697; e-mail: vyou@yandex.ru