

2017, № 1 (23)

# МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

МЕТАФИЗИКА

## В этом номере:

- Метафизические аспекты квантовой теории
- Интерпретации квантовой механики
- Философия мироздания
- Из наследия прошлого
- Памяти наших коллег

**2017, № 1 (23)**

# МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2017, № 1 (23)

Основан в 2011 г.

Выходит 4 раза в год

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

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

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

*Индекс журнала* в каталоге подписных изданий Агентства «Роспечать» – 80317

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

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

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

- **МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ**
- **ИНТЕРПРЕТАЦИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ**
- **ФИЛОСОФИЯ МИРОЗДАНИЯ**
- **ИЗ НАСЛЕДИЯ ПРОШЛОГО**
- **ПАМЯТИ НАШИХ КОЛЛЕГ**

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

Подписано в печать 21.02.2017 г.  
Дата выхода в свет 30.03.2017 г.

Формат 70×108/16.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 16,8.  
Тираж 500 экз. Заказ 381.  
Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе РУДН 115419, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3  
Цена свободная

# METAFIZIKA

SCIENTIFIC JOURNAL

(Metaphysics)

No. 1 (23), 2017

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

Established in 2011  
Appears 4 times a year

## Editor-in-Chief:

*Yu.S. Vladimirov*, D.Sc. (Physics and Mathematics), Professor  
at the Faculty of Physics of Lomonosov Moscow State University,  
Professor at the Academic-research Institute of Gravitation and Cosmology  
of the Peoples' Friendship University of Russia,  
Academician of the Russian Academy of Natural Sciences

## Editorial Board:

- S.A. Vekshenov*, D.Sc. (Physics and Mathematics),  
Professor at the Russian Academy of Education
- P.P. Gaidenko*, D.Sc. (Philosophy), Professor at the Institute of Philosophy  
of the Russian Academy of Sciences,  
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences
- A.P. Yefremov*, D.Sc. (Physics and Mathematics),  
Professor at the Peoples' Friendship University of Russia,  
Academician of the Russian Academy of Natural Sciences
- V.N. Katasonov*, D.Sc. (Philosophy), D.Sc. (Theology), Professor,  
Head of the Philosophy Department of Sts Cyril and Methodius'  
Church Post-Graduate and Doctoral School
- Archpriest Kirill Kopeikin*, Ph.D. (Physics and Mathematics),  
Candidate of Theology, Director of the Scientific-Theological Center  
of Interdisciplinary Studies at St. Petersburg State University,  
lecturer at the St. Petersburg Orthodox Theological Academy
- V.V. Mironov*, D.Sc. (Philosophy), Professor at the Department of Philosophy  
at Lomonosov Moscow State University,  
Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences
- V.I. Postovalova*, D.Sc. (Philology), Professor, Chief Research Associate  
of the Department of Theoretical and Applied Linguistics at the Institute  
of Linguistics of the Russian Academy of Sciences
- A.Yu. Sevalnikov*, D.Sc. (Philosophy), Professor at the Institute of Philosophy  
of the Russian Academy of Sciences, Professor at the Chair of Logic  
at Moscow State Linguistic University
- V.I. Yurtayev*, D.Sc. (History), Professor at the Peoples' Friendship University  
of Russia (Executive Secretary)
- S.V. Bolokhov*, Ph.D. (Physics and Mathematics), Associate Professor  
at the Peoples' Friendship University of Russia, Scientific Secretary  
of the Russian Gravitational Society (Secretary of the Editorial Board)

ISSN 2224-7580

# МЕТАФИЗИКА НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2017, № 1 (23)

**Учредитель:**  
Российский университет дружбы народов

Основан в 2011 г.  
Выходит 4 раза в год

## Главный редактор –

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

## Редакционная коллегия:

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

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

*А.П. Ефремов* – доктор физико-математических наук,  
профессор Российского университета дружбы народов, академик РАЕН

*В.Н. Катасонов* – доктор философских наук, доктор богословия, профессор,  
заведующий кафедрой философии Общецерковной аспирантуры и докторантуры  
имени Святых равноапостольных Кирилла и Мефодия

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

преподаватель Санкт-Петербургской православной духовной академии

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

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

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

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

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

ISSN 2224-7580

# CONTENTS

<b>EDITORIAL NOTE</b> .....	6
<b>METAPHYSICAL ASPECTS OF QUANTUM THEORY</b>	
<i>Vladimirov Yu.S.</i> Principles of Metaphysics and Quantum Mechanics .....	8
<i>Sevalnikov A.Yu.</i> Traditional Metaphysics and Quantum Mechanics.....	33
<i>Zakharov V.D.</i> The Problem of Reality in Quantum Mechanics: A Philosophical and Religious Approach.....	53
<i>Godarev-Losovsky M.G.</i> The Theory of Space and Motion.....	75
<b>INTERPRETATIONS OF QUANTUM MECHANICS</b>	
<i>Yefremov A.P.</i> On Physical Models in Quantum Mechanics.....	84
<i>Pechenkin A.A.</i> Mathematical Substantiation of Quantum Mechanics and Quantum Logic.....	92
<i>Terekhov V.E.</i> The Existence of Quantum Objects. Experimental Verification of Metaphysical Presuppositions.....	104
<i>Kaminsky A.V.</i> The Physics of the Inner Observer.....	113
<i>Zakharov V.D.</i> The Expanded Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics and Its Critique.....	126
<b>THE PHILOSOPHY OF CREATION</b>	
<i>Yakovlev V.A.</i> Creative Inputs of Aristotle's Metaphysics and the Expedient Rationalism of Modern Science.....	140
<b>FROM THE LEGACY OF THE PAST</b>	
<i>Jordan P.</i> The Worldview Significance of Modern Physics.....	155
<i>Fock V.A.</i> The Symmetry of the Hydrogen Atom.....	171
<b>TO THE MEMORY OF OUR COLLEAGUES</b>	
<i>Georgy Vasilyevich Ryazanov (1930–2017)</i> .....	178
<i>Ryazanov G.V.</i> We Are Living on the Eve of the Greatest of Revolutions .....	180
<i>Ryazanov G.V.</i> Unintended Consequences of Remote Action in Electrodynamics.....	182
Commentary to the works of G.V. Ryazanov (by Yu.S. Vladimirov).....	185
<b>OUR AUTHORS</b> .....	189

© Metafizika. Authors. Editorial Board.  
Editor-in-Chief Yu.S. Vladimirov, 2017  
© Peoples' Friendship University of Russia, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ОТ РЕДАКЦИИ</b> .....	6
<b>МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ</b>	
<i>Владимиров Ю.С.</i> Принципы метафизики и квантовая механика.....	8
<i>Севальников А.Ю.</i> Традиционная метафизика и квантовая механика.....	33
<i>Захаров В.Д.</i> Проблема реальности в квантовой механике: философский и религиозный подходы.....	53
<i>Годарев-Лозовский М.Г.</i> Теория пространства и движения.....	75
<b>ИНТЕРПРЕТАЦИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ</b>	
<i>Ефремов А.П.</i> О физических моделях в квантовой механике.....	84
<i>Печенкин А.А.</i> Математическое обоснование квантовой механики и квантовая логика .....	92
<i>Терехович В.Э.</i> Существование квантовых объектов. Экспериментальная проверка метафизических установок.....	104
<i>Каминский А.В.</i> Физика внутреннего наблюдателя.....	113
<i>Захаров В.Д.</i> Расширенная многомировая интерпретация квантовой механики и ее критика.....	126
<b>ФИЛОСОФИЯ МИРОЗДАНИЯ</b>	
<i>Яковлев В.А.</i> Креативы метафизики Аристотеля и целесообразный рационализм современной науки .....	140
<b>ИЗ НАСЛЕДИЯ ПРОШЛОГО</b>	
<i>Йордан П.</i> Мировоззренческое значение современной физики .....	155
<i>Фок В.А.</i> Симметрия атома водорода.....	171
<b>ПАМЯТИ НАШИХ КОЛЛЕГ</b>	
<i>Рязанов Георгий Васильевич (1930–2017)</i> .....	178
<i>Рязанов Г.В.</i> Мы живем накануне величайшей из революций.....	180
<i>Рязанов Г.В.</i> Неожиданные следствия из дальнего действия в электродинамике.....	182
Комментарий к работам Г.В. Рязанова (Ю.С. Владимиров).....	185
<b>НАШИ АВТОРЫ</b> .....	189

---

---

## ОТ РЕДАКЦИИ

---

---

В данном выпуске журнала продолжается обсуждение вопросов, связанных с интерпретацией квантовой механики. Напомним, что специально обсуждению этого вопроса были посвящены выпуски журнала: № 3 (9) за 2013 год, № 2 (12) за 2014 год, № 1 (15) и № 2 (16) за 2015 год. Эта тематика затрагивалась и в других выпусках нашего журнала. Столь пристальное внимание к этой тематике обусловлено важностью именно метафизического подхода к рассмотрению данной проблемы, волновавшей физиков-теоретиков в течение всего прошедшего столетия. По мнению редакции, в настоящее время сложились условия для существенного изменения наших представлений об основаниях физического мироздания.

Содержащиеся в данном выпуске журнала статьи составляют несколько разделов. В первый раздел «Метафизические аспекты квантовой теории» вошли четыре статьи. Раздел открывается двумя статьями по схожей тематике: Ю.С. Владимирова «Принципы метафизики и квантовая механика» и А.Ю. Севальникова «Традиционная метафизика и квантовая механика». В них, во-первых, обосновывается важность метафизического подхода к интерпретации квантовой механики и, во-вторых, демонстрируется проявление ключевых метафизических принципов в современной квантовой теории. Кроме этих двух статей в этом разделе содержатся статьи В.Д. Захарова «Проблема реальности в квантовой механике: философский и религиозный подходы» и М.Г. Годарева-Лозовского «Теория пространства и движения», в которых показывается, что квантовая механика демонстрирует существенное отличие в понимании реальности в физике микро- и макромира.

Второй раздел «Интерпретации квантовой теории» содержит пять статей. В первой статье А.П. Ефремова «О физических моделях в квантовой механике», во-первых, охарактеризована идея Л. де Бройля о волновых свойствах микрочастиц и, во-вторых, обсужден вопрос об интерпретации квантовой механики на основе гиперкомплексных чисел. В статье А.А. Печенкина «Математическое обоснование квантовой механики и квантовая логика» также обсуждено два круга проблем: во-первых, рассмотрен вопрос о сущности проблемы интерпретации квантовой теории и, во-вторых, охарактеризованы первые этапы формирования интерпретации квантовой механики (1920–1930-е годы). Главное внимание уделено вопросу развития квантовой логики. В двух последующих статьях В.Э. Тереховича и А.В. Каминско-

го обсужден ряд вопросов интерпретации квантовой механики, в том числе роль наблюдателя. Наконец, в статье В.Д. Захарова приводится обстоятельная критика расширенной многомировой интерпретации квантовой механики, в последнее время развивавшейся в работах М.Б. Менского.

В третий раздел «Философия мироздания» включена статья В.А. Яковлева «Креативы метафизики Аристотеля и целесообразный рационализм современной науки». В этой статье рассмотрены вопросы, обсуждавшиеся на двух международных конференциях (в Салониках и в Афинах) в 2016 году, объявленном ЮНЕСКО Годом Аристотеля.

В связи с празднованием юбилея Аристотеля напомним меткое высказывание В. Гейзенберга: «Понятие возможности, которое играет решающую роль в физике Аристотеля, в современной физике снова заняло центральное положение. Математические законы квантовой теории можно рассматривать как количественную формулировку аристотелевских понятий “дьюнамис” или “потенция”». Этот вопрос лишь вскользь затрагивается в статье В.А. Яковлева, однако метафизический принцип процессуальности, положенный Аристотелем в трактовку движения, рассматривается в ряде других статей данного выпуска.

В традиционный раздел «Из наследия прошлого» включены две статьи: впервые публикуемый на русском языке перевод статьи Паскуаля Йордана «Мировоззренческое значение современной физики», сделанный А. Родиной, и важная статья 1930-х годов академика В.А. Фока «Симметрия атома водорода», к которой ее автор почему-то не возвращался в своих последующих работах в области квантовой теории.

В последнее время в нашем разделе постоянно присутствует раздел «Памяти наших коллег», в котором мы помещаем некрологи на ушедших из жизни наших ближайших коллег. На этот раз в этом разделе помещен некролог на физика-теоретика Г.В. Рязанова (1930-2017 гг.), посвятившего свою жизнь анализу оснований физики, главным образом с позиций реляционного подхода. Здесь же помещены две его статьи (отрывок из его воспоминаний и тезисы выступления на конференции), в которых он поясняет свои основные идеи и полученные на их основе результаты. Заключает этот раздел комментарий Ю.С. Владимирова к положениям, сформулированным в статьях Г.В. Рязанова.

Редакция журнала намерена и впредь уделять значительное внимание метафизическому анализу содержания квантовой теории и вообще физики микромира.

# МЕТАФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ

## ПРИНЦИПЫ МЕТАФИЗИКИ И КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

Ю.С. Владимиров

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
Институт гравитации и космологии РУДН*

На основе анализа развития мировой культуры сформулированы ключевые принципы метафизики. Предложен взгляд на содержание квантовой механики (теории) с точки зрения выполнимости метафизических принципов, главным образом принципов триединства и процессуальности. Указаны трудности, связанные с использованием понятий классического пространства-времени. Показано, что они устраняются, если заменить традиционно используемый пространственно-временной фон на понятия бинарной предгеометрии. Кратко описаны основные понятия и уже достигнутые результаты в рамках реляционной интерпретации квантовой механики, развиваемой на основе бинарной предгеометрии.

**Ключевые слова:** метафизика, принципы тринитарности, целостности, процессуальности, квантовая механика, бинарные системы комплексных отношений, бинарная предгеометрия, философия, религия.

### 1. Принципы метафизики

Фундаментальная теоретическая физика к началу XXI века вплотную сблизилась с метафизикой, – в ней ключевой характер приобретает обсуждение оснований физического мироздания, то есть того, что лежит «за физикой», «под физикой» или «над физикой». Все это испокон веков принято было относить к сфере метафизики.

Анализ сложившихся к настоящему времени оснований фундаментальной физики (и не только физики, а также философии и даже религии) позволяет выделить ряд ключевых метафизических принципов [1], опираясь на которые предлагается взглянуть на основания квантовой теории. Назовем главные, уже четко проявившиеся принципы метафизики.

1. **Принцип исходных оснований**, состоит в выборе одного из двух подходов к реальности: *редукционистского или холистического*. Первый основан на признании первичности так или иначе выделенных категорий (элементов, частей), составляющих полную физическую реальность, а второй заключается в постулировании первичности именно целого, тогда как так или иначе выделенные из него категории считаются некими вторичными (условными или вспомогательными) понятиями.

Для восточной цивилизации и на ранних стадиях развития западной доминирующим являлся холизм, тогда как для развития науки в Новое время в Европе более плодотворным оказался редукционизм. В настоящее время мировая наука развивается в сторону холизма.

2. **Принцип тринитарности, принимающий вид троичности в редукционистском подходе и вид триединства в холистическом подходе**. Этот принцип проявился уже в разделении мировой культуры на науку, философию и религию. В физике он сказался в трех видах ключевых категорий (пространства-времени, частиц, полей переносчиков взаимодействий). Троичность с поразительной настойчивостью проявляется во всех разделах физики и геометрии: три пространственных измерения, три стадии времени (прошлое, настоящее, будущее), три вида геометрий с симметриями (евклидова, геометрия Лобачевского и риманова постоянной положительной кривизны), три вида физических взаимодействий в физике микромира (электромагнитное, слабое и сильное), три поколения элементарных частиц в теории электрослабых взаимодействий, три цветовых заряда в теории сильных взаимодействий. Этот список проявлений троичности в физике и математике можно существенно продолжить.

3. **Принцип наличия промежуточных дуалистических парадигм** проявляется в плодотворности описания реальности на основе не трех, а двух категорий, одна (или обе) из которых является обобщенной из пары исходных категорий. Этот принцип выполняет промежуточную роль между редукционистским и искомым холистическим подходом к реальности.

Данный принцип явно проявился в фундаментальной физике XX века в виде трех метафизических парадигм: теоретико-полевой, в рамках которой строится квантовая теория поля, геометрической, основу которой составляет общая теория относительности, и реляционной, ныне развиваемой в рамках концепции дальнего действия.

4. **Принцип дополненности**, согласно которому различные дуалистические метафизические парадигмы (миропонимания) не противоречат, а дополняют друг друга.

Этот принцип можно трактовать как своеобразное обобщение известного принципа дополненности Н. Бора, однако теперь он относится не к двум, а к трем сторонам реальности. Напомним, что боровский принцип дополненности гласит дополненность волновых и корпускулярных свойств микрочастиц. Фактически речь в нем идет об объединении категорий частиц (корпускул) и полей переносчиков взаимодействий. Однако это

делается на фоне третьей категории – пространства-времени. Аналогичные принципы дополнительности можно сформулировать в рамках геометрической и реляционной парадигм.

Имеется достаточно оснований утверждать, что в настоящее время *наиболее полное представление о физической реальности можно получить лишь умея на нее смотреть с позиций всех трех дуалистических метафизических парадигм*. Всякий односторонний взгляд неизбежно приводит к выдвиганию и к упорным попыткам решения надуманных ложных проблем.

**5. Принцип фрактальности**, состоящий в том, что в каждой выделенной из целого части проявляются свойства всех других частей (сторон целого).

В физике имеется огромное число проявлений этого принципа. В частности, его можно усмотреть в свойствах каждой из трех выделяемых физических категорий. Этот вопрос подробно рассмотрен в нашей монографии [1].

**6. Принцип целостности**, заключающийся в том, что ключевые закономерности теорий (законы, уравнения) должны включать в себя характеристики всех категорий используемой парадигмы. Предпринимавшиеся в физике попытки построения теорий при полном игнорировании той или иной категории потерпели неудачи.

**7. Особое место занимает принцип процессуальности**, состоящий в проявлениях динамического характера (процессуальности) всей физической картины мира. Этот принцип реализуется в центральной роли уравнений движения в физике, в сущности квантовой теории, описывающей переходы между состояниями системы, в эволюционирующих космологических моделях. К проявлениям этого принципа следует также отнести сами переходы между описаниями мира в рамках различных метафизических парадигм.

Особо подчеркнем, что изложенное не исчерпывает всего набора ключевых метафизических принципов.

В настоящее время главной целью физиков-теоретиков является построение холистической (монистической) физической картины мира на основе **единой обобщенной категории**. В данный момент времени она по-разному «видится» (трактруется) с позиций трех названных парадигм: единый вакуум в теоретико-полевого подходе, единая геометрия в геометрическом миропонимании или единая система отношений (структура) в реляционном миропонимании. На наш взгляд, это разные названия одного и того же искомого физического (метафизического) первоначала.

## 2. Истоки метафизических принципов

Вся история развития метафизики и естествознания демонстрирует справедливость перечисленных выше принципов метафизики. Продемонстрируем это на примере основных этапов развития мировой культуры.

## 2.1. Принципы метафизики в Древнем Китае

Корни метафизики принято искать в античной философии VI–V вв. до н.э., однако имеется множество данных о метафизических воззрениях еще более древних культур Междуречья, Китая, Египта, Индии и других народов мира. Судя по дошедшим до наших дней культурным свидетельствам из далекого прошлого, выработанные ранее представления метафизики к началу периода античности были утрачены и затем шел процесс их поиска и формирования заново.

Наиболее полно сохранилась информация о представлениях древнего китайского философско-религиозного учения даосизм, истоки которого приписываются временам легендарного первого правителя Поднебесной мудрецу Фуси (2852–2737 гг. до н.э.). Тогда же были сформулированы принципы «Книги перемен» («И цзин»), составившей ядро менее древнего китайского «Пятикнижия» («У цзин») XII в. до н. э. и затем отраженной Лао Цзы (VI–V вв. до н. э.) в его основополагающем сочинении «Книге о дао и дэ» («Дао дэ цзине»).

Представления древнекитайских мыслителей о космосе и мироздании подробно изложены и проанализированы в ряде работ известного российского китаевода В.Е. Еремеева. Приведем сделанные им выводы об основных чертах методологии (метафизики) древнекитайских мыслителей, изложенные в его книге «Традиционная наука Китая. Краткая история и идеи» [2].

Еремеев выделяет восемь основных черт (фактически принципов) китайской метафизики: эволюционизм, органицизм, антропокосмологизм, континуализм, фрактальность, релятивизм, процессуализм, коррелятивизм. Легко обнаружить соответствие названных Еремеевым черт китайской философии с названными выше метафизическими принципами. Так, органицизм соответствует холизму, фрактальность присутствует в обеих системах, эволюционизм и процессуализм соответствует названному выше метафизическому принципу процессуальности.

Более подробно остановимся на китайском понимании процессуальности. Еремеев пишет об этом: «Если западной мысли все века была свойственна субстанциональная модель мира, то китайцам – процессуальная. Первая предполагает виденье за изменяющимися явлениями некой неизменной основы, вторая строится на представлении о тотальности изменчивости и непостоянства. Мир для древнего китайца – безостановочный процесс перемен, и поэтому он не может быть познан простыми методами. Тут необходимы ухищрения, одним из которых является коррелятивизм» [2].

Далее Еремеев продолжает: «Важнейшей категорией арифмосемиотики является категория изменчивости, перемен (и), посредством которой описываются чередования активного и пассивного начал – инь и ян – “двух образцов” (лян и). Исконные значения этих иероглифов – “теневая” и “световая” стороны горы – послужили основой для их гносеологического толкова-

ния: инь – это то, что “скрыто” или менее проявлено, ян – это то, что “явно” или более проявлено. В онтологическом смысле эта пара обозначает некие пассивный и активный первичные принципы или силы, в соответствии с которыми распределились остальные мировые полярности: тьма – свет, холод – тепло, малое – большое, внутреннее – внешнее, мягкое – твердое, слабое – сильное, мужское – женское и т.д. Этот ряд в принципе можно продолжать до бесконечности, поскольку любое явление имеет в себе противоположные стороны, которые, по древнекитайским представлениям, сводятся к началам инь и ян как однородные (тун лэй) им явления, взаимодействующие между собой по принципу резонанса – гань-ин.

Взаимосвязь чередующихся противоположностей инь и ян, в своем единстве составляющих дао, тай цзи, юань ци и проч., иллюстрирует хорошо известная схема Тай цзы ту (“Чертеж Великого предела”). Схем с таким названием на самом деле было несколько. Все они символизировали строение и развитие Вселенной и исходили из “учения о символах и числах”. В данном случае имеется в виду схема, представляющая собой круг, разделенный на две половины волнистой чертой. Силу инь обозначает черная половина, силу ян – белая. На черной половине круга есть белая точка, на белой – черная.

Круговой вид чертежа символизирует, с одной стороны, некоторую целостность, образованную взаимосвязанными и противоположными силами, а с другой – цикличность их взаимодействий. Изгиб линии, разделяющей две половины круга, подчеркивает динамику взаимодействия сил, готовность перехода одной в другую. Белая точка на черном фоне и черная точка на белом фоне олицетворяют “зародышевые” состояния будущих превращений, внутреннюю взаимосвязь, взаимопроникновенность полярностей, являющихся, как считали китайцы, “корнями друг друга”. <...>

По мнению создателей арифмосемиотики, все в мире подвержено изменчивости (и), находится в движении (дун) и бесконечных циклических взаимопревращениях (бянь хуа). Поэтому мир в целом понимается как некий самодостаточный эволюционирующий полиритмический организм. Части этого организма взаимосвязаны, взаимозависимы, “резонируют” друг с другом по определенным законам и правилам. Задача “благородного мужа” (цзюнь цзы) – постичь эти законы и правила сполна и тем самым слиться всем своим существом с мировой целостностью, обретая ее могущество. <...>

Закон, по которому осуществляется функционирование организма Вселенной, китайские мыслители называли дао (букв. “путь”). Суть его, согласно “Си цы чжуани”, – чередование противоположностей, соотносимых с принципами инь и ян. Действие этого закона распространяется на все планы бытия, как проявленные, открытые (чжан), так и непроявленные, скрытые (вэй)» [2. С. 73–78].

Чрезвычайно важной особенностью древнего китайского учения является опора на комбинацию двоичности (диалектики) и троичности («триа-

лектики»). «В “Книге перемен” определено понятие “середины” (чжун) между двумя противоположностями и введено третье начало в системе миропонимания. Таким образом совершался переход от двоицы к троице, которая часто интерпретировалась как Земля, Небо и Человек между ними. Позднее, в “Книге о дао и дэ” эта мысль была выражена более абстрактно: “Дао порождает единое, единое порождает двоицу, двоица порождает троицу, а троица порождает все множество вещей”. При этом Дао понималось как единый непостижимый, всеохватывающий и таинственный источник и принцип движения всего сущего.

Для комбинации двоичности и троичности был найден наглядный образ в виде системы триграмм, каждая из которых изображается тремя параллельными отрезками двух видов: прерывистого, соответствующего инь, и сплошного, соответствующего ян. Из трех таких отрезков возможно построить восемь различных комбинаций» [2. С. 91].

## 2.2. Принцип процессуальности в метафизике Аристотеля

Некоторые черты метафизики Древнего мира, к которому следует отнести не только культуру Древнего Китая, но и культуры Междуречья, Древнего Египта и других регионов, позднее были воспроизведены в культуре античности. Известно, что Пифагор (VI в. до н.э.) перенял ряд идей от жрецов Египта и других культур. Не вдаваясь в историю античной философии и науки, подробно представленной в книге П.П. Гайденко [3], остановимся на учении Аристотеля (384–322 гг. до н.э.), оказавшего огромное влияние на развитие научной и философской мысли Европы. Его взгляды эволюционировали от ортодоксального платонизма через критику учения Платона в сторону естественнонаучного эмпиризма. Он собрал, систематизировал и критически переработал огромный естественнонаучный материал своих предшественников. Напомним, что термин «метафизика» был введен Андроником Родосским в I веке до н.э., собравшим под таким названием в виде 14 книг сведения о взглядах Аристотеля «по первой философии» или того, «что идет после физики».

В методологической части учения Аристотеля первой и важнейшей являлась отсутствовавшая у Платона «категория сущности», которая фактически представляла собой третью сторону бытия (первоосновы мира), превращая его философию из двуединой (диалектической), каковой была философия Платона, в *триединую*.

Аристотель утверждал, что действительное бытие предмета не может быть выражено одновременной реализацией двух противоположностей, то есть платоновские противоположности нужно опосредовать чем-то третьим. Для решения этого вопроса он ввел *два вида бытия – действительное и возможное*. Противоположные стороны (как в учении Платона) присущи предмету только как потенциальные возможности, тогда как действительность стоит выше возможности и не имеет ее двух сторон. Это напоминает

введение третьего, промежуточного звена между *инь* и *ян* в китайской «Книге перемен».

Триединая философия Аристотеля была нацелена на определение движения тел в физическом мире. В соответствии со своей методологической парадигмой Аристотель определяет движение как «средний термин», то есть как «переход» от возможности к действительности. У него движение нормировано двумя противоположностями в возможности – началом и концом – и всегда идет «от» – «к», представляя собой нечто третье – действительность, связывающую две стороны противоположности. Так Аристотель преодолел неразрешимую для Платона проблему определения движения лишь на основе двух противоположных сторон.

Отметим, что аристотелевские два рода бытия – в возможности и в действительности – оказались востребованными в теоретической физике XX века при формулировке квантовой механики, на что обращал внимание один из ее создателей – В. Гейзенберг. В своей книге «Физика и философия. Часть и целое» он писал: «Понятие возможности, которое играет решающую роль в философии Аристотеля, в современной физике снова заняло центральное положение. Математические законы квантовой теории можно рассматривать как количественную формулировку аристотелевских понятий «дюнамис» или «потенция» [4. С. 393].

Очевидно, что Аристотелю для описания окружающего мира было недостаточно сформулированной им метафизической сущности движения, и он ввел в физику ряд дополнительных положений, таких как отсутствие пустоты, пять видов стихий, составляющих сущности как подлунного, так и надлунного миров, необходимость источников движения, жесткий водораздел между земным и небесным и т. д. Все эти представления «здорового смысла античности» преодолевались с большим трудом в эпоху Возрождения. К сожалению, многие авторы, описывая наследие Аристотеля, сосредотачивают внимание именно на этих дополнительных положениях его учения, игнорируя самое важное – введенный им принцип процессуальности в определении движения.

### ***2.3. Принципы метафизики в христианском учении***

Изложенные выше принципы метафизики позднее были воплощены в христианском учении в виде догмата Святой Троицы. В нем явно выражены принципы исходных положений (холизм), тринитарности (принцип триединства), целостности, а также принцип процессуальности. Известно, что догмат Святой Троицы был воплощен в христианском учении далеко не сразу. Его не было ни в Ветхом, ни в Новом Завете. Его введению предшествовала длительная дискуссия. Он был принят на Никейском Вселенском соборе лишь в IV веке. К.Г. Юнг в своей «Попытке психологического истолкования догмата о Троице» значительное место уделил обсуждению идеи триединства и троичности в дохристианских религиозно-философских воззре-

ниях вавилонян, египтян и античности. При этом он отметил: «Вопрос о том, были ли эти идеи переданы последующим векам путем миграции или традиции или же в каждом случае они спонтанно возникали заново, имеет мало значения. Главное в том, что они были налицо, потому что, поднявшись однажды из бессознательного духа человечества (причем не только в Передней Азии), они могли затем заново возникать в любое время и в любом месте. Более чем сомнительно, что древнеегипетская теология хотя бы отдаленно была известна отцам Церкви, составившим формулу омоусии. И тем не менее они не могли успокоиться, пока в полном объеме не воспроизвели древнеегипетский *архетип*» [5. С. 27].

Вопрос о трактовке догмата Святой Троицы имеет сложную историю и многозначен. Выделим метафизический аспект, на который обращают внимание ряд исследователей. Так, известные современные западные богословы Роберт Йенсен (США), Юрген Мольтман и Вольфарт Панненберг (Германия) пришли к выводу о связи идеи Троицы с понятием процесса, и в частности с понятием времени. Так, Йенсен пишет: «Время – это то, что случается, когда Святой Дух приходит от Отца к Сыну. Время существует потому, что Дух не Отец и оба они встречаются в Сыне!» (цит. по [6]). Еще более определенно выражается Юрген Мольтман: «Бог – это не другая природа или божественная персона или моральный авторитет, но фактически событие!» (цит. по [6]).

Физик-теоретик А.А. Гриб, рассматривая этот богословский вопрос, приходит к аналогичному выводу: «Так или иначе, но в отличие от пространственного Бога греков, находящегося “где-то” (например, на Олимпе) или совпадающего со всей пространственной Вселенной у пантеистов, Бог иудео-христианства есть, прежде всего, Дух! Дух же, как и человеческая душа, прежде всего, существует во времени. Так, сегодня весьма популярно считать душу программой организма, реализуемой во времени. Время же – это настоящее, прошлое и будущее. Нечто типа времени есть в Боге: Сын после Отца (хотя и нельзя сказать вместе с Арием, что было, когда Он (Сын) не был), так как рожден Им, и потому есть время и в сотворенном мире как подобие Троицы... Первым, кто стал понимать вечность не как эллинистическое понятие противоположности времени – некоторую неизменность, а как полноту времен, содержащую любую конечную временность, был один из великих каппадокийцев 4 века святой Григорий Нисский. Поэтому и возможна формулировка Мольтмана и Йенсена: «Бог есть событие!» [6].

Как известно, в Средневековье, в период господства христианского учения, для описания окружающего мира использовалось учение Аристотеля. Оно фактически было канонизировано христианской Церковью. Как нам представляется, далеко не последнюю роль сыграло созвучие метафизического принципа процессуальности в определении движения у Аристотеля и в догмате Святой Троицы.

#### 2.4. Принципы метафизики в классической физике

В эпоху Возрождения и затем Нового времени в Европе в результате длительного процесса преодоления ряда ложных представлений античности и дискуссий о соотношении веры и разума сложились представления классической физики. В этом процессе особая роль принадлежала работам Н. Коперника, Р. Декарта, Г. Галилея, И. Ньютона и других мыслителей (см. [7]). В основе классической физики также лежали принципы метафизики, однако они оказались отличными от метафизики христианского учения. Вместо христианского холизма в классической физике использован редукционистский подход – целое складывается из частей, имеющих первичный самостоятельный характер. В соответствии с этим в классической физике принцип тринитарности выступает в форме троичности ключевых физических категорий. Их три: категория пространства (и времени), категория частиц (материальных тел), помещенных в пространство и время, и категория полей переносчиков взаимодействий.

Метафизический принцип целостности проявляется в основном уравнении механики – во втором законе Ньютона  $m \frac{d^2x}{dt^2} = F$ , где  $m$  является характеристикой категории частиц, ускорение  $\frac{d^2x}{dt^2}$  – отражает категорию пространства-времени, а сила  $F$  соответствует категории полей переносчиков взаимодействий.

Очевидно, что решение дифференциальных уравнений второго порядка находится с учетом начальных условий, каковыми являются координаты и компоненты скорости. В связи с этим заметим, что в релятивистской физике время фактически уподобляется пространству. Понятие эволюции (процесса) вводится волевым образом: рассматриваются два пространственных сечения, ортогональных временной координате, и сравниваются положения объектов на этих двух сечениях, откуда и возникает понятие скорости. Фактически это соответствует реализации метафизического принципа процессуальности. Для введения ускорения необходимо рассмотрение как минимум положений объектов на трех близких пространственных сечениях.

После эпохи Возрождения и особенно в Новое время наука приобрела самостоятельный характер. При этом явное различие метафизических принципов, положенных в основание классической физики и в основу христианского учения, послужило главной причиной длительного противостояния науки и религии. Близкую позицию высказывали классики квантовой механики. Так, В. Гейзенберг приводит следующие слова В. Паули: «Развитие естествознания в последние два столетия, несомненно, изменило человеческое мышление в целом и вывело его из круга представлений христианской культуры. Поэтому не так уж мало важно то, что думают физики. Ведь именно узость этого идеала, – идеала объективного мира, существующего в пространстве и времени по закону причинности, – вызвала конфликт с духовными формами различных религий» [4. С. 210].

В результате конфликта сферы религии и науки резко разделились. По образному выражению Эйнштейна классические религиозные учения стали рассматриваться как «религии морали», а в сферу науки отошло изучение окружающего нас мироздания. В этой области важную роль играет, как это назвал Эйнштейн, «космическое религиозное чувство» [8].

### 3. Метафизические принципы в квантовой механике

Перейдем к обсуждению вопроса о проявлениях принципов метафизики в квантовой механике (теории). В настоящее время в литературе обсуждается несколько интерпретаций квантовой механики (теории). Наряду с доминирующей копенгагенской интерпретацией обсуждается ряд иных, которые по ряду признаков можно отнести (частично или полностью) к реляционной (например, фейнмановская или  $S$ -матричная) и даже к геометрической. К последней можно отнести интерпретацию квантовой механики, данную Ю.Б. Румером в рамках 5-оптики.

#### 3.1. Метафизика копенгагенской интерпретации квантовой механики

Доминирующая ныне копенгагенская интерпретация квантовой механики сформулирована в рамках дуалистической теоретико-полевой парадигмы, в которой объединяются в новую обобщенную категорию поля амплитуды вероятности  $\Psi$  две прежние категории частиц и полей переносчиков взаимодействий. Эта обобщенная категория определяется на фоне классического пространства-времени, которое в этой парадигме играет роль второй категории. Исходя из этого, можно сказать, что в данной парадигме реализуется один из трех промежуточных вариантов метафизического принципа исходных оснований.

Метафизический принцип цельности проявляется в дифференциальных волновых уравнениях Клейна–Фока или Шредингера, записываемых в виде действия дифференциальных операторов по координатам на волновую функцию  $\Psi$ . В этих уравнениях, как и в классических уравнениях Ньютона, присутствуют характеристики всех (двух) категорий данной парадигмы. Операторы дифференцирования представляют категорию пространства-времени, а  $\Psi$  – новую обобщенную категорию.

В рамках данной парадигмы можно рассуждать более тонко. Учитывая тот факт, что волновые свойства частиц (и полей переносчиков взаимодействий) выражаются через импульсы  $\lambda = h/p$ , можно считать, что две категории данной парадигмы характеризуются координатами  $x^\mu$  и импульсами  $p_\mu$ . Заметим, что понятие импульса содержит в себе характеристики прежних категорий материальных частиц  $m$  и через константу  $h$  волновую характеристику поля (теперь как частиц, так и переносчиков взаимодействий).

Выражением этой точки зрения являются уравнения Дирака, в которых волновая функция представляется набором из четырех компонентов  $\psi$ , выражаемых через операторы импульса от волновой функции:

$$\psi_{(a)} = - (i\hbar)/(mc) \gamma^{\mu}_{(ab)} \partial \psi_{(b)} / \partial x^{\mu} \rightarrow i\gamma^{\mu} \partial \psi / \partial x^{\mu} + (mc)/\hbar \psi = 0,$$

где  $\gamma^{\mu}$  – матрицы Дирака, а каждая из четырех компонентов волновой функции  $\psi$  удовлетворяет уравнению Клейна–Фока.

Метафизический принцип процессуальности в квантовой механике проявляется в определении импульса через положения частиц в два соседние близкие моменты времени.

Более серьезное проявление принципа процессуальности можно усмотреть в принципе неопределенностей Гейзенберга  $\Delta x \Delta p \geq \hbar$ . Очевидно, что уже значение импульса в какой-то момент времени связано с неопределенностью координат, берущихся в два момента времени. Для определения изменения импульса необходимо рассмотрение положения объекта как минимум в три близкие момента времени. Более того, сам факт изменения импульса связан с неким воздействием на объект измерения, что означает наличие некоего процесса. (В классической физике этот процесс описывался бы вторым законом Ньютона.) Таким образом, постоянная Планка в соотношении принципа неопределенностей является фундаментальной характеристикой микропроцесса.

В дополнение к этому следует заметить, что два вида представлений (координатное и импульсное) в квантовой механике можно рассматривать как проявление некоей симметрии между двумя категориями в данной теоретико-полевой парадигме.

Для многих слабым местом в данной теоретико-полевой парадигме представляется открытость вопроса о промежуточной стадии перехода микросистем из одного в другое состояние. Если формально подходить к дифференциальным волновым уравнениям, то, казалось бы, в этой парадигме описываются промежуточные стадии переходов. Однако на самом деле их наблюдения обязательно связаны с некими дополнительными квантовыми процессами, заставляющими лишь дробить на части исходный процесс перехода, что переносит обсуждение данной проблемы на еще меньшие масштабы.

Все это приводит к тому, что в копенгагенской формулировке квантовой механики фактически налагается запрет на рассмотрение промежуточных стадий переходов систем из одного квантового состояния в другое. Для ряда исследователей данный факт представляется неудовлетворительным, побуждающим к обсуждению ряда других интерпретаций квантовой механики. Дело усугубляется также привычностью представлений о волновой природе распространения сигналов в рамках классической физики.

### 3.2. Фейнмановская формулировка квантовой механики

Интересный вариант решения данной проблемы представлен в фейнмановской интерпретации квантовой механики, которая имеет смешанный характер между теоретико-полевой и реляционной парадигмами. С теоретико-полевой парадигмой эту интерпретацию объединяет тот факт, что она строится на фоне готового классического пространства-времени, а с реляционной парадигмой ее объединяет описание взаимодействий в рамках концепции дальнего действия. (Напомним, что концепция дальнего действия является составной частью реляционного подхода.)

В настоящее время фейнмановская формулировка известна как метод квантования посредством суммирования по историям (траекториям) или как метод континуального интегрирования.

Ключевым понятием в фейнмановском подходе является *пропагатор*  $K(x', x)$ , то есть амплитуда вероятности перехода частицы из одной точки пространства-времени в другую. Таким образом, в этом подходе фактически используется идея Аристотеля в определении движения между двумя пространственно-временными положениями.

Фейнмановский метод квантования основан на двух постулатах [9].

**Первый постулат** гласит, что амплитуда вероятности  $K(B, A)$  перехода (частицы, системы) из положения  $A$  в положение  $B$  равна сумме комплексных слагаемых  $K(\gamma)$  – по одному для каждой классической времени-подобной траектории  $\gamma(B, A)$ , соединяющей эти положения. Поскольку на самом деле возможные классические траектории (пути) составляют континуум, суммирование означает интегрирование  $K(B, A) = \int K(\gamma(B, A)) D\gamma$ , где  $D\gamma$  – специфическая мера.

Фейнмановский метод самым существенным образом опирается на априорно заданное классическое пространство-время. Способ вычисления по траекториям для случая одной нерелятивистской частицы основан на задании совокупности из  $n$  близких пространственных сечений между начальным и конечным значениями времени. Соединив прямыми отрезками все возможные точки на этих сечениях, можно получить множество возможных путей  $\gamma$  между точками  $A$  и  $B$ , соответствующими данному  $n$  (разбиению временного интервала). Обозначая вклад каждого отрезка между точками  $(x^0_{(s)}, x^j_{(s)})$  и  $(x^0_{(s+1)}, x^j_{(s+1)})$  через  $K(s+1, s)$ , используется важное свойство этих вкладов вдоль пути  $\gamma$ , соответствующий постулату квантовой механики  $K_\gamma(s, r) = K_\gamma(s, k) K_\gamma(k, r)$ , где вдоль пути  $\gamma$ :  $0 \leq r < k < s \leq n$ . Тогда, переходя к пределу  $n \rightarrow \infty$ , можно выразить амплитуду перехода через многократный интеграл по всем возможным переходам между точками на совокупности 3-мерных сечений. Они образуют сумму по всем возможным путям.

**Второй постулат** позволяет записать в явном виде элементарные вклады  $K(s+1, s)$ . Он основан из идее Дирака и состоит в следующем: «Все траектории вносят вклад, одинаковый по абсолютной величине; фаза каждого вклада представляет собой (выраженное в единицах  $\hbar$ ) классическое дей-

стве, то есть взятый вдоль траектории интеграл от функции Лагранжа по времени» [9. С. 175]. Это означает, что  $K(s+1,s) = (1/C)\exp[iS(s+1,s)/\hbar]$ , где  $S(s+1,s)$  – классическое действие между соседними точками  $(x^0_{(s+1)}, x^j_{(s+1)})$  и  $(x^0_{(s)}, x^j_{(s)})$ ;  $C$  – некий весовой множитель. Мультипликативное свойство для вкладов  $K(s,r)$  вдоль пути  $\gamma$  соответствует аддитивности классического действия вдоль  $\gamma$ .

Сформулированные постулаты позволяют определить ранее введенное в теоретико-полевого видения мира понятие амплитуды состояния  $\Psi(x^\mu)$  или волновой функции частицы в произвольный момент времени  $x^0$ . Это достигается обобщением пропагатора – амплитуды перехода из фиксированной начальной точки  $(x^0_1, x^j_1)$  – на случай произвольного начального распределения  $\Psi(x^0_1, x^j_1)$  в момент времени  $x^0_1$ :  $\Psi(x^0, x^j) = \int K(x^0, x^j; x^0_1, x^j_1) \Psi(x^0_1, x^j_1) d^3x^j_1$ .

Показано, что так определенная волновая функция удовлетворяет (нерелятивистскому) уравнению Шредингера для свободной частицы. Взаимодействие вводится через потенциальную энергию непосредственно в действие в экспоненте, через которую записывается  $K(x',x)$ . Далее выстраивается здание общепринятой шредингеровской квантовой механики.

Таким образом, в фейнмановском методе квантования предлагается своеобразный ответ на вопрос о промежуточных этапах перехода микросистемы из одного состояния в другое. С одной стороны, как бы промежуточные этапы есть, причем их много, однако, с другой стороны, имеет смысл лишь их сумма, а не отдельные траектории.

### 3.3. Проблемы фейнмановского метода квантования

Фейнмановский метод квантования обладает рядом недостатков. Первым из них является нерелятивистский характер результирующего уравнения Шредингера. Однако этот недостаток можно преодолеть посредством перехода к обобщенному параметру эволюции, фактически означающему использование идей 5-мерия. Рядом авторов таким образом осуществлено обобщение фейнмановского метода, приводящее к релятивистскому уравнению Клейна–Фока.

Сложнее обстоит дело с непосредственным переходом к уравнению Дирака, если не пользоваться окольным путем «извлечения квадратного корня» из уравнения Клейна–Фока. Как отмечал сам Фейнман: «Если попытаться построить методом интегрирования по траекториям релятивистскую квантовую механику, то оказывается, что уравнение Клейна–Гордона (Клейна–Фока. – Ю.В.) устанавливается легко, но уравнение Дирака непосредственно получить очень трудно» [9]. По этой причине Фейнман начинал построение теории с более позднего этапа, то есть не с интегралов гауссовского вида, а прямо с постулирования пропагатора  $K_0(2,1)$ , описывающего свободное распространение спинорной частицы из точки 1 в точку 2, который удовлетворяет неоднородному уравнению Дирака.

Важную часть фейнмановской формулировки квантовой теории занимает описание взаимодействий. Для этой цели Фейнман разработал диаграммную технику подсчета эффектов в квантовой электродинамике. Диаграммная техника представляет собой наглядное графическое представление метода последовательных приближений с четкими правилами построения диаграмм, соответствующих тем или иным процессам, и записи по этим диаграммам матричных элементов процессов.

Фейнмановский метод квантования оказался пригодным для решения весьма ограниченного круга задач. Об этом писал и сам Фейнман: «Что касается применений к квантовой механике, то методу интегралов по траекториям присущи, к сожалению, серьезные недостатки» [10. С. 377]. Перечислим главные из них словами самого Фейнмана.

1. «Очень серьезным ограничением является то, что полуцелый спин электронов не имеет простого и ясного представления в нашем методе. Спин электрона можно ввести, если амплитуды вероятности и все величины рассматривать как кватернионы, а не как обычные комплексные числа; однако возникающая при этом некоммутативность таких чисел – серьезное осложнение» [10. С. 377].

2. «Фактически интегрирование по траекториям ни тогда, ни впоследствии не стало удовлетворительным способом устранения расходимостей квантовой электродинамики» [10. С. 12]. Напомним, что попытка решения этой задачи явилась одним из главных мотивов всей программы построения фейнмановской формулировки квантовой механики. В Нобелевской лекции Фейнман сказал: «Я лично считаю, что теория перенормировки – это просто один из способов заметать под ковер трудности электродинамики, связанные с расходимостью. Но, конечно, у меня нет в этом абсолютной уверенности» [11. С. 228].

3. Однако самым главным недостатком фейнмановской формулировки квантовой механики, как нерелятивистской, так и релятивистской, является тот факт, что она строится на фоне уже заданного плоского пространства-времени. Это отражено даже в названиях работ Фейнмана по этому вопросу. Так, его Нобелевская лекция называлась «Разработка квантовой электродинамики в пространственно-временном аспекте» [11]. основополагающая работа по фейнмановской формулировке квантовой механики называлась «Пространственно-временной подход к нерелятивистской квантовой механике» [9].

Следует подчеркнуть, что использование априорно заданного пространства-времени лежит в самом основании практически всех известных формулировок и интерпретаций квантовой механики. Именно на этом фоне определяются специфические понятия и постулаты квантовой теории. Успешное применение так построенной теории ко многим явлениям микромира дает основание ряду авторов полагать, что в масштабах квантовой механики ( $1 \sim 10^{-7}$  см) классические пространственно-временные отношения сохраняют силу.

#### 4. На пути к реляционной интерпретации квантовой механики

Уже фейнмановскую формулировку квантовой механики можно рассматривать как шаг в направлении к реляционной интерпретации, однако предпринимались и более зримые шаги в этом направлении.

##### 4.1. Принцип процессуальности в аксиоматике Дирака

В середине XX века значительные усилия физиков-теоретиков были нацелены на разработку аксиоматики квантовой теории. Предпринимались попытки на строгой математической основе разобраться в том, какие понятия и принципы заложены в фундамент квантовой механики (квантовой теории поля). Примечательно, что в ряде исследований за исходные стремились выбрать не те положения, которые непосредственно связаны со свойствами классического пространства-времени, а некоторые абстрактные принципы, такие как суперпозиция, симметрии и другие.

Здесь, прежде всего, следует обратить внимание на аксиоматику квантовой механики, предложенную П.А.М. Дираком в его книге «Принципы квантовой механики» [12]. В качестве ключевых понятий (примитивов аксиоматики) Дирак выбрал состояние системы (из частиц и переносчиков взаимодействий) и динамические переменные. Он писал: «Состояния и динамические переменные должны характеризоваться математическими величинами другой природы, чем те, которые обычно используются в физике. Новая схема станет точной физической теорией, если будут перечислены все аксиомы и правила действия для математических величин и если, кроме того, будут установлены некоторые законы, связывающие физические факты с математическим аппаратом» [12. С. 31].

Аксиоматика Дирака состоит из нескольких блоков, аналогично тому, как строится аксиоматика геометрии. Первый блок аксиом составляют аксиомы векторного пространства, где ключевую роль играет принцип суперпозиции состояний. Его проявления можно усмотреть уже в свойствах решений линейных волновых уравнений. Этот принцип не имеет классического аналога. Как писал Дирак: «В классическом смысле слова нельзя представить себе, что система находится частично в одном состоянии, а частично в другом, и что это эквивалентно тому, что система целиком находится в некотором третьем состоянии. Здесь вводится совершенно новая идея, к которой нужно привыкнуть и на основе которой следует далее строить точную математическую теорию, не имея при этом детальной физической картины» [12. С. 29].

Следующий блок образуют аксиомы скалярного произведения, которые, можно сказать, реализуют идею Аристотеля в определении понятия движения. Дирак фактически вводит два вида векторов состояний. Один вид он предлагает обозначать символами  $|A\rangle$  (ket), а другой вид (со-векторов) символом  $\langle B|$  (bras). Между этими двумя видами состояний вводится ска-

лярное произведение, обозначаемое символом  $\langle B|A \rangle$  (bracket). Векторы можно трактовать описывающими начальное состояние квантовой системы, тогда как со-векторы – описывающими конечное состояние, а их скалярное произведение определяет амплитуду вероятности перехода из одного состояния в другое. Это как раз и есть то, что Гейзенберг имел в виду, когда писал, что в квантовой механике реализуются идеи Аристотеля.

Дирак определяет известные аксиомы скалярного произведения. Два блока аксиом: векторного пространства и скалярного произведения определяют так называемое унитарное, или предгильбертово, пространство. Таким образом, в данной аксиоматике содержатся метафизические принципы тринитарности (два вида состояний и сопоставленная им амплитуда вероятности) и процессуальности.

Однако для описания микромира этого недостаточно, что заставляет ввести ряд дополнительных аксиом, описывающих представления, операторы и т. д. Эти дополнительные аксиомы позволяют учесть факт вложения квантовых закономерностей в классическое пространство-время с прообразами всех его известных свойств. Фактически здесь опять возникает ситуация, подобная той, с которой в свое время столкнулся Аристотель, который в дополнение к метафизическим принципам тринитарности и процессуальности ввел для описания наблюдаемой реальности ряд дополнительных положений, преодолевать которые пришлось с большим трудом в эпоху Возрождения и Нового времени.

#### 4.2. *S*-матричная формулировка квантовой механики

Наиболее близким к реляционному подходу к квантовой теории является метод *S*-матрицы. Идея *S*-матричного подхода была выдвинута Дж. Уилером и В. Гейзенбергом и развита в теорию *S*-матрицы в 1960-х годах в трудах ряда авторов. Именно в то время большое внимание уделялось анализу оснований квантовой теории.

В *S*-матричном подходе фактически была развита главная (метафизическая) часть аксиоматики Дирака. Отметим, что эта идея ранее была использована при построении гейзенберговской матричной формулировки квантовой механики, опирающейся на понятие матричных элементов, характеризующих амплитуды вероятности переходов между всеми возможными парами векторов (начальных состояний) и со-векторов (конечных состояний) квантовой системы, а затем уже для построения теории *S*-матрицы в квантовой теории поля. В последней также определяются начальные состояния  $\Psi(s)_{-\infty}$  (на минус-бесконечности) и конечные состояния системы  $\Psi(r)_{+\infty}$  (на плюс-бесконечности), и, игнорируя даже постановку вопроса о промежуточных состояниях, из неких общих принципов вводятся амплитуды вероятности переходов  $S(s,r)$  между парами возможных состояний, характеризующихся некими обобщенными параметрами  $s$  и  $r$ . Очевидно, что элементы

$S$ -матрицы представляют собой метрику (скалярные произведения) между элементами (векторами) двух множеств.

Отметим, что в большинстве работ  $S$ -матрица вводилась как вторичное понятие, исходя из действия или лагранжианов теории поля. Однако рядом исследователей был избран иной путь – предлагалось так переформулировать квантовую теорию, чтобы понятие  $S$ -матрицы стало исходным, тогда как более привычные понятия – волновые функции, уравнения, лагранжианы и другие – оказались вторичными, вспомогательными.

Как известно, практически всегда одну аксиоматику можно заменить на иную так, что некоторые теоремы первой становятся аксиомами второй. Тогда аксиомы первой станут теоремами второй, однако в данном случае речь шла не о простом переопределении первичных и вторичных понятий, а предлагалось значительно большее.

В общепринятой квантовой теории приходится выходить за пределы гильбертова пространства, – для ряда процессов некоторые элементы  $S$ -матрицы получаются бесконечно большими. В  $S$ -матричном же подходе предлагалось исходить из выражений лишь с конечными значениями матричных элементов, непосредственно связанными с измеряемыми величинами. Этот ход мысли заставлял пересмотреть ряд положений существующей теории.

Формулировка квантовой теории на основе  $S$ -матричного подхода еще более приблизилась к аристотелевским принципам триединства первоначала, то есть к монистической парадигме. Однако опять вставала задача, с которой столкнулся Аристотель, – необходимо было спуститься от общих принципов триединства к конкретным понятиям и закономерностям физического мира. Для этого нужно было еще опереться на какие-то принципы, позволяющие развернуть содержательную теорию, соответствующую известной физике. В 60-х годах для этой цели в теории  $S$ -матрицы были использованы принципы лоренцевской инвариантности, аналитичности, причинности и другие. Очевидно, что это означало включение дополнительных аксиом, соответствующих 4-мерию фоновому пространству-времени, его сигнатуре и других его свойств.

Главные надежды возлагались на свойства аналитичности  $S$ -матрицы. Предлагалось перейти к комплексным значениям энергий, тогда интегрирования производились в комплексной плоскости и важную роль приобретали методы анализа комплексных переменных с вычетами, правилами обхода полюсов и т. д. В этом подходе частицы и их характеристики описывались полюсами в комплексной плоскости. Так, в первой половине 1960-х годов Ф. Чью писал: «С новой точки зрения  $S$ -матрица представляется идеально подходящим инструментом для отыскания ключа к микромиру. Более того, по всей видимости, этот ключ уже найден – он содержится в аналитичности элементов  $S$ -матрицы как функций импульсов входящих и выходящих частиц» [13].

### 4.3. Следствия и проблемы S-матричного подхода

Некоторые исследователи S-матричного подхода пришли к ряду концептуальных выводов, чрезвычайно важных для всего реляционного миропонимания. Из них выделим отношение к классическому пространству-времени в физике микромира.

Ф. Чью, активный исследователь квантовой теории поля середины XX века, в своей работе с характерным названием «Сомнительная роль пространственно-временного континуума в микроскопической физике» писал: «Как только аналитичность полагается базисным принципом, из нее вытекает невероятное число следствий. Стапп показал, что все общие симметрии, до этого следовавшие из теории поля, могут быть выведены из аналитичности. Более того, предписания, которые составляют квантовую электродинамику, также могут быть выведены. Фактически, *все* предсказательные возможности, даваемые теорией поля, могут быть воспроизведены аналитической S-матрицей без какого-либо упоминания пространства-времени или полей. Это положение было впервые высказано Гелл-Манном в 1956 году и проверено большой серией последующих исследований, проведенных такими авторами, как Голдбергер, Лоу, Мандельстам, Нишиджима, Ландау, Кутковский, Фройссат, Стапп, Полкингорн и Гунсон. И это достижение является только началом» [13. С. 535].

В этой статье фактически поднят чрезвычайно важный концептуальный вопрос о приоритете координатного или импульсного пространств в физике микромира. Известно, что уже в рамках классической аналитической механики проявились поразительные аналогии между координатным и импульсным описанием. Например, это имеет место в канонических уравнениях Гамильтона, в классических скобках Пуассона и в других положениях классической механики. Еще большая аналогия и симметрия координат и импульсов проявилась в квантовой механике и в квантовой теории поля: в соотношениях неопределенностей, в перестановочных соотношениях, в эквивалентности координатного и импульсного представлений и т.д. Этот факт даже заставил некоторых видных физиков-теоретиков поставить вопрос о том, что в физике следует считать более фундаментальным (первичным): координаты (координатное пространство-время) или импульсы (импульсное пространство)?

Из статьи Чью следует, что он выступает за первичный характер импульсного пространства в физике микромира, описываемой на основе S-матричного подхода. Он пришел к выводу, что «концепция пространства и времени играет в современной физике микромира роль, аналогичную той, что играл эфир в макроскопической физике XIX века» [13. С. 529].

Аналогичные соображения можно найти в работе другого активного приверженца теории S-матрицы Ф. Дайсона [14].

Исходя из ряда предварительных успехов теории S-матрицы, Чью задается вопросом: «Почему же тогда не наблюдается панического бегства

физиков от теории поля и пространства-времени в распростертые объятия аналитической теории  $S$ -матрицы?» Чью объяснял это консерватизмом физиков и привычкой описывать динамику посредством уравнений поля, выражая уверенность в том, что это временное явление: «Физика двадцатого столетия уже испытала две живительные революции – в виде теории относительности и квантовой механики. Сейчас мы стоим на пороге третьей» [13. С. 539].

Данная статья была написана в середине XX века, но физика в двадцатом столетии так и не переступила порог третьей революции. Время показало, что принцип аналитичности  $S$ -матрицы оказался не столь фундаментальным, чтобы поднять физику на принципиально новый уровень – перейти к монистической парадигме. Однако это не умаляет роль  $S$ -матрицы в квантовой физике. Правильнее было бы считать, что следует искать иные ключевые свойства  $S$ -матрицы, действительно имеющие фундаментальный характер.

### ***5. Бинарная предгеометрия и принцип процессуальности***

Понятие амплитуды вероятности перехода между двумя состояниями микрочастиц можно понимать как комплексное отношение между элементами двух множеств. Это заставляет обратиться к реляционной парадигме, где понятие отношения играет ключевую роль. Отметим, что в этом направлении в конце 1960-х годов были получены важные результаты в группе Ю.И. Кулакова [15; 16], причем их авторы не усматривали непосредственной связи этих идей ни с теорией прямого межчастичного взаимодействия, ни с квантовой теорией поля. Тем не менее эти результаты, обобщенные на случай комплексных отношений, оказались чрезвычайно важными именно для построения новой, реляционной интерпретации квантовой механики.

В связи с этим еще раз подчеркнем чрезвычайно важное обстоятельство, имеющееся в аксиоматике Дирака, фейнмановской и  $S$ -матричной формулировках квантовой теории, отсутствовавшее в реляционной переформулировке пространства-времени, – наличие не одного, а двух видов векторных пространств, описывающих начальные и конечные состояния систем. Амплитуды вероятности задаются между векторами (элементами) двух противоположных множеств. В работах группы Кулакова было найдено обобщение теории унарных систем вещественных отношений (на одном множестве элементов) на случай двух множеств элементов. Далее необходимо было лишь комплексифицировать эту теорию, используя заложенные в нее принципы, которые имеют метафизический характер и позволяют избавиться от дополнительных постулатов и положений, привлекаемых для учета классических пространственно-временных представлений.

### 5.1. Принципы бинарной предгеометрии

Кратко поясним основные понятия и принципы теории бинарных систем отношений в наиболее общем виде [17; 18].

1. Постулируется, что имеется не одно, как в случае унарных систем отношений, а два множества неких элементов. Обозначив первое множество символом  $M$ , а второе –  $N$ , будем записывать элементы первого множества латинскими буквами ( $i, j, k, \dots$ ), а элементы второго множества – греческими ( $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ ).

Между любой парой элементов из разных множеств задается парное отношение – некоторое вещественное или комплексное число  $u_{i\alpha}$ . Фактически это соответствует как идеям Аристотеля в определении движения, так и постулатам квантовой теории в описанных выше формулировках.

2. Вместо дополнительных постулатов в аксиоматике Дирака или в  $S$ -матричной формулировке полагается, что имеется некий *алгебраический закон*, связывающий все возможные отношения между любыми  $r$  элементами множества  $M$  и  $s$  элементами множества  $N$ :

$$\Phi_{(r,s)}(u_{i\alpha}, u_{i\beta}, \dots, u_{ky}) = 0.$$

Целые числа  $r$  и  $s$  характеризуют ранг  $(r,s)$  бинарной системы отношений. Очевидно, что функция  $\Phi_{(rs)}$  зависит от  $r \times s$  аргументов.

Далее постулируется *принцип фундаментальной симметрии*, то есть полагается, что закон остается справедливым при замене элементов  $i, j, \dots$  и  $\alpha, \beta, \dots$  на любые другие элементы соответствующих множеств. Есть все основания полагать, что данный принцип фундаментальной симметрии имеет метафизический характер. Напомним, что вся фундаментальная физика XX века демонстрирует многократные проявления симметрий в структуре физике. На этом основаны законы сохранения, инвариантности лагранжианов, калибровочный метод введения взаимодействий и многое другое.

3. Если предположить, что *два множества элементов являются непрерывными*, то наличие фундаментальной симметрии позволяет записать функционально-дифференциальные уравнения и из них найти вид как парных отношений  $u_{i\alpha}$ , так и саму функцию  $\Phi_{(r,s)}(u_{i\alpha}, u_{i\beta}, \dots, u_{ky})$ .

Ю.И. Кулаковым была поставлена задача нахождения всех возможных бинарных структур (бинарных систем отношений), исходя из найденного им простейшего примера – бинарной структуры ранга (2.2), в терминах которой был записан 2-й закон Ньютона.

Для случая *вещественных отношений* эта задача в самом общем виде была решена его учеником Г.Г. Михайличенко (см. [19]).

Оказалось, что законы бинарных систем отношений записываются в виде равенств нулю определителей из парных отношений. Отсюда следует, что в построении теории и ее интерпретации ключевую роль играют миноры определителя, через который записан закон бинарной системы отношений.

4. В построенной на этих принципах теории возникают аналоги понятий координат в геометрии или компонент векторов, которые имеют тот же характер, что и в общепринятых геометриях. Чтобы к ним прийти, в законе нужно положить  $r-1$  элементов множества  $M$  и  $s-1$  элементов множества  $N$  эталонными. Тогда на этот закон можно смотреть как на соотношение, определяющее парное отношение между двумя оставшимися неэталонными элементами (пусть это будут элементы  $i$  и  $\alpha$ ) через их отношения к эталонным элементам. Отношения же между самими эталонными элементами можно считать раз и навсегда заданными. Тогда оказывается, что парное отношение  $u_{i\alpha}$  характеризуется  $s-1$  параметрами (координатами) элемента  $i$  (его отношениями к  $s-1$  эталонным элементам множества  $N$ ) и  $r-1$  параметрами элемента  $\alpha$ .

Получаемые таким образом параметры как раз и выполняют роль пространственно-временных или импульсных отношений, которых не хватало в аксиоматиках квантовой теории (как Дирака, так и в  $S$ -матричной формулировке).

5. Существенно подчеркнуть, что развиваемая таким образом теория опирается исключительно на систему внутренних понятий, то есть не нуждается в привлечении посторонних факторов, например, классических пространственно-временных представлений.

В этой связи невольно вспоминается высказывание Э. Маха, сделанное в самом начале XX века: «Физическое пространство, которое я имею в виду (и которое включает в себе вместе с тем и время), есть не что иное, как *зависимость явлений друг от друга*. Совершенная 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 уже исчерпаны» [20. С. 428].

Более подробно данная теория изложена в ряде наших публикаций [17; 18].

## 5.2. Следствия открытия бинарных геометрий

Открытие бинарных систем отношений приводит к ряду далеко идущих следствий, важных как для построения реляционной формулировки квантовой теории, так и всего миропонимания. Назовем главные из них.

1. Теория бинарных систем отношений строится по образу и подобию теории унарных систем отношений, соответствующих общепринятым геометриям. Следовательно, найденные в группе Кулакова бинарные физические структуры (бинарные системы отношений) можно трактовать как новый класс *бинарных геометрий*, в которых можно ввести аналоги многих известных геометрических понятий, например, объемов, площадей и т. д.

2. *Унарные системы отношений (общепринятые геометрии) можно получить из бинарных систем отношений* специальной «склеивкой» элемен-

тов из двух множеств в новые элементы уже одного множества, причем отношения между ними строятся из первичных бинарных отношений.

3. В исследованиях группы Кулакова было доказано, что *отсутствуют нетривиальные содержательные теории тернарных, тетрадных и т. д. систем вещественных отношений*. Следовательно, природа ограничилась случаями бинарных и унарных систем отношений, причем теория бинарных систем отношений оказалась значительно проще теории унарных структур.

Следовательно, есть все основания полагать, что *бинарные системы отношений тесно связаны с метафизикой, описывают более глубокие основы мироздания, нежели общепринятые (унарные) геометрии*. Они отражают метафизические принципы триединства и процессуальности (два множества элементов и отношения между ними).

4. В теориях геометрического миропонимания ставится задача геометризации основных понятий физики и разработки объединенных моделей физических взаимодействий на основе обычной, то есть унарной геометрии. В теоретико-полевом подходе физика строится на фоне унарной геометрии. Однако, поскольку существуют более элементарные бинарные геометрические конструкции, естественно, возникает мысль – *положить в основу программы геометризации физики именно бинарные системы отношений*. Это и предлагается делать в развиваемой нами бинарной геометрофизике, опирающейся на бинарную предгеометрию.

5. Чрезвычайно важным обстоятельством развиваемой теории является то, что в ней удастся обосновать известные свойства классического пространства-времени. Было показано, что эти свойства определяются бинарными системами комплексных отношений (БСКО) минимальных симметричных рангов (2,2) и (3,3). Оказалось, что в БСКО ранга (3,3) элементы бинарной предгеометрии описываются 2-компонентными спинорами, что обуславливает спинорный характер основных элементарных частиц. В рамках этой теории строится реляционный прообраз уравнений Дирака, не опираясь на готовое пространство-время.

От БСКО ранга (3,3) путем своеобразной «склейки» элементов двух множеств можно перейти к унарной системе отношений, соответствующей общепринятой геометрии на одном множестве, причем в итоге получается 4-мерная геометрия с общепринятой сигнатурой (+ – – –). Эта процедура соответствует общепринятому переходу от спиноров к 4-мерной геометрии. Таким образом, *бинарная предгеометрия позволяет обосновать как 4-мерность классического пространства-времени, так и его сигнатуру*.

Таким образом, фундаментальный характер ранга (3,3) в развиваемой теории опять следует связать с проявлением метафизического принципа тринитарности.

6. В рамках бинарной геометрофизики обосновывается тот факт, что при переходе от классической к квантовой физике проявляется своеобразное извлечение «квадратных корней» из привычных классических величин и соотношений. Прежде всего, следует назвать спиноры как «квадратные корни

из векторов». Аналогичным примером является введение амплитуд вероятности в квантовой механике «как квадратных корней из классической вероятности». В общей теории относительности при описании спинорных частиц важную роль играют тетрады, которые также можно рассматривать как своеобразные «квадратные корни из компонент метрического тензора». Примечательно, что все названные примеры так или иначе связаны с квантовой теорией. Открытие бинарных предгеометрий следует поставить в один ряд с названными примерами, то есть *бинарную предгеометрию можно назвать корнем квадратным из обычной унарной геометрии* в том смысле, что, «склеивая» два множества элементов бинарной системы отношений, получаем одно множество точек обычной геометрии.

### Заключение

Исходя из изложенного, можно сделать ряд выводов.

1. В данной статье предложен анализ квантовой теории на основе метафизических принципов триединства и процессуальности. В связи с этим следует подчеркнуть, что в задачу метафизики не входит приведение каких-либо доказательств. Этим занимается математика и теоретическая физика. В задачу метафизики входит анализ так или иначе построенных теорий на предмет соответствия их добытым общим принципам мировой культуры, а также выявление путей их дальнейшего развития.

2. Открытие бинарных предгеометрий позволяет преодолеть ряд трудностей, возникавших в многократных попытках построения аксиоматики квантовой теории, опираясь лишь на самостоятельную систему понятий и принципов, присущих физике микромира, то есть не привлекая понятия классического пространства-времени.

3. В данной статье рассмотрены лишь те аспекты квантовой теории, которые непосредственно связаны с метафизическими принципами триединства и процессуальности. В наших работах [17; 18] было показано, что для более полного формирования квантовой теории необходимо еще привлечь соображения реляционно-статистического подхода к природе классического пространства-времени. Эти оставшиеся за пределами данной статьи соображения тесно связаны с метафизическим принципом цельности мироздания, который в значительной степени соответствует принципу Маха.

4. Чрезвычайно важным обстоятельством является тот факт, что бинарная предгеометрия основывается на ключевых метафизических принципах (триединства, цельности и процессуальности), вскрытых при анализе как развития фундаментальной теоретической физики в XX веке, так и содержания философских и мировых религиозных систем, содержащих в себе истины, выработанные человечеством на протяжении многих веков и даже тысячелетий.

5. Особого внимания заслуживает тот факт, что обсуждаемые здесь проявления в физике принципов триединства и процессуальности содержат

ся как в древнекитайском даосизме, так и в христианском учении в виде догмата Святой Троицы, что открывает новые возможности для сопряжения науки и религии. Это уже почувствовали создатели квантовой механики. Например, В. Паули писал: «И если само естествознание ломает эти узкие рамки – как оно это сделало в теории относительности и в еще большей мере способно сделать в квантовой теории, о которой мы теперь с таким жаром спорим, – то соотношение между естествознанием и тем содержанием, которое хотят охватить своими духовными формами религии, начинает выглядеть опять-таки иначе. <...> В будущем, думая о порядке мироздания, нам следовало бы придерживаться середины, как она очерчена, например, в принципе дополнительности Бора. Наука, построенная на таком образе мысли, будет не только терпимее к различным формам религии, но сможет, пожалуй, полнее рассматривая целое, обогатить и мир ценностей» [4. С. 210].

В аналогичном духе высказывался и Нильс Бор: «Но прежде всего надо уяснить себе, что в религии язык используется совершенно иначе, чем в науке. Язык религии родственнее скорее языку поэзии, чем языку науки... Если религии всех эпох говорят образами, символами и парадоксами, то это, видимо, потому, что просто не существует никаких других возможностей охватить ту действительность, которая здесь имеется в виду. Но отсюда еще вовсе не следует, что она не подлинная действительность. И расщепляя эту действительность на объективную и субъективную стороны, мы вряд ли здесь далеко продвинемся. Поэтому я как раскрепощение нашего мышления ощущаю то, что развитие физики за последние десятилетия показало нам, насколько проблематичны понятия “объективности” и “субъективности”. Это обнаружила уже общая теория относительности... в квантовой механике отход от этого идеала произошел намного более радикально» (цит. по [4]).

В дополнение к этому можно было бы привести ряд высказываний в аналогичном духе российских философов «серебряного века» В.С. Соловьева, С.Н. Булгакова и других.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Владимирова Ю.С. Метафизика. – М.: БИНОМ (Лаборатория базовых знаний), 2009.
- 2 Еремеев В.Е. Традиционная наука Китая. Краткая история и идеи. – М.: Изд-во «Спутник», 2011.
- 3 Гайденко П.П. История греческой философии в ее связи с наукой. – М.: Изд-во «Университетская книга», 2000.
- 4 Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. – М.: Наука, 1989.
- 5 Юнг К.Г. Ответ Иову. – М.: Изд-во «Канон», 1995.
- 6 Гриб А.А. Диспут о филиокве и раскол Запад-Восток // Христианство и наука (Рождественские чтения-2001). – М.: Просветитель, 2000. – С. 111–152.
- 7 Гайденко П.П. История новоевропейской философии в ее связи с наукой. – М.: Изд-во «Университетская книга», 2000.
- 8 Эйнштейн А. Религия и наука // Собр. науч. трудов. Т. 4. – М.: Наука, 1967. – С. 126–129.

- 9 Фейнман Р. Пространственно-временной подход к нерелятивистской квантовой механике // Вопросы причинности в квантовой механике. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1955. – С. 167-207.
- 10 Фейнман Р., Хибс А. Квантовая механика и интегралы по траекториям. – М.: Мир, 1968.
- 11 Фейнман Р. Нобелевская лекция «Разработка квантовой электродинамики в пространственно-временном аспекте» // Фейнман Р. Характер физических законов. – М.: Мир, 1968.
- 12 Дирак П.А.М. Принципы квантовой механики. – М.: Физматгиз, 1960.
- 13 Chew G.F. The dubious role of the space-time continuum in microscopic physics // Science Progress. – 1963. – Vol. LI. – No. 204. – P. 529–539.
- 14 Дайсон Ф. S-матрица в квантовой электродинамике // Новейшее развитие квантовой электродинамики. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1954.
- 15 Кулаков Ю.И. О новом виде симметрии, лежащей в основании физических теорий феноменологического типа // Доклады АН СССР. – 1971. – Т. 201. – № 3. – С. 570–572.
- 16 Кулаков Ю.И. Теория физических структур. – М., 2004.
- 17 Владимиров Ю.С. Физика дальнего действия. Природа пространства-времени. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2016.
- 18 Владимиров Ю.С. Реляционная концепция Лейбница – Маха. – М.: ЛЕНАНД, 2017.
- 19 Михайличенко Г.Г. Математические основы и результаты теории физических структур. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2012.
- 20 Мах Э. Механика. Историко-критический очерк ее развития. – Ижевск: Ижевская республиканская типография, 2000.

## PRINCIPLES OF METAPHYSICS AND QUANTUM MECHANICS

Yu.S. Vladimirov

Based on an analysis of the development of world culture, the key principles of metaphysics are formulated. A view of the content of quantum mechanics (theory) from the viewpoint of feasibility of metaphysical principles – mainly, the principles of trinity and processuality – is proposed. The difficulties related to the use of the concepts of classical space-time are pointed out. It is shown that they are removed if the traditionally used space-time background is replaced with the concepts of binary pregeometry. A brief description is given of the main concepts and the results already achieved within the framework of the relational interpretation of quantum mechanics developed on the basis of binary pregeometry.

**Key words:** metaphysics, principles of trinity, wholeness and processuality, quantum mechanics, binary systems of complex relations, binary pregeometry, philosophy, religion.

---

## ТРАДИЦИОННАЯ МЕТАФИЗИКА И КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

А.Ю. Севальников

*Институт философии РАН*

В статье показано, как принципы традиционной метафизики применяются для интерпретации квантовой механики. Исходя из триады ключевых понятий «необходимое – возможное – действительное» удастся трактовать все сложные проблемы квантов *возможной* теории, прежде всего проблемы реальности и причинности. В работе впервые дается разрешение «тайны» квантовой механики (Р. Фейнман).

**Ключевые слова:** метафизика, необходимое, возможное, действительное, апофатизм, принцип отрицания, иное, движение, квантовая механика, реальность, причинность.

В некотором смысле эта работа носит предварительный характер и носит, скорее, черты анонса. Полное развертывание тезисов, которые здесь будут представлены и в какой-то мере развернуты, требует больших объемов, нежели чем объем статьи. Здесь мы планируем достаточно кратко показать и указать, как принципы традиционной метафизики применяются для трактовки квантовой механики. Прежде чем перейти к сути дела, сделаем одно предварительное замечание, касающееся метафизики и квантовой теории.

Современная западная культура, по сути, очень давно «не говорит» на языке метафизики. Весь путь западной цивилизации и философии, которая и задает основные парадигмальные установки и «вектор развития» цивилизации, есть «забвение сущего» (М. Хайдеггер), а на самом деле метафизики. Мы утверждаем и настаиваем, что непонимание квантовой механики связано с тем, что её принципы и представления выводят нас очень далеко за рамки новоевропейской декартовой парадигмы, а понимание квантовой механики невозможно без поворота (Kehre) к основным принципам метафизики.

Собственно говоря, сначала укажем, что такое метафизика. «Метафизика, в наиболее полном и наиболее всеобъемлющем понимании этого слова, есть абсолютное, непреходящее видение *всех* аспектов реальности с позиции первоначала, первопринципа» [1. С. 17]. Метафизика является единственным видом знания, которое является самодостаточным, более ниоткуда не выводимым, поскольку она «не может быть основана ни на чем ином, кроме самого себя, уже в силу того обстоятельства, что метафизика является знанием универсальных принципов, из которых выводится всё остальное, включая среди всего прочего и то, с чем имеют дело самые разные науки» [2. С. 112]. Если такое понимание метафизики верно, с чем мы абсолютно согласны и в противоречии с чем находилась, да и находится практически вся современная западная философия, то принципы любой науки и их основания надо искать и связывать с метафизикой. Квантовая механика здесь яв-

ляется не только исключением, но и наиболее ярким примером экспликации такого рода.

Исходя из этимологии, «метафизическим» является только то, что находится за пределом «физического», «природного». Последняя область связана в своих сущностных основаниях с движением, в широком философском смысле этого слова, или со становлением. По своему изначальному смыслу «термин “метафизика” уже несет в себе некий отрицающий смысл, так как указывает не на реальность саму по себе, в ее утвердительном, позитивном качестве, а на преодоление и даже отрицание плана реальности, называемого “физикой”. Термин “метафизика” указывает на те сферы, которые совершенным образом превосходят становление, природу» [1. С. 17]. Ближайшее понятие, с которым неразрывно связана метафизика, – это трансцендентное, или «запредельное», то есть то, что мы «переходим». С этой трансцендентностью связан существенный апофатизм метафизики. Все ее ключевые понятия, такие как «абсолют», «трансцендентное», «метафизика», «возможность», – носят отрицающий характер. Эта общая черта любой метафизики – китайской, индуистской, буддийской, исламской, иудейской, или, наконец, христианской. Какую бы мы из них ни рассматривали и как бы они ни отличались друг от друга, ее первичные принципы даны в отрицательных понятиях. Так, например, понятие «Абсолют» (Бог, Брахма, Дао, Эн Соф и т.д.) дается в отрицательных понятиях. Как «Бог» в христианстве, так и «Брахма» в индуизме, – это всегда «ничто из сущего» в христианстве, или «не то, не то и не то», аналогично «нетти-нетти» в индуизме. Это касается не только понятия Абсолюта, которого мы здесь совершенно не будем касаться, но и всех модусов бытия, которых в разных метафизических подходах насчитывается совсем не мало. Так, например, кашмирский шиваизм, как и одна из школ буддизма, выделяет 36 модусов бытия; в средневековой Европе их насчитывали около двух десятков.

Несмотря на огромное число модусов бытия, которыми оперирует метафизика, существует триада универсальных понятий, являющихся общим для всех рассматриваемых модусов, в рамках которых они могут быть описаны. Это категории – необходимое, возможное и действительное. В данной работе нас будет интересовать «природное», «физическое», являющееся в иерархии модусов, рассматриваемых метафизикой одним из самых «низших».

Метафизика утверждает, что природа, это только часть реальности. Существует то, что конституирует и определяет эту данную нам природу, причем во всех смыслах этого слова. Существует то, что «кладет предел» этой природе и дает ее начало. Природа не первична, не абсолютна, она вторична и относительна, со всеми ее свойствами и объектами. Одно из главных ее свойств – это непрерывное *становление*, изменение, существенная и сущностная процессуальность данного мира (наличного бытия, *Vorhandene*). Истоком этого мира является Необходимое, принцип мира, уже – вещи, объекта. Например, Аристотель в книге «Об истолковании» определяет Необ-

ходимое как «суть начало бытия или небытия всего, остальное должно рассматриваться как следствия из них» [3. С. 112]. Например, у Платона в качестве *необходимого* можно рассматривать *эйдос* – идею, или сущность вещи. Это и есть *Иное*, которое можно понимать как синоним трансцендентного Необходимого. Это *Иное* по своей сути принадлежит вечному, здесь отсутствует время, которое наличествует в мире становления, в природном мире. Иное вечно и едино. С этими ее свойствами связана одна существенная проблематика, непрерывно обсуждавшаяся в западной метафизике, начиная от Парменида, школы элеатов с их апориями Зенона, Платона и вплоть до Аристотеля, давшего разрешение проблемы. Если очень кратко, то вечное и неизменное Единое, *Иное* не причастно изменению и становлению и никак не может породить само по себе мир изменяющейся природы. То, что становится и изменяется, причастно по своей сути к небытию, а чистое бытие никак не может быть причастно последнему (хотя такую возможность поздний Платон обсуждал в «Софисте»). Долгое время проблема движения являлась «камнем преткновения» для западной метафизики, вплоть до Аристотеля.

Категории *необходимое* и *действительное* опосредует *возможное*. Возможное выступает как противоположность Необходимости, это то, что отрицает последнее. Если *необходимое* есть бытие, то *возможное* это небытие<sup>1</sup>. Возможное, как небытие, содержит в себе среди прочих возможностей возможность действительного, бытия наличного, являясь по отношению к нему его метафизическим истоком. Реализация возможности происходит не сама по себе. Возможность сама «повинуется» Иному – *необходимому*. Последняя выступает отрицанием категории возможности как наивысшей, и утверждает за ее пределами Иное, которое превосходит любую возможность. Среди прочих возможностей существуют и те, которые *никогда* не реализуются и не становятся проявленными. Последнее утверждение является некой аксиомой в метафизике, очень подробно и тщательно этим занимается индусская метафизика; это положение есть также и в западной метафизике, у того же Аристотеля. Как он писал, «наконец бывает и такое, что никогда не есть действительность, а есть только возможность» [3. С. 113]. Возможное к реализации и также по своей природе не могущее стать проявленным составляет Всевозможность. В рамках этой Всевозможности, среди частных и включенных в неё возможностей, наличествует возможность самоотрицания. Последнее обстоятельство для целей нашей работы является наиболее важным. Возможность самоотрицания – это возможность стать действительным. «Возможное в самом широком смысле (то есть всевозможность) порождает действительное не в качестве самоопределения или особой формы самоутверждения, но как самоотрицание и, следовательно, действительное не *истекает* из возможного, не *источается* из него, но возникает как бы “само по себе”. Вообще говоря, возможность быть действительным для самого действительного присуща возможному, но как парадоксальная

<sup>1</sup> *Небытие* никак нельзя путать с *ничто*, из-за чего часто возникают недоразумения.

метафизическая категория<sup>2</sup>, выходящая из ряда всех остальных возможностей. Само наличие этой возможности самоотрицания... показывает относительность этой категории, ни в коем случае не могущей быть отождествленной непосредственно с самим абсолютом» [1. С. 32–33].

Итак, мы сформулировали (хотя крайне бегло и кратко) основные положения метафизики, теперь постараемся показать, как они применяются для истолкования феноменов квантовой механики.

Приложение принципов метафизики позволяет дать разгадку «тайны квантовой механики», о которой постоянно говорил Фейнман и который считал, что никто и никогда не сможет разрешить эту загадку. На «тайну» квантовой механики действительно невозможно ответить, если подходить к ней с грузом классических новоевропейских представлений, как философских, так и физических, касающихся концепций реальности и существования. Единственный верный призыв, как мне представляется, это то, что часто озвучивается профессурой в самом начале курсе лекций по квантовой механике: «Забудьте всё, чему мы вас учили прежде!». Если касаться философии, то для автора этих строк совершенно очевидно, что квантовая механика требует радикального отказа от классических новоевропейских представлений о реальности и существовании, и возвращения к представлениям традиционной метафизики. Перейдем на язык обычной нашей философии и выскажемся более определенно, все эксперименты, проведенные в последнее время, требуют отказа от декартовской парадигмы, и касается это, прежде всего, пересмотра концепции «*res extensa*», концепции существования материального, а если еще точнее, основ существования материального мира.

Квантовая механика – это наука о становлении наблюдаемого мира. Как этот мир стал и становится? Выскажем, наверное, противоречивое и парадоксальное утверждение. Квантовая механика, с одной стороны, сложна, а с другой – банальна и примитивна. Сложна в том смысле, что о ней говорил Фейнманом, что никто не может ее понять, а банальна в том смысле, что описывает наиболее простой, элементарный уровень реальности. А именно то, что конституирует наблюдаемый материальный мир. В каком смысле материальный? Материя в квантовой механике должна пониматься радикально иначе, нежели чем в декартовской парадигме. Концепция «*res extensa*», ведущая к геометрическому описанию этого мира, изначально не полна и требует пересмотра. Прежде чем перейти к изложению своей концепции, остановимся, и очень кратко, на одном вопросе. Утверждая, что квантовая теория разрывает с декартовскими представлениями, вспомним, что об этом давно говорится многими исследователями. Однако часто можно слышать утверждения, что в квантовой механике больше не работает принцип разделения между «*res extensa*» и «*res cogitans*». Принцип объективности здесь больше не работает, и нужно вводить участие наблюдателя.

<sup>2</sup> А она именно «парадоксальная», и как раз с ней и связаны во многом «парадоксы» квантовой механики (Прим. – А.С.).

Вот с этим утверждением согласиться невозможно. Да, человек играет существенную роль в этом мире, занимает центральную роль, если вспомнить антропный принцип, но квантовая механика просто говорит нечто иное и об ином. Она говорит о материальном и об особом понимании этой материальности.

И вот здесь перейдем к «тайне квантовой механики» по Фейнману. Фейнман указывает два принципа, на которых базируется квантовая механика. Он утверждает, что эти принципы ниоткуда не выводятся и не вытекают, более того, его позиция более чем категорична и он заявляет, что никто в мире и никогда суть этих принципов не сможет объяснить, – в этом и состоит тайна квантовой механики. Кратко напомним, о чем конкретно говорит Фейнман. Прежде чем сформулировать принципы квантовой механики, им предварительно вводится понятие «идеального опыта», то есть опыта, в котором отсутствуют неопределенные внешние влияния, и нет никаких не поддающихся учету изменений, колебаний и т.д. Точная формулировка будет такова: «Идеальным опытом называется такой, в котором все начальные и конечные условия опыта полностью определены». Такую совокупность начальных и конечных условий он называет «**событием**». «Событие» – это переход от начального состояния к конечному. Далее, важным является то, как и каким образом описывается это событие. Событие *описывается так называемой амплитудой вероятности*, которая не принадлежит полю действительных чисел и является величиной комплекснозначной. По Фейнману, «...новый, выдвигаемый квантовой механикой способ изображать мир – новая система мира – состоит в том, чтобы задавать амплитуду любого *события*, которое может случиться. Если событие состоит в регистрации частицы, то можно задавать амплитуду обнаружения этой частицы в тех или иных местах и в то или иное время. Вероятность обнаружить частицу тогда будет пропорциональна квадрату абсолютной величины амплитуды». Вводя понятие события и амплитуды вероятности, Фейнман формулирует далее основополагающие принципы квантовой механики. Их всего два:

«1) Если событие может произойти несколькими взаимно исключающими способами, то амплитуда вероятности события — это сумма амплитуд вероятностей каждого отдельного способа. Возникает интерференция.  $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$ ,  $P = |\varphi_1 + \varphi_2|^2$ ,

2) Если ставится опыт, позволяющий узнать, какой из этих взаимно исключающих способов на самом деле осуществляется, то вероятность события — это сумма вероятностей каждого отдельного способа. Интерференция отсутствует.  $P = P_1 + P_2$ » [4. С. 217].

Собственно, по Фейнману, существование двух этих принципов и есть некоторая тайна, которую никто не сможет объяснить. Он пишет далее: «Быть может, вам хочется выяснить: «А почему это? Какой механизм прячется за этим законом?» Так вот: никому никакого механизма отыскать не удалось. Никто в мире не сможет вам «объяснить» ни на капельку больше того, что «объяснили» мы. Никто не даст вам никакого более глубокого

представления о положении вещей. У нас их нет, нет представлений о более фундаментальной механике, из которой можно вывести эти результаты» [4. С. 217].

И в другом месте: «...самый основной элемент таинственного поведения в самой странной его форме, ...которое невозможно, *совершенно, абсолютно* невозможно объяснить классическим образом. В этом явлении таится самая суть квантовой механики. На самом деле в ней имеется только *одна* тайна. Мы не можем раскрыть ее в том смысле, что не можем «объяснить», как она работает...» [4. С. 203]. Или еще более радикально в другом месте Фейнман утверждает, что «никто еще не нашел отгадки этой головоломки... Разгрызть этот орешек человеку не по зубам, ибо *такова природа вещей*» [4. С. 218].

Мы с Фейнманом согласимся, что в рамках классических представлений эти два принципа не находят своего объяснения. Ни с точки зрения классической физики, и, что более важно, с точки зрения всей новейшей европейской философии. И здесь мы подходим к основному нашему утверждению. Для того чтобы понять суть квантовомеханических явлений, необходима иная философия, но не совершенно новая, а хорошо и основательно забытая метафизика. О необходимости новой «квантовой философии» говорили, начиная уже с Гейзенберга, Шредингера и Бора. И здесь предлагалось множество подходов, и я не буду в данный момент заниматься их критикой. Эта работа посвящена другой цели. Нами предлагается такая сетка понятий, в рамках которых возможно две вещи. Во-первых, это дать объяснение тех принципов, которые формулирует Фейнман. И, во-вторых, сформулировать те понятия, в рамках которых становится возможным получение вывода основных квантовомеханических уравнений. В рамках всех ранее предлагавшихся подходов к трактовке квантовой теории это невозможно сделать.

Я настаиваю на том, что все то, о чем идет речь в математическом формализме квантовой механики и что неизменно подтверждается всеми опытами, ведет, с одной стороны, к новой философии, а с другой – к конкретному результату в области физики. Мы можем получить и вывести основные уравнения квантовой механики, чего ранее никому не удавалось сделать. Повторим еще раз, все последние опыты и эксперименты в области квантовой физики однозначно указывают, что квантовые объекты существуют иначе, нежели чем классические. «Атомы – не вещи!», не уставал повторять Гейзенберг. Суть этого высказывания состоит в том, что если ограничиться только понятием наблюдаемого, или актуального, бытия, то невозможно понять суть квантовых феноменов. Если подвести итоги целого ряда положений по фундаментальным вопросам квантовой механики, а именно результатов опытов по проверке эффектов ЭПР-парадокса, неравенств Белла, Легетта, Легетта–Гарга, «экспериментов с отложенным выбором», а также опытов по реализации «квантового ластика», то вывод становится однозначным. До акта измерения квантовому объекту невозможно приписать конкретные наблюдаемые свойства, они возникают во время

«наблюдения», в соответствии с двумя правилами Фейнмана, о которых говорилось выше.

Суть квантовых феноменов состоит в том, что необходимо различать и вводить разные модусы сущего, утверждение, являющееся аксиомой для традиционной метафизики. Кроме бытия актуального, «наблюдаемого», с которым имела дело вся классическая физика, как минимум необходимо различать еще один модус существования, отличного от актуального, а именно бытие возможного. По сути, это и есть модальный подход в интерпретации квантовой механики, о котором много говорится в западной литературе. Если быть предельно кратким и признать полноту квантовой механики, в смысле Эйнштейна, то необходимо признать, что онтологический референт, связанный с волновой функцией, не может принадлежать пространственно-временному континууму. Впервые об этом стал говорить Гейзенберг, утверждая, что электрон при своем движении не может обладать траекторией в атоме. Ему с 1926 года возражал Эйнштейн. Открытие принципа неопределенности в 1927 году усиливает позиции Гейзенберга. Из него явно следовало, что как минимум квантовый объект при своем движении не может обладать либо координатой, либо импульсом.

Ключевой в дальнейшем для понимания сути КМ стала работа Эйнштейна, Подольского и Розена в 1935 году, где был сформулирован ЭПР-парадокс, о которой мы уже говорили выше. Вывод из этой работы однозначен и он четко формулируется Эйнштейном с сотрудниками. Повторим его еще раз. Из работы следует, что *«или 1) квантово-механическое описание реальности посредством волновой функции неполно или 2) когда операторы, соответствующие двум физическим величинам, не коммутируют, эти две величины не могут одновременно быть реальными»*.

Является показательной судьба этого вывода. Если окинуть взором все последующие дискуссии, опыты по проверке ЭПР-парадокса, то видно, что обсуждалось все что угодно, но только не основной вывод этой работы! Обсуждалось и обсуждается так называемая «сепарабельность» или «несепарабельность», целостность, или «холизм» квантовых явлений, львиная доля работ посвящена локальному реализму или, наоборот, реализму нелокальному и многое еще чему... Как бы эти работы ни отличались друг от друга, есть нечто общее, что их объединяет. Квантовые феномены рассматриваются в прокрустовом ложе декартовой парадигмы, а именно в попытке так или иначе рассматривать квантовые феномены, осуществляющиеся в пространстве и времени. Здесь мы ни на йоту не отходим от декартовской парадигмы, от попытки понимания материи как «res extensa». Как сама материя, так и ее движение рассматриваются в пространстве и времени. Как идеи Клиффорда, так и программа геометризации физики Эйнштейна полностью опираются на эти философские идеи. Собственно, Эйнштейн, когда говорил о неполноте квантовой теории, надеялся, что ее уравнения будут получены в будущем из более общей теории, связанной с идеей геометризации материи. Вектор развития физики развернулся в иную сторону. Эйнштейн четко сформули-

ровал выводы из квантовой теории, при условии, что она «не является полной», и надеялся, что они никогда не подтвердятся. «Если квантовая механика права, то мир сошел с ума!», – восклицал он в конце жизни. В опытах мы видим как квантовую нелокальность, по Эйнштейну – «действие духов на расстоянии», так и четкое подтверждение его вывода о «нереальности» свойств квантового объекта до наблюдения. Вовсе не случайно вместе с рождением квантовой механики было введено два рода характеристик квантовых объектов – «наблюдаемые» и «ненаблюдаемые». «Ненаблюдаемое» описывается как раз волновой функцией  $\psi$ , либо в ином представлении оператором. То что можно наблюдать хотя бы в принципе описывается квадратом модуля волновой функции, что и задает вероятность нахождения частицы в определенном состоянии  $P = \psi\psi^* = |\psi|^2$ . Эти два рода состояний, наблюдаемое и ненаблюдаемое, задают, с точки зрения философии, два различных модуса бытия, о чем впервые уже говорил Гейзенберг. «Ненаблюдаемое» связано с «бытием в возможности», принципиально описывается комплекснозначной волновой функцией, задает уровень «предгеометрии» (Дж.А. Уиллер), то есть то, что находится до пространства-времени, а «наблюдаемое» описывает уже обычную классическую реальность, объекты в пространстве и времени. Между двумя уровнями бытия существует принципиальный разрыв, скачок, что в квантовой механике связано с так называемой «редукцией волновой функции», когда из множества возможных потенциальных состояний осуществляется только одна. Является весьма важным, что осуществление той или иной возможности зависит от способа проведения эксперимента, что В.А. Фок обозначал как «относительность к средствам наблюдения» или что в другой формулировке носит название «обобщенного принципа Маха» (Ю.С. Владимирова). Собственно именно к этому приходил и Уиллер, когда говорил, что наблюдаемое в эксперименте зависит от «способа постановки вопроса». Подчеркивая, что квантовая механика ниоткуда не выводится, о чем уже говорилось выше, он утверждал, что можно сформулировать основной урок квантовой механики: «Никакое элементарное явление нельзя считать явлением, пока оно не наблюдалось» [5. С. 551]. Этот вывод – формулировка иными словами вывода Эйнштейна, что если квантовая механика полна, то величина, описываемая двумя некоммутирующими операторами, не может быть величиной реальной. Вот только из этого правильного вывода Уиллер делает и дополнительный вывод, не соответствующий действительности, – об участии «наблюдателя», удваивая наблюдаемые сущности!

Разделение двух модусов сущего, а в более широком плане введение модальной философии, и позволяет ответить на «загадку», «тайны квантовой механики» по Фейнману. Предварительно сформулируем их еще раз:

1) Если событие может произойти несколькими взаимно исключающими способами, то амплитуда вероятности события – это сумма амплитуд вероятностей каждого отдельного способа. Возникает интерференция.

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2, \quad P = |\varphi_1 + \varphi_2|^2,$$

2) Если ставится опыт, позволяющий узнать, какой из этих взаимно исключающих способов на самом деле осуществляется, то вероятность события – это сумма вероятностей каждого отдельного способа. Интерференция отсутствует.  $P = P_1 + P_2$ .

Напомним опять же, что, по утверждению Фейнмана, этот механизм никто до сих пор не объяснил, то есть не показал, как он работает. В одном месте Фейнман говорил, что существует только один мир, и этот мир квантовый. Если опираться на такие философские представления о реальности, то дать ответ на «тайну» Фейнмана невозможно. **Если же мы различаем различные уровни, модусы реальности**, то загадка Фейнмана разрешается очень просто. Продемонстрируем это утверждение все на том же простом двухщелевом эксперименте. Итак, в первом случае, когда мы не различаем пути, не определяем, через какую из двух щелей проходит квантовая частица, в конце концов мы наблюдаем интерференцию. Наличие интерференции указывает на то, что в этом случае бытие частиц надо относить к модусу сущего, отличного от бытия актуального. «Ненаблюдаемое» поведение частиц отнесено к модусу «бытия возможного», где равновероятно существуют разные возможности, работает принцип суперпозиции состояний, различные возможные состояния взаимодействуют, существуя одновременно, что и дает наблюдаемую интерференцию. Здесь мы потому и складываем амплитуды вероятностей, так как именно они описывают потенциальное.

Во втором случае, когда есть принципиальная возможность узнать, как прошли частицы, причем это – не эфемерное «влияние субъекта», а конкретно **«ставится опыт, позволяющий узнать, какой из этих взаимно исключающих способов на самом деле осуществляется»** (Р. Фейнман), то в данном случае потенциальное «переводится» в актуальное. Тем или иным образом происходит актуализация возможного. Если в первом случае мы не можем отнести существование частицы к пространственно-временному континууму, ее существование описывается с точки зрения математики комплексными величинами, в некотором смысле негеометрическими, так как мы в данном случае не можем ввести понятие «больше-меньше», то во втором случае происходит актуализация частицы «здесь и сейчас». Мы можем ее уже наблюдать в пространстве, возможности в данном случае «схлопнулись», из множества возможностей реализуется одна конкретная и ее существование уже описывается реальной величиной, обычной вероятностью  $P = |\psi|^2$ , связанной уже с полем действительных чисел. Собственно наблюдаемый, осязаемый мир, окружающий нас, и обязан именно этому случаю, когда мы можем различить альтернативы, то есть произошла та или иная актуализация «амплитуд вероятности». И наблюдатель лишь констатирует то, что реализовалось, актуализировалось в прошлом.

Если частицы в двухщелевом эксперименте проходят через два отверстия, то, соответственно, реализуется либо одна возможность, описываемая вероятностью  $P_1$ , либо вторая возможность, связанная с вероятностью  $P_2$ . Если мы наблюдаем множество событий, то и получаем суммарное наблю-

даемое распределение вероятностей, даваемое суммой двух возможных событий  $P = P_1 + P_2$ . Два принципа квантовой теории, о которых говорит Фейнман, соотнесены с различными модальностями сущего. Первый принцип описывает существование потенциального, а второй – актуального. В этом и состоит достаточно простое объяснение «тайны квантовой механики».

Есть еще один момент, на котором хотелось бы остановиться. Эйнштейн не верил в полноту квантовой теории и, по сути, не верил в «реальность» волновой функции. На современном этапе развития квантовой теории эти вопросы стали опять актуальными в связи с так называемой «информационной трактовкой» квантовой теории. Оказывается, можно отличить так называемый «пси-эпистемологический» подход от «пси-онтического». Первый говорит, что волновая функция (ВФ) характеризует наше знание об объекте, второй указывает, что ВФ является определенной реальностью, то есть мы можем говорить о правоте квантового реализма. В 2015 году были опубликованы результаты экспериментов совместной группы физиков из Франции и Австралии [6]. Они однозначно показали невозможность пси-эпистемологического подхода, то есть по сути информационного подхода, в трактовке квантовых явлений, и однозначно указали на «реальность», хотя и особую, волновой функции. На деталях этой работы здесь нет возможности останавливаться, а всех, интересующихся ими, отошлю к ссылке на данную работу.

Я не считаю, что введение понятия информации может что-то решить в понимании квантовой теории. По сути, об этом говорил Фейнман: «*Природа не знает, на что вы смотрите, на что нет, она ведет себя так, как ей положено, и ей безразлично, интересуют ли вас ее данные или нет*» [9. С. 19]. Перефразируя, можно сказать, природе безразлично, получаете вы информацию или нет. Она ведет себя так, как ей и положено.

Понимание квантовой механики невозможно без философии. Еще раз следует подчеркнуть – радикально иной философии. Ошибка Фейнмана состояла в том, что он утверждал, что мир один, и этот мир квантовый. Если следовать такой позиции, то дать объяснение двум принципам Фейнмана невозможно. Волновая функция описывает иное понимание материи. Можно сказать, что это новое понимание, отличное от декартовского; но самое интересное состоит в том, что это новое – хорошо забытое старое, о чем мы уже и говорили выше. Начиная с античности и вплоть до эпохи схоластики, да и позднее, материя мыслилась как *возможность*. Есть состояние материи, которое находится не в пространстве и времени, существует иной модус бытия, отличающийся от наблюдаемого. В этой комнате находятся различные объекты – это есть то, что находится в пространстве и времени. Но «урок квантовой механики» состоит в том, что мы должны признать, что существует то, что *есть* до пространства и до времени, причем это некоторое материальное начало. Аристотель это начало обозначает термином *ὑποκείμενον*, дословно переводимым как подлежащее (лежащее внизу, в основе).

Существует два подхода к пониманию материального, одно связано с именем Аристотеля, другое – с именем Платона. Аристотель настаивал на том, что материя не может быть описана математически. Платон говорит о возможности математического описания. Если следовать такой традиции и материя должна описываться математически, то встает вопрос, как может быть описано то, что не находится в пространстве и времени. Как описать то, что вне пространства и времени и *до* него? Раз вне пространства и времени, то отсюда следует, что мы не можем ввести здесь понятия «больше – меньше». Это можно сделать только в геометрическом пространстве, используя поле действительных чисел. Самый простейший объект, где нельзя ввести понятие «больше – меньше», – это поле комплексных чисел. Если мы вводим понятие элементарного события, перехода из начального состояния в конечное и описываем его комплекснозначной величиной, и рассматриваем множество таких событий, то отсюда удастся вывести основные уравнения квантовой механики. Я имею в виду бинарную геометрофизику Ю.С. Владимирова. Если на эти элементарные события наложить так называемое уравнение фундаментальной симметрии, то удастся получить содержательную физику, вплоть до вывода прототипа уравнения Дирака, получения структуры пространства-времени и ряда других фундаментальных результатов современной физики.

Есть актуальное – то, что мы видим здесь и сейчас. Однако существует ряд феноменов, где пространственно-временное описание неприменимо. Это мир квантовых феноменов. Вся квантовая нелокальность связана с проявлением именно этого модуса. То, что мы видим, – это своеобразное «развертывание» возможного – как и каким образом обозначим ниже. Событие осуществляется либо одним способом, либо другим, в соответствии с двумя принципами Фейнмана. Первична не информация, а конкретное материальное окружение. Информация вторична. В трактовке этих явлений мы изобретаем велосипед. Напомню, что у греков мир рассматривался как феноменальный, явленный. Как и у Хайдеггера, который рассматривал скрытое и явленное. Квантовая механика говорит о том же самом. Потенциальное, возможное может выходить к осуществлению по-разному. Тут работает так называемый принцип индивидуации материи. То, каким образом сущность выходит к проявлению, зависит от материи. Так было у греков, то же самое мы видим и в квантовой механике. Не сознание определяет квантовый феномен, и не знание, и не информация, а вполне конкретное материальное. Как и каким образом работает экспериментальная установка, то есть, по Фокку, работает принцип относительности к средствам наблюдения? Все очень конкретно, у вас реализуется либо одна экспериментальная установка, либо иная. Находится в установке для лазерных фотонов светоделитель или не находится, включен у вас детектор или нет и т.д. Это и есть тот самый обобщенный принцип Маха, который вводит Ю.С. Владимиров. Сейчас мы говорим о принципе Маха, а греки вводили принцип индивидуации материи. Материя – это некая потенция, которая может быть явлена, осуществлена

двумя взаимоисключающими способами, в соответствии с принципами Фейнмана. То, что мы наблюдаем в экспериментах, так называемая «относительность от средств наблюдения» в природе осуществляется немедленно и во всей Вселенной и не имеет никакого отношения к «наблюдателю». Выход к осуществленности – есть реализация потенции тем или иным образом. Ни сознание, ни знание здесь ни на что не влияют. Вселенная реализовалась задолго до нашего появления, до нашего вопрошания о ней, задолго до того, как мы стали получать о ней информацию.

Введения одного понятия возможного, с которым связаны понятия оператора и волновой функции, оказывается явно недостаточным при трактовке квантовых явлений. Существует еще проблема причинности и детерминизма в квантовой механике, и внимательное ее рассмотрение вынуждает рассматривать метафизическую триаду: необходимое – возможное – действительное.

Рассмотрим более внимательно двухщелевой эксперимент. Пусть бомбардировка экрана с щелями осуществляется электронами, причем пусть они идут не потоком, а поштучно, друг за другом. После прохождения щелей невозможно предсказать конкретное место локализации электрона. Если на экран попадают десяток, сотня электронов, то сначала мы видим равномерное распределение электронов, причем это распределение выглядит на первый взгляд достаточно хаотичным. Если же на экран попадают уже тысячи электронов, то начинает вырисовываться вполне определенная закономерность, известная из физики как появление интерференционных полос. Можно провести серию опытов либо на одной установке, скажем, в каждой серии на экран попадает  $2 \cdot 10^5$  электронов. Либо проводить этот эксперимент, конечно в идеальном случае, на нескольких установках. И всегда на начальном этапе мы видим как будто хаос начального распределения электронов, но на конечном неизменно будем получать одну и ту же интерференционную картину. Вот тут и возникает вопрос, а что собственно вызывает конечное идентичное распределение. На первый взгляд, ответ достаточно прост. Мы тут имеем дело с законом больших чисел. Электроны ведут себя в соответствии с уравнением Шредингера, с их волновой функцией, которая и задает их конечное вероятностное распределение. Да, все верно. Но это ответ на уровне физики. Возникает вопрос на уровне философии. Если сами электроны уже не принадлежат «горизонту явленного», то где находится источник конечного, всегда одного и того же распределения электронов на экране. На наш взгляд, результат как двухщелевого эксперимента, так и странного эффекта опыта с «квантовым ластиком» обусловлен одной причиной.

Как раз в связи с результатами этих последних опытов в литературе вновь возникла тема влияния будущего на прошлое. На наш взгляд, это неверно. В науке такой тезис – влияния будущего на прошлое – уже затрагивался и в отечественной литературе, причем не один раз в связи с эффектами синергетики. Именно здесь и был сформулирован тезис, высказанный в конце XX века С.П. Курдюмовым. Если кратко его сформулировать, то он гла-

сит следующее: «Будущее времени настоящее». Этот тезис находится в рамках мейнстрима современной науки, в целом утверждающей, что понятие детерминизма, сложившееся в рамках классических представлений, нуждается в существенном переосмыслении, и я сам примыкаю к сторонникам такого утверждения.

Можно согласиться с авторами этого тезиса, что понятие причинности нуждается в переосмыслении. Однако мое понимание проблемы радикально отличается от позиции современных российских синергетиков. В центре расхождения позиций находится понятие целевой причины. Имеется существенное различие в понимании целевой причины, как она рассматривается в рамках традиционной метафизики, например в метафизике Аристотеля, и тем, как она часто рассматривается в рамках современной науки. Касается это не только синергетики. Метафизика Аристотеля рассматривала четыре рода сущего, связывая с ними соответствующие четыре причины. Внимательный анализ показывает, что с этими же родами сущего и причинности логично связываются и четыре формы времени.

Начнем с четырех форм причинности. Вводятся формальная и материальная, действующая и целевая причины. Формальная причина связывается с формой вещи как первообразом, или определением сути бытия данной вещи. Говоря платоновским языком – это эйдетическое начало, эйдос вещи. Это подлинное бытие и связывается оно с вечностью. Эйдетическому началу (в рамках платоновского подхода) противостоит материя, понимаемая как небытие – *τὸ μὴ ὄν*. Если первое начало познаваемо, вечно и неизменно, то материя непознаваема, текуча и изменчива, о ней вообще ничего нельзя высказать. Если с формой и эйдосом мы связываем вечность, то с материей можно связать её противоположность – неуловимое мгновение настоящего времени, которое находится между сущим и не-сущим. В платоновской схеме отсутствует опосредующее начало между эйдетическим и материей. Его вводит Аристотель для объяснения понятия движения, становления, являющегося основной чертой природного мира, мира физического – *φυσικῶς*. Это есть *δυναμὴς*, *способность*, или *бытие в возможности*, определяемое Аристотелем как «...начало движения или изменения, которое находится в другом или поскольку оно – другое» (Метафизика, V, 12). Аристотелем это «третье» мыслит «как особое природное начало», которое «опосредует» противоположности, оно является «средним членом», как определяет Аристотель – «начало какой-то особой промежуточной природы» [7]. Для того чтобы описать подвижное, по Аристотелю, нужна триада понятий: необходимое – возможное – актуальное. Возможное в этой схеме является «средним членом», оно опосредует, соединяет две противоположности и несет их «отпечатки» в самом себе. *δυναμὴς* опосредует, лежит «по середине» между двумя ними, как в зеркале отражает их и позволяет выйти к осуществленности эйдетическому, вечному. Это и есть та «сила», выводящая из «сокрытости» сущность, «чтойность» вещи – *ουσία*. С этим родом сущего связывает-

ся действующая причина, или производящая причина, «то, откуда берет первое свое начало изменение».

Именно с действующей причиной, как «проектом», связана форма будущего времени. Действующая причина связана с возможностью и задает будущую реализацию этого возможного. Как коррелятом возможности выступает действительность, так и коррелятом действующей причины является то, «ради чего», то есть целевая причина, или *осуществившееся*. Осуществившееся, цель, или, по Аристотелю, энтелехия, – это то, что получило свое завершение, конец (τέλος). Её определение можем найти во второй главе второй книги «Метафизики»: «“То, ради чего” – это конечная цель, а конечная цель – это не то, что существует ради другого, а то, ради чего существует другое; так что если будет такого рода последнее, то не будет беспредельного движения; если же нет такого последнего, то не будет конечной цели». Итак, существует это последнее, то, что «находится среди неподвижного» (Метафизика, 1072b), осуществившееся, и по своему смыслу оно связано с формой прошлого времени, а отнюдь не с будущим. Цель, оно же целое, есть осуществившееся, и оно связано именно с прошлой формой времени. Мир феноменальный, природный, мир вещей связан с прошлым, об этом говорит вся метафизика, от Аристотеля до Гегеля. Ставшее, по Аристотелю, есть энтелехия, то есть «сущность, находящаяся в состоянии осуществленности» (Метафизика, 1039 a17). Энтелехия есть «вышедшее к цели, к концу, к завершенности». Но становится *что-то*, приходит к бытию то, чего в нем еще *не стало быть*. Это и есть сущность. При таком подходе сущность есть определенность бытия, «отражение бытия в иную область». Одно из известных определений сущности у Аристотеля дается им как *το τι ην ειναι* «тем, что было быть». Терминологически это близко к гегелевскому пониманию сущности. *Wesen* (сущность) указывает на прошедшее время: сущность есть как бы то, что было (*gewesen*). С формой же будущего времени, повторим еще раз, связано «начало движения или изменения», *возможное*, а не действительное, а то именно и есть действующая причина.

С чем же мы имеем дело в физических явлениях? Рассмотренная тетрактида, или *четверица*, понятий является универсальной. В ее рамках можно схватить и описать все *природное*, начиная от квантовомеханических явлений и вплоть до явлений синергетики. Да, казалось бы, если отталкиваться от интуитивных и обыденных представлений, целевую причину нужно связывать с будущим. И даже когда мы говорим вместе со Стагиритом, «ради чего», то, казалось бы, подразумеваем будущее. Но только, действительно, «казалось бы»... Будущее всегда проект, возможность, это то, что еще не стало, а то, что стало и получило завершение, «находится среди неподвижного», уже не действует. Утверждение «будущее временит настоящее» находится в четкой оппозиции, попросту противоречит аристотелевскому: «конечная цель – это не то, что существует ради другого». Активным началом всегда является действующая причина. У Аристотеля будущее, как «неподвижное», никак не может «временить» настоящее. Откуда же возникают

представления об «активности будущего»? Из-за неразличения формы как эйдетического начала и как реализации, то есть *цели*, как уже получившей воплощение. Цель всегда отображает форму, является ее реализацией. Именно они «конгруэнтны» друг другу, обе «неподвижны» и, следовательно, не могут выступать как «начало движения». Если уж и связывать что-то из них с *движением*, то более адекватным было бы рассмотрение как раз формы, а не ее воплощения – цели. Форма выступает как своеобразный «неподвижный двигатель». Собственно, это хорошо видно при решении тех задач, в которых и возникает понятие «странного аттрактора». При численном решении любой сложной задачи используется «метод конечных разностей». При расчете того или иного параметра системы  $q$  задается его начальное состояние  $q_0$  и определяется его приращение  $\Delta q$ . Отталкиваясь от изначального  $q_0$  на каждом шаге итерации, получаем  $q = q_0 + \Delta q$ . Приращение  $\Delta q$  определяется уравнениями, описывающими динамику системы, которые с точки зрения философии и задают форму явления. Варьируя начальный параметр  $q_0$ , можно получать различные траектории системы. Их ход предопределен, но не *целью*, а формой, говоря шире, законом рассматриваемого явления. В данном случае нужно говорить об *этернализме*, когда вечная и неизменная форма определяет ход явлений. Не будущее, которое неизвестно и которое никак не может быть заложено в уравнения, а тот или иной закон, который известен (*чтойность* явления), предопределяющий конечный исход, явление. Это и есть то метафизическое Необходимое, о котором говорилось в начале статьи. Это необходимое реализуется либо в реальном физическом, природном законе, либо в его экспликации, например в компьютерной программе, по которой рассчитывается явление. Настоящее при таком подходе, «временится» не будущим, а как у Платона – вечным. Время есть подвижный образ вечности, и явление, или вещь – проявление вечной и неизменной формы, или эйдоса, Необходимого иного.

А вот как и каким образом эта вещь становится или актуализируется зависит от конкретного материального окружения, работает «принцип индивидуации» (по Аристотелю), или «обобщенный принцип Маха» (по Ю.С. Владимирову). Работает это одинаково как в двухщелевом эксперименте, так и в ЭПР-парадоксе и в опыте с «квантовым ластиком» [8]. Последний эксперимент наиболее наглядно может продемонстрировать нашу точку зрения. Мы утверждаем и настаиваем, что никакого влияния будущего на прошлое не происходит. Будущее не «временит» настоящее. Такое утверждение приводит к внутренним сложностям. Явным образом, если вдуматься, нет его и в эффекте «квантового ластика».

Когда мы в момент времени  $t_2$  на детекторе  $D_2$  производим измерение, то картинка на детекторе  $D_1$  меняется *в этот же момент времени*. От момента времени  $t_1$  до момента времени  $t_2$  она оставалась неизменной. Требуется объяснения корреляция события на втором детекторе  $D_2$  (в момент времени  $t_2$ ) с событием на детекторе  $D_1$  (также в момент времени  $t_2$ ). Ситуация интересна с точки зрения физики тем, что фотон с первого детектора давно

уже ушел, осталась зарегистрированная картинка, но мы каким-то образом можем изменить картинку, полученную в прошлом, «стереть» её и получить новую. Например, первый детектор не показывает интерференцию, а через некоторое время, когда определенным образом срабатывает второй детектор<sup>3</sup>, картинка меняется, и мы можем наблюдать интерференционную картинку. Первый вопрос, который сразу возникает: не будущее ли меняет прошлое? Однако на этот вопрос физика дает отрицательный ответ. В этом эффекте не нарушаются принципы специальной теории относительности, причинная связь между двумя событиями отсутствует, соответственно, мы не можем говорить об изменении прошлого. Следствие не предшествует причине.

Неверен и информационный подход, когда утверждается, что будущее событие дает новую информацию, которая уточняет и меняет наше знание о результатах эксперимента в прошлом, когда еще не было полной информации о системе и о событии. Мы уже приводили соответствующие слова Фейнмана: «Природа не знает, на что вы смотрите, на что нет, она ведет себя так, как ей положено, и ей безразлично, интересуют ли вас ее данные или нет» [9. С. 19]. Природе безразлично, получаете вы информацию или нет. Она ведет себя так, как ей и положено. И информация *всегда* вторична, первоначально то – как и каким образом мы проводим эксперимент, в результате которого вы уже получаете или не получаете соответствующую информацию. Вводя понятие «информации» вы удваиваете сущности, не информация меняет ситуацию, а совершенно конкретное материальное воздействие. Причем вовсе не так, как в начале возникновения КМ подразумевалось, что, проводя измерение, вы изменяете волновую функцию, оказываете на неё конкретное воздействие. Теперь мы научились проводить более «тонкие» опыты, когда состояние с волновой функцией в одном месте вообще никак не затрагивается, а мы проводим манипуляцию в другом месте для коррелированного квантового состояния. В зависимости от того, *как* проведен эксперимент, реализуется два и только два сценария сложения амплитуд вероятностей, описанных Фейнманом. Работает фокковский «принцип относительности к средствам наблюдения», а информацию вы всегда получаете позднее. Впрочем вы ее можете и не получать, природа все равно будет вести себя так, как ей и положено.

На наш взгляд, более серьезным является подход, который мы развиваем и отстаиваем. Существует «до пространственно-временной» модус реальности. Рассматривая явление причинности, мы указывали, что нужно вводить необходимое, вневременную сущность, которая *предзадает* наблюдаемое явление. Существует нечто общее как для опытов с пространственной корреляцией (ЭПР-парадокс), так и временной («квантовый ластик»).

<sup>3</sup> Мы излагаем крайне упрощенную схему эксперимента с «квантовым ластиком». На самом деле в качестве второго детектора в реальном эксперименте выступала система четырех детекторов. В зависимости от того, как и каким образом там регистрировалось состояние фотона, могла изменяться картина на первом детекторе.

Актуализация происходит и связана с до-пространственной и не-временной реальностью. В ЭПР-парадоксе мгновенная актуализация того или иного состояния фотонов связана с тем, что изначально они не принадлежат этому пространству, они «не реальны» по Эйнштейну или по Уилеру «не существуют как элементарное явление». Но не существуют не вообще, а только как пространственно-временные объекты. В соответствии со смыслом комплекснозначной волновой функции дается возможное состояние, которое потом и актуализируется с определенной вероятностью. Наблюдаемая реальность при таком подходе есть «развертка» *возможного*, которое по своему смыслу связано с вневременным *необходимым*. Но, вводя вневременное, вечное, мы получаем совсем иную оптику. В определенном смысле быть вне времени означает быть одновременно *всем* моментам времени. Если мы квантовый объект в конечном итоге связываем с этим *необходимым*, тогда нужно понимать, что он имплицитно, если смотреть «отсюда», всегда существует «здесь и сейчас», только эти здесь и сейчас – всего лишь пространственная и временная развертка этого вневременного *необходимого*. И осуществляется она в тот момент, когда, так или иначе, срабатывает измерительный прибор.

Можно рассмотреть два простых примера со светом. Один и тот же фотон, можно рассмотреть как с точки зрения специальной теории относительности (СТО), так и с точки зрения квантовой механики. Когда мы находимся в пространстве и времени, для нас фотон движется в пространстве и времени со скоростью света. Но для самого фотона «реальность иная». Для него время не течет, а все пространство Вселенной «дано» все сразу. Этот же свет, уже с точки зрения квантовой механики, если мы, например, рассматриваем плоскую волну, как раз «принадлежит» сразу всей Вселенной. Только это «принадлежит» опять выступает особым образом. Принадлежит, не принадлежа! Это всего лишь амплитуда вероятности, с которой он может впоследствии актуализироваться. Если мы допускаем существование такой и до-пространственной и до-временной реальности, то это и дает объяснение эффекта «квантового ластика». Фотон в соответствии и с квантовой механикой, да и со СТО, всегда есть «развертка» этого возможного, имплицитного состояния. Он «предсуществует» в любой точке Вселенной и связан с другими такими же фотонами, которые находятся с ним в квантовой корреляции. Но он «предсуществует» и во времени. Проводя опыт здесь и сейчас над одним из фотонов, вы переводите в другое квантовое состояние фотон, коррелированный с первым. То, что такие «имплицитные состояния» существуют, хорошо показывает относительно недавно выполненный эксперимент с «квантовым Чеширским котом». В нейтронном интерферометре нейтронный пучок направляется по двум путям. Выбирается такой способ наблюдения, что нейтроны наблюдаются вдоль одного пути. На втором они отсутствуют. Однако их магнитный момент обнаруживается там, где сами нейтроны не путешествуют, нейтроны идут по одному пути, а их «улыбки»-спины по другому. Объяснить это можно только тем, что нейтрон существу-

ет и на другом пути, но не как актуальный, но именно потенциальный. Его существование отнесено к иному модусу бытия. «Квантовая игра» с этими возможными состояниями, отнесенными к до-пространственному и до-временному модусу бытия, и дает эффекты «квантового ластика». Причем важно то, что возможность не просто «проявляется», становясь актуальной. Эти два модуса сущего отрицают друг друга. Это видно как с точки зрения физики, так и философии. На уровне физики, если говорить шире, природное возможное соотносится с волновыми характеристиками квантовых объектов, а действительное – с корпускулярными. В обычной «оптике», и сейчас я пока не касаюсь принципа дополнительности, который в рамках последних экспериментов сам нуждается в существенном переосмыслении, эти два модуса отрицают друг друга. Становление, повторим еще раз, не проявление возможного, а его *отрицание*, возникновение *принципиально иного*. И это крайне интересный момент! Раз мы имеем дело с *иным*, то определенным образом актуализация выступает в «разрыве» с возможным.

Собственно это и видно уже на примере определения *возможного* у Аристотеля, и это уже уровень философии: «Способностью, или возможностью (*dynamis*), называется начало движения или изменения вещи, находящееся в ином или в ней самой, поскольку она иное». Что означает, что оно в тот же самый момент «есть иное»? Такое определение симметрично по отношению к разным модусам бытия. Начало возможного в трансцендентном «ином», но и оно само (возможное) выступает «иным» по отношению к действительному. Более того, само актуальное в каждый момент времени выступает как иное по отношению к самому себе! Оно является самим собой по своей сущности, но в каждый последующий момент времени оно есть иное самому себе. Сущность разворачивается во времени. Она дает существование вещи, сама же остается вневременным «неподвижным двигателем». Само время выступает как разворачивание этого *иного*, необходимого через потенциальное.

С этим и связана «тайна» времени. К настоящему времени у нас сложилась целостная концепция, в рамках которой могут быть даны ответы на целый ряд основополагающих вопросов. И, прежде всего, это касается времени. Мы можем дать развернутое определение времени, которое связано с сопряжением двух его определений (которые нуждаются в определенной «дешифровке», и «декодировке») – как «числа движения», так и самого определения движения. Такое определение времени дает интересное «сопряжение прошлого, настоящего и будущего». В нем четко сливается как особое прочтение Аристотеля, отличающееся от традиционного, так и понимание и трактовка современной квантовой механики, где время играет совершенно выделенную роль, что до сих пор не находит понимания в рамках теоретической физики. Такой подход к пониманию времени несет целый ряд выводов и следствий, касающихся одновременно философии, физики и

математики. Например, указывается, как могут решаться апории Зенона\*, очень близко в своих подходах примыкающие к работам российского математика С.А. Векшенова. Все эти выводы и следствия, многие из которых здесь пока даже и не были обозначены, будут развернуты в дальнейших публикациях автора.

Попробуем подвести итоги. Итак, мы начали с метафизической триады необходимое – возможное – действительное. Мы утверждаем, что именно она «работает» в феноменах квантовой механики. Во-первых, окружающий нас мир, действительное, бытие наличное не существует «само по себе». Действительное является проявлением возможного. Во-вторых, хотя мы и говорим о «проявлении» возможного, оно носит совершенно особый характер. Действительное является проявлением возможного, не так, как фотоснимок является проявлением негатива, а является как отрицание предсуществующей возможности, связанной с бытием волновой функции и оператора. Свойства и характеристики квантовомеханического объекта, причем объекта принципиально ненаблюдаемого, связанного с тем, что его бытие отнесено к иному модусу реальности, *радикально иные*, нежели свойства и характеристики бытия наличного. В самом начале мы упоминали о парадоксальности категории возможного. В состоянии возможного объект может обладать парой взаимоисключающих свойств, а в реальном осуществлении – нет. Далее, как мы указывали выше, факт становления, по сути того самого самоотрицания возможного, со стороны бытия наличного, выглядит как появление «самого по себе». Именно с этим и связаны такие особенности квантовой механики, как радиоактивный распад или попадание на экран частиц в двухщелевом эксперименте. Кажется, на первый взгляд, что их поведение ничто не детерминирует. Распад ядра атома в куске урана выглядит как раз происходящим как «самим по себе», случайно, что неверно! Есть то, что предопределяет и направляет весь процесс – активная возможность, «повинующаяся» вневременному *необходимому*.

И третье обстоятельство. Если необходимое выступает как Единое в метафизике, то возможность всегда двоична, с чем и связана, в частности, ее парадоксальность. У Аристотеля возможность это не только  $\Delta\nu\nu\alpha\mu\iota\varsigma$  – возможность как активное, действующее начало, выступающее как «начало движения», но существует еще пассивная возможность, небытие ( $\mu\eta\ \omicron\nu$ ), на которую действует начало активное. В китайской метафизике существует такая же известная дуальность Ян – Инь, в индусской аналогично активное начало Пуруши действует на пассивное Пракрити. Вспомним структуру уравнения Шредингера. Она совершенно аналогична. Оператор воздействует на волновую функцию, порождая некоторый результат. Говоря иными словами, материя двойственна. А материя выступает как возможность. С учетом такой двойственности мы получаем на самом деле не триаду поня-

---

\* Нам представляется не случайным, что Аристотель решает апории Зенона, рассматривая проблему времени.

тий, а тетрактиду – четверицу. Две пары противоположных понятий: необходимое – материя как небытие ( $\mu\acute{\eta} \delta\upsilon\nu$ ), «лишенность» и возможность – действительность. Только в рамках этой четверицы понятий и возможна непротиворечивая, и мы на этом настаиваем, интерпретация – интерпретация метафизическая всех феноменов квантовой механики.

### ЛИТЕРАТУРА

- 1 *Дугин А.Г.* Пути Абсолюта // Абсолютная Родина. – «Арктогея-центр», 1999. – С. 17.
- 2 *Генон Р.* Метафизика и философия // Очерки о традиции и метафизике. – СПб.: Азбука. – С. 112.
- 3 *Аристотель.* Об истолковании // Соч.: в 4 т. – М.: Наука, 1978. – Т. 2. – С. 112.
- 4 *Фейнман Р., Ллейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. – Т. 3–4. – М.: Мир, 1977. – С. 217.
- 5 *Уилер Дж.А.* Квант и вселенная. Астрофизика, кванты и теория относительности. – М.: Мир, 1982. – С. 551.
- 6 *Ringbauer M., Duffus B., Braciard C. et al.* Measurements on the reality of the wavefunction // Nature Physics. **11**. P. 249–254 (2015).
- 7 *Аристотель.* Физика, А, 6, 189 б 20–22.
- 8 *Ma X., Kofler J., Zeilinger A.* Delayed-choice gedanken experiments and their realizations // arXiv preprint arXiv:1407.2930. – 2014.
- 9 *Фейнман Р., Ллейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. Т. 8–9. – М.: Мир, 1977. – С. 19.

## TRADITIONAL METAPHYSICS AND QUANTUM MECHANICS

**A.Yu. Sevalnikov**

The paper shows how the principles of traditional metaphysics are used for the interpretation of quantum mechanics. Proceeding from the triad of the key concepts «necessary – possible – actual» it is possible to interpret all the complex issues of the quantum theory, first of all, the problem of reality and causality. The paper for the first time provides the solutions of the «secrets» of quantum mechanics (R. Feynman).

**Key words:** Metaphysics, necessary, possible, actual, apophaticism, principles of non-discrimination, the different, motion, quantum mechanics, reality, causality, time.

---

## ПРОБЛЕМА РЕАЛЬНОСТИ В КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ: ФИЛОСОФСКИЙ И РЕЛИГИОЗНЫЙ ПОДХОДЫ

В.Д. Захаров

*Всероссийский институт научной и технической информации*

Приводятся доводы в пользу того, что проблема реальности в квантовой механике не может быть разрешена на пути позитивизма, оперируя результатами квантовых измерений. Квантовая онтология, по существу, ненаблюдаема и может быть постигнута только специфической формой человеческого сознания, называемой метафизическим разумом. Метафизический разум способен вывести нас на религиозное понимание квантовой реальности.

**Ключевые слова:** квантовая механика, проблема реальности, позитивизм, квантовые измерения, ненаблюдаемая онтология, метафизический разум, сакральная интерпретация квантовой механики.

### Философия квантовой физики

Мы называем бытием то, в чём есть понимание. И только бытие мы можем понимать.

*М. Мамардашвили*

**Квантовая механика и идея пространства.** Известны слова русского философа П. Флоренского: «Миропонимание – это есть пространствопонимание» [1. С. 272]. Чтобы понять смысл этих слов, следует обратиться к И. Канту, впервые указавшему на тесную взаимосвязь между свойствами пространства и характером физических взаимодействий. Без взаимодействия (или, как выражался Кант, без способности *субстанций* силовым образом действовать вовне) не было бы никакого пространства. «Ибо без этой силы нет никакой связи, без связи – никакого порядка, и, наконец, без порядка нет никакого пространства» [2. С. 69].

Впоследствии, в «Критике чистого разума», Кант будет говорить уже не о субстанциях, а о явлениях опыта, и будет рассматривать пространство как форму упорядочения явлений, то есть феноменологически понимаемую причинность – как «сплошную связь всех явлений в контексте природы».

Квантовая механика также не могла обойтись без пространственности как формы миропонимания. Она действительно пользуется классическим понятием пространства – как арены для описания происходящих на ней взаимодействий. Точнее сказать, квантовая механика *pretendует* на такое описание взаимодействий. Наша цель – выяснить, оправдана ли эта претензия. Ибо возникают законные вопросы: 1) применимо ли классически понимае-

мое (по Канту) пространство к описанию взаимодействий микрочастиц?; 2) соблюдается ли в микромире причинность как «сплошная связь всех явлений»?

Согласно «копенгагенской интерпретации» квантовой механики, принятой Н. Бором и Дж. Уилером и единственной, согласующейся со всеми наблюдениями, микрочастица (например электрон) «не имеет свойств», волновых или корпускулярных, до тех пор, пока не зафиксирован результат её взаимодействия с макрообъектом – прибором. Это означает, что квантовые явления не существуют «сами по себе», независимо от средств наблюдения. В.А. Фок [3] назвал это своего рода принципом относительности – «относительности к средствам наблюдения». Поэтому в закономерную взаимосвязь приводятся не какие-либо объективные процессы в пространстве и времени, а ситуации наблюдений. Лишь для них мы получаем эмпирические закономерности, лишь они упорядочены каузально. В собственном смысле это означает, что кантианские априорные понятия «пространство», «время», «причинность» применимы лишь при описании результатов измерений, которые всегда интерпретируются на языке классической физики. В квантовом же мире, если его рассматривать до измерения и независимо от средств измерения, эти классические понятия теряют смысл. В самом деле, физическая причинность возникает для упорядочения наблюдений макроскопических явлений и потому всегда предусматривает классического *переносчика взаимодействия*. Она осуществляется по схеме *причина (начальное состояние) – переносчик взаимодействия – действие (конечное состояние)*. В области микромира в квантовом описании есть начальное и конечное состояния, а переносчика нет, потому что до измерения микрообъекты «не имеют свойств». Хотя волновая функция и удовлетворяет «уравнению движения» (Шрёдингера), она не даёт пространственно-временного описания квантовой системы до измерения, то есть в промежутке между начальным и конечным состояниями. Это означает принципиальную *квантовую акаузальность* – отсутствие причинного действия.

Акаузальность означает невозможность линейной упорядоченности точек используемого в квантовой механике «пространства». Это проявляется в том, что всякая попытка применения геометрии евклидова или псевдоевклидова пространства для описания микромира приводит к мнимым значениям характеристик уравнений поля, и в частности скорости распространения светового сигнала. Возникает то, что Д.И. Блохинцев [8] назвал «комком событий»: «совокупность реальностей, связанных между собою, однако не вытекающих друг из друга... Такие реальности не могут быть упорядочены во времени: понятия “раньше” или “позже” для них не существуют» [8. С. 244]. Кроме того, к «пространству», используемому в квантовой механике, оказалось неприменимым понятие непрерывности. Непрерывность – основное свойство континуума, основанное на его актуальной бесконечности. Актуальная бесконечность – тайна, которую не смогли разрешить даже крупнейшие математики (так, Дедекинд потерпел неудачу в попытках по-

строения иррационального числа на основе своих «сечений» в множестве рациональных чисел). Не случайно Э. Шрёдингер высказался о том, что все попытки использования понятия континуума для описания свойств микромира оказались тщетными и закончились провалом. По его словам, само понятие дискретности в мире элементарных частиц было *навязано* физикам против их воли. Оно возникло как средство спасения от тайны континуума – как «контрзаклинание против злого духа, требующего изгнания» [4. С. 54].

Как видим, в мире квантов оказалась неприменимой декартова онтология пространственности – протяжённости как субстанции. Приходилось отказаться от главнейших его свойств: непрерывности и линейной упорядоченности, а это, по образному выражению А. Эйнштейна, смахивало на «попытку дышать в безвоздушном пространстве» [6. С. 223]. В том же духе выразился Л. де Бройль, назвав её попыткой «вправить алмаз в оправу, которая ему не подходит» [7. С. 7].

Более того, выяснилось, что в квантовой механике отсутствует категория пространства как субстанции, разделяющей объекты по их положениям в этом пространстве. Это произошло с открытием эффекта квантовой нелокальности, обнаруженного в опытах, подтвердивших нарушение неравенств Белла. Оказалось, что измерения, проведённые над одной из частиц ЭПР-пары (системы, находящейся в запутанном состоянии), определяют результат измерения над второй частицей, хотя обе частицы могут быть разделены пространственноподобным интервалом, то есть могут быть никак не связаны друг с другом причинно. Таким образом, частицы находятся друг с другом в состоянии корреляции (называемом «квантовой корреляцией»), но эта их взаимосвязь не носит никаких черт физической причинности, как она понимается в теории относительности. Квантовая нелокальность означает, что в квантовой механике волна вероятности нематериальна: нет никакого материального сигнала, связывающего одну частицу ЭПР-пары с другой. Иначе этот сигнал должен был бы распространяться с бесконечной скоростью, что приводило бы к противоречию со специальной теорией относительности, установившей световой барьер для распространения взаимодействий.

Отсюда следует вывод: волновая функция частицы не является волной, распространяющейся в физическом пространстве потому, что нет самого этого физического пространства. Чтобы окончательно в этом убедиться, зададимся вопросом: в каком пространстве происходит коллапс волновой функции квантовой системы, сопровождающий акт её измерения? Сам этот коллапс (схлопывание или внезапный разрыв) волновой функции означает некое чудодейственное и до сих пор необъяснённое явление внезапного перехода от необъяснённых явлений микромира, в котором нет ни пространства, ни причинности, к явным и понятным явлениям макромира с его доступными нам непрерывным пространством и «сплошной связью явлений». Из ничего вдруг возникает всё: вместо «безвоздушного пространства», в котором нечем дышать, мы вдруг обретаем атмосферу, в которой можно дышать полной грудью.

Где же происходит эта редукция (коллапс) волновой функции? Само схлопывание волновой функции происходит мгновенно, то есть с бесконечной скоростью, так что оно не может происходить ни в каком физическом пространстве – в нём ведь невозможны сверхсветовые скорости. Схлопывание происходит в некоем нефизическом – виртуальном пространстве, с которым в квантовой механике приходится встречаться неоднократно. «Схлопывание происходит в конфигурационном пространстве, где скорость в обычном смысле вообще нельзя определить, так как мы не можем проникнуть в него с жёсткими линейками и часами» (А. Панов [5. С. 177]).

**Что такое атомы?** Раз нет пространства, разделяющего квантовые объекты, то нельзя говорить о реальности самих этих объектов, если рассматривать их по кантианской модели предмета знания – как объекты в априорно заданном пространстве. Может быть, этим была вызвана загадочная фраза В. Гейзенберга «атомы – не вещи» [9. С. 244]?

Сказав «атомы – не вещи», Гейзенберг загадал загадку не только нам, но и самому себе. Если атомы – не вещи, то что они такое есть? У Гейзенберга нет на это ответа. Он сказал [9], что у нас нет языка, на котором можно было бы сформулировать онтологию квантов, ибо язык приспособлен лишь для явлений повседневного опыта, а атомы к нему явно не относятся.

Так ли это? Уже Кант ответил бы, что такой язык есть – метафизический. Доживи Кант до квантовой механики, он не сказал бы, что атом – не вещь. Он сказал бы, что атом – это вещь, но особая, это есть *вещь в себе*.

В «Критике чистого разума» И. Кант проложил строгую демаркационную линию между математикой и метафизикой, определив задачу математики как конструирование понятий в сфере чувственных созерцаний. Предметом естественных наук становился «трансцендентальный мир», создаваемый из фактов чувственного опыта посредством априорных форм созерцания (в качестве таковых у Канта выступают пространство, время и причинность).

Из этой кантианской философии науки в дальнейшем развился позитивизм, полностью устранивший онтологию и самое бытие из физической картины мира. Однако так мыслили неокантианцы, эпигоны Канта, но не сам Кант, который умел остаться по обе стороны демаркационной линии. Недаром через 5 лет после «Критики чистого разума» он напишет «Метафизические начала естествознания» [10], в которых он возвращается к мысли о создании *метафизики природы*: «Наука о природе в собственном смысле предполагает метафизику природы» [10. С. 58]. Под нею он понимает науку о *существовании вещей*, отмечая в то же время, что «существование нельзя изобразить ни в каком априорном созерцании». Здесь Кант говорит о бытии «вещей в себе», недоступных никакому чувственному восприятию.

Что же Кант понимает под словом «наука»? Есть ли это наука о бытии вещей (метафизика природы) или это есть наука о предметах чувственного созерцания? Находясь по обе стороны демаркационной линии, Кант дал повод для двойственного понимания науки: наука как метафизика и наука как

феноменология. Неокантианцы решили, что «природа» – это только мир феноменов. В результате физика вплоть до XX века развивалась по пути позитивизма, устранившего всякое представление о бытии вещей в себе.

**Позитивизм: проблема демаркации.** Позитивистские представления настолько прочно укоренились в умах физиков, что возникшую квантовую механику они могли воспринять только в своём, позитивистском ключе – как непротиворечивое описание фактов опыта квантовых измерений. Забудьте, *описание*, а не объяснение. Объяснять позитивисты ничего не хотят, ибо лозунг, на который они молятся, выражает так называемый принцип наблюдаемости: реально то и только то, что наблюдается. Суть физического позитивизма хорошо характеризуется классической фразой: «De non apparentibus et non existentibus eadem est ratio». То есть: о том, что незримо, и о том, что не существует, судят одинаково. Существование признаётся только за фактами опыта наших ощущений, так что в прежние века позитивистов называли бы сенсуалистами. Всякое утверждение, которое не может быть переведено на язык атомарных фактов ощущений и сопоставлено с ними, объявляется бессмысленным, а сама такая постановка вопроса характеризуется как «псевдопроблема». Позитивизм ставит строгую «проблему демаркации» – полного очищения физики от метафизики. Современная разновидность неопозитивизма – операционализм – признаёт критерием истинности теории *верифицируемость*: это есть способ перевода выводов теории на язык атомарных фактов опыта.

Любопытно, что сами создатели квантовой механики Шрёдингер, да и Гейзенберг вначале были позитивистами, то есть не видели в создаваемой ими науке никаких иных целей, кроме чисто прагматических: получить теорию, которая приводила бы к наблюдаемым спектрам излучения атомов. Квантовая механика строилась на абстрактных принципах (алгебрах), отражающих внутренние (динамические) симметрии пространства состояний элементарных частиц. Эти абстракции каким-то чудесным образом регулярно согласовывались с наблюдениями, но создателей теории это чудо не удивляло и не смущало. Их прагматическая цель была достигнута, а почему и каким образом – эти вопросы *объяснения* чуда рассматривались ими как некорректные и запрещённые. Философия физики для позитивистов на этом кончалась, более ничего не было нужно. Реальны ли применяемые ими абстракции, например, существует ли реально квантовомеханическая  $\psi$ -функция, – это их просто не интересовало. Позитивизм не хочет смотреть в глаза реальности.

Позитивизм совершенно растоптал философское наследие древних греков, искавших за обманчивой пеленой явлений невидимую сущность – *архэ*. Для Платона, например, этим архэ были его вечные идеи – эйдосы. Такая внеопытная реальность для позитивистов – это не реальность, а лишь абстракция, существующая только в голове учёного. О том, чем была онтология квантов для Э. Шрёдингера, лучше всего выразился он сам, признав, что  $\psi$ -функция – это лишь вспомогательное, несущественное для понимания

теории понятие, для которого получалось удобно записать уравнение. Вот его слова [11. С. 150]: «...Дело идёт не о суждении относительно действительного свойства природы... а о целесообразности или удобстве того или иного образа нашего мышления». Странно слышать от физика, что ему не интересны «действительные свойства природы», не интересна онтология, что ему вполне достаточно удобное описание того, что ему приносит опыт. И такое описание вошло в плоть и кровь современного физического образования, достаточно взять многотомный курс теоретической физики Ландау и Лифшица.

Удобное описание того, что нам приносит опыт, достигается с помощью математики, которую по этой причине называют языком физики. Тут, однако, мы сталкиваемся с двойственностью языка математики: каков этот язык – феноменологический или метафизический? И. Кант, находясь по обе стороны между феноменологией и метафизикой, дал повод для двойственного понимания математики: либо она есть язык для описания чувственных созерцаний, либо математические идеи относятся к сверхчувственному платоновскому миру эйдосов.

**Ноумены в физике: принцип фальсифицируемости.** Ответ на вопрос дало само развитие физики. Оно показало, что для физики не существует более демаркационной линии, отделяющей её от метафизики. В XX веке ноумены (несозерцаемые «вещи в себе») бесцеремонно нарушили кантианскую демаркационную линию и стали предметом физики. Пожалуй, первым, кто разглядел этот факт, был А. Пуанкаре, один из создателей специальной теории относительности. Он чётко разделил два типа пространств [12]: «физические» (пространства нашего чувственного опыта) и «геометрические» (сверхчувственные, к которым, прежде всего, отнёс пространства неевклидовых геометрий). Общая теория относительности означала уже вторжение в физику ноуменальных, геометрических пространств – псевдоримановых. Квантовая механика, как уже говорилось, строилась на абстрактных (геометрических) пространствах внутренних динамических симметрий, а шрёдингеровская  $\psi$ -функция оказалась элементом сверхабстрактного, никак опытно не воспринимаемого пространства – вектором бесконечномерного гильбертова пространства. Как видим, квантовая механика обрела своё пространство, но не то, о котором мечтали её создатели, – не пространство какместилище материальных тел, а пространство, живущее в платоновских «небесах» и вмещающее эйдосы. При этом оказалось, что элементы теории линейных операторов в гильбертовом пространстве адекватно соответствуют своим экспериментальным аналогам на языке спектрографических приборов – в квантовой механике это и означает соответствие теории с экспериментом. Это и есть чудо квантовой механики. «Вот что чудом-то зовут», – сказал бы А.С. Пушкин. Позитивизм лишь констатирует это чудо, никак его не объясняя.

Физика напрямую столкнулась с ноуменами, тогда как позитивизм видел свою основную задачу в избавлении от ноуменов. Возникал вопрос: что же тогда останется от науки, если её понимать с позиций позитивизма?

Карл Поппер ещё в 1934 году [13] объяснил, что сам принцип, который позитивисты применяют для очищения эмпирического знания от метафизики (верифицируемость), есть принцип негодный, потому что «универсальные высказывания», которыми оперирует наука, не могут быть индуктивно выведены из «атомарных» эмпирических фактов. Поэтому «теории никогда эмпирически не верифицируемы»: «В своём стремлении уничтожить метафизику позитивисты уничтожают вместе с ней и естественные науки, так как они тоже не сводимы к элементарным высказываниям о чувственном опыте» [13. С. 57].

В сущности, эти слова К. Поппера означали, что позитивизм уничтожал физику как науку. Этим была развенчана позитивистская философия науки, но могло ли это смутить физиков-позитивистов, если одним из их лозунгов было: «Наука – сама себе философия»? Никакой же иной науки, кроме той, что признавала только истину наблюдаемых фактов, они не допускали. Это о такой их «науке» К. Поппер сказал, что «в науке нет знания» [Там же. С. 20]. На место позитивистского критерия истинности научного знания (верифицируемости) К. Поппер поставил свой принцип – *фальсифицируемость*. Истинное научное знание – не то, которое может быть доказано, а то, которое может быть опровергнуто. Верифицируемость теории ничего не говорит нам о её достоверности, о её соответствии реальности, но «в той степени, в которой научное высказывание говорит о реальности, оно должно быть фальсифицируемо» (К. Поппер, [13]).

Принцип фальсифицируемости, как антитеза верифицируемости, означал, что наука, описывающая реальность, должна быть метафизикой природы. Действительно, фальсифицируемость теории достигается, если её постулаты формулируются не как обобщение опыта, а независимо от всякого опыта. Только в этом случае согласование выводов теории с опытом будет иметь подлинно доказательный характер. Видимо, это имел в виду А. Эйнштейн, сказав, что построение специальной теории относительности опиралось не на результат опыта Майкельсона, а на «общий формальный принцип». Он объяснял это тем, что «на опыте можно проверить теорию, но нет пути от опыта к построению теории» [15. С. 291].

Надо отметить, что философский позитивизм проявил большую гибкость, чтобы сохранить за собой статус научной методологии. Словно прислушиваясь к словам Эйнштейна, он объявил, что вовсе не рассматривает науку как прямое обобщение фактов опыта – Боже, упаси! Позитивизм вовсе не отождествляет науку с голым эмпиризмом и не отрицает, что научное построение использует отвлечённые понятия («идеальные элементы»). Конечно, отвлечённые понятия ничему реальному в природе не соответствуют, а используются лишь как *промежуточные* элементы научного вывода, обеспечивающие его математическое изящество и компактность (вспомним, в

каком качестве Шрёдингер вводил свою  $\psi$ -функцию), однако *научным* вывод теории может быть признан только тогда, когда признано его соответствие с опытом ощущений – с экспериментом или наблюдениями. Ведь и Эйнштейн вовсе не отрицает, что теория проверяется опытом.

И, наконец, самое главное: что говорит позитивизм о реальности? Теперь позитивисты не утверждают, что реальны только ощущения и явления, воспринимаемые через ощущения. Они признают существование внешнего мира, не зависящее ни от нашего сознания, ни от наших ощущений, но утверждают только, что он открывается нашему сознанию через ощущения. Вспомним материалистическое учение: оно утверждает существование «объективной реальности, данной нам в ощущениях» и называемой материей. Что можно возразить против такого рода позитивизма? И, если мы его принимаем, для чего тогда говорить о недоступных опыту вещах в себе? В какую реальность легче поверить: в реальность невидимую и неосязаемую или в реальность наших чувств?

**Сознание и опыт.** Примем в качестве рабочей гипотезы, что реальность – это то, что является нашему сознанию через наши ощущения. Тогда сразу возникнут вопросы: 1) что такое есть опыт ощущений и что он даёт к познанию внешнего мира?; 2) что такое есть наше сознание; даёт ли оно нечто большее для познания мира по сравнению с ощущениями, то есть верно ли, что «в сознании нет ничего из того, чего прежде не было в ощущениях»?

Начнём с понятия «опыт». Что может открыться нашему сознанию в опыте ощущений? Да всё что угодно, даже чёрт с рогами. Не удивляйтесь: если чёрт нам не является сейчас, то это не значит, что он вообще не может явиться. Достаточно вспомнить, что не столь уж давно, лет 400 назад, чёрт являлся людям, причём не каким-то дикарям или суеверным обскурантам, а самым просвещённым европейцам эпохи Возрождения, таким как Бенвенуто Челлини или Мартин Лютер, которые оставили нам детальные воспоминания о своих встречах с нечистой силой.

Человеческий разум не мог смириться с явлением чудес. Он не хотел допустить реальность того, что не в силах был объяснить. Он считал себя имманентным самому бытию: «Порядок идей тождественен порядку вещей» (Спиноза). Против такого отождествления решительно восстал Кант, назвав его «трансцендентальной иллюзией» разума. Иллюзия состоит в том, что наш разум без всякого основания свой продукт («идеи») принимает за объективное бытие. Это свойство разума Н. Бердяев потом назовёт *объективацией*, когда сам наш разум принимает мир объектов своего познания за бытие, а бытие – за мир объектов. Этим самым Кант опроверг формулу Декарта «мысль – значит, существую», сказав, что «мысль о предмете не есть предикат существования предмета».

Фактически Кант показал, что существование вещей *вне нас* не может быть доказано, и это было воспринято как известный «философский скандал». Доказательства же даются с помощью формальной логики, которой оперирует наука. Следовательно, Кант утверждал лишь, что *логический ра-*

зум, называемый по-другому *интеллектом*, не может познавать вещей в себе. Мы знаем сейчас, что он был прав, потому что он также не отрицал и *метафизический разум*.

Здесь надо правильно понять задачу, стоявшую перед Кантом. Она касается отношения к опыту. Кант понимал, что наши ощущения не контролируются нашим сознанием, потому что настоящий их источник находится в чуждом нашему познанию мире вещей в себе. Именно поэтому в нашем опыте нашему сознанию может явиться нечто им неприемлемое – например, чёрт, явившийся Лютеру. Чтобы избавиться от чертовщины, сам интеллект должен ввести в наш опыт упорядоченность, иначе внешний мир станет для нас непознаваемым и в нём невозможно будет правильно ориентироваться. Кант открывает в нашем интеллекте эту регулятивную функцию, которую он назовёт *рассудком* (Verstand). Упорядоченность же опыта осуществляется в форме всеобщей причинной взаимосвязанности явлений. Мир становится познаваемым, потому что сами объекты познания влагаются в опыт нашим рассудком.

«Опыт», конструируемый таким образом нашим интеллектом, становится ясным, максимально удобным для познания. Произошло это потому, что (выражаясь словами Н. Бердяева), на наш действительный опыт был наброшен «рационалистический намордник» в форме «априорных условий опыта». Так, на основе «полицейской философии» Канта был выработан тот способ познания мира, который русский философ С. Франк назвал «предметным познанием» [16]. Интеллект, объективируя собственные понятия в виде предметов внешнего мира и соединяя их непрерывной причинной связью, всегда находит в опыте только то, что в него сам же вложил, – то, что ему уже знакомо.

Кант хорошо понимал, что предметное знание не даёт нам никакой информации о подлинной реальности, что оно отделено от бытия демаркационной линией. Это знание так и строилось – не для познания истины, а для нашей ориентации в тёмных джунглях нашего опыта. Собственно, неокантианство и неопозитивизм явились как методологическая реализация кантовского предметного знания.

**Нищета предметного знания.** Реакция против предметного знания была выражена уже в той же книге С. Франка «Непостижимое» [16], вышедшей в 1939 году. Предметному знанию С. Франк противопоставил знание метафизическое – то, которое не вмести́мо в понятия и которое он назвал «металогическим». Это есть непосредственное (значит, внепричинное) знание бытия в его металогической целостности. Оставался открытым только вопрос: а как возможно метафизическое знание?

Уничтожающую критику предметного знания дали впоследствии М. Хайдеггер [17], а затем П. Фейерабенд [18]. Вот Хайдеггер говорит о «пропасти между наукой и мышлением» [17. С. 138], а П. Фейерабенд назовет науку «наиболее агрессивным и наиболее догматическим религиозным институтом» [18. С. 321]. О какой «науке» они говорят? Об этом можно су-

дить по тому, что они противопоставляют «науке». Хайдеггер противопоставляет ей философию, ядром и сердцевинной которой он признаёт метафизику («метафизика – центральное учение всей философии»), то есть он явно противопоставляет *метафизический разум* интеллекту, лежащему в основе предметного знания. Фейерабенд же противопоставляет науке мифологию: он видит в мифе более глубокую форму мышления, способную проникать в бытие, чем наука, которая без основания стягивает всё одеяло рационального мышления на себя. Впрочем, об этом также высказывается и Хайдеггер: «То, о чём говорит миф, более всего достойно мышления [17. С. 140].

Оба мыслителя сходятся в одном: настоящего мышления достойно только бытие, то есть то, что непостижимо интеллектом и недоступно предметному знанию. Об этом и высказывается наш отечественный философ М. Мамардашвили [19. С. 33]: «То, в силу чего для меня есть бытие, – особая вещь, называемая мышлением». Только благодаря такому мышлению мы можем не просто знать, но *понимать* мир. Только бытие мы можем понимать. Миропонимание же и есть обретение реальности.

**Ненаблюдаемая онтология.** Возвращаемся к вопросу о квантовой реальности. Согласно позитивистскому представлению, основанному на предметном знании, в квантовой механике реально только то, что наблюдаемо. Вот, однако, противоположная точка зрения В. Тростникова: «Без насилия над языковой традицией нельзя назвать объективно существующим то, что появляется только в акте наблюдения, а вне этого акта не имеет ни малейшего смысла» [11. С. 151–152].

Вне актов наблюдений находится волновая функция, знание которой позволяет вычислить *наблюдаемые*, но не однозначно, а вероятностным образом. Волновая функция позволяет определить лишь вероятность обнаружения того или иного значения наблюдаемой из всего спектра допустимых значений. Даже по всей совокупности наблюдаемых волновая функция восстанавливается неоднозначным образом. Это значит, что по квантовым наблюдениям нельзя проникнуть в объективную сущность, которая определяет результаты наблюдений. *Наблюдаемое определяется ненаблюдаемым*, а не наоборот. Поэтому «видимый мир является бледным и неполным отражением более содержательного невидимого мира» (В. Тростников, [11. С. 155])<sup>1</sup>. Истинная онтология квантовой механики ненаблюдаема: она так и названа В. Тростниковым *ненаблюдаемой онтологией*. Что же остаётся от лозунга позитивистов: «наука не познаёт сущности, а лишь описывает явления»? Как оказалось, для описания явлений необходимо сделать допущение о существовании некоей сущности, выходящей за рамки наблюдений. «Таким образом, чтобы реализовать своё единственное желание, позитивизм

<sup>1</sup> Здесь вспоминается Платон, который уже в древности смотрел на весь видимый мир как на пляску теней, отбрасываемых на наше сознание светом невидимого мира. Он заявил, что, веря нашим глазам и полагаясь на наше мышление (мы бы сейчас сказали: на наше предметное знание), мы «лишь грезим о сущем, наяву же мы не можем его увидеть» [20. С. 345].

должен отречься от своей главной идеологической установки» [11. С. 159]. К. Поппер был прав, сказав, что позитивизм уничтожает физику как науку.

Ненаблюдаемая онтология основана на отрицании предметного знания, то есть для неё нет индивидуальных объектов познания: она есть одна нерасчленённая сущность. Этими двумя свойствами – цельность и непознаваемость (предметным знанием) – обладает развиваемая сейчас квантовая онтология, называемая *онтологией возможностей*.

Что такое есть вероятность в квантовом мире? Есть ли это обычная статистическая вероятность обнаружения данного результата квантового измерения? Если бы это было так, то такого рода вероятности можно было бы упорядочить в классическом смысле, как ситуации наблюдений (вспомним, что именно они приводятся в закономерную классическую взаимосвязь). Известно, что Макс Борн не видел в этом факте какой-либо квантовой акаузальности, а видел в этом закономерность, но закономерность статистическую.

Совсем иначе подошёл к этому вопросу А. Эйнштейн. Он действительно обнаружил квантовую акаузальность, проявляющуюся не в вероятностной, а в *спонтанной*, самопроизвольной случайности, пример которой наблюдается в явлении радиоактивного распада. Спонтанная случайность, в отличие от вероятностно случайных явлений, для которых можно выявить закономерности, не поддаётся упорядочению. Эйнштейн видел в этом порок квантовой механики («Бог не играет в кости») и желал невозможного – восстановить в квантовой механике классическую причинность.

Сейчас, когда мы знаем, что квантовомеханическая «функция вероятности» ( $\psi$ -функция) есть ненаблюдаемая онтологическая сущность, нам понятно, почему она не может быть причинно упорядочена: к ней не применимо причинное (предметное) познание. Именно поэтому К. Поппер взглянул на квантовую механику не как на физику объектов, а как на физику *диспозиций* – возможностей, или предрасположенностей квантовых объектов проявлять те или иные свойства, подлежащие наблюдению. На этой основе Поппер интерпретирует особенную, таинственную «вероятность» квантовой механики: вероятность есть предрасположенность [13].

Возможность (предрасположенность) ненаблюдаема, пока она не осуществилась, то есть не превратилась в результат измерения. Можно ли говорить об онтологии возможностей как ненаблюдаемой онтологии квантовой механики? Ответ на этот вопрос дал В.А. Фок, который определил онтологию квантов как «объективное существование потенциальных возможностей»: описываемое волновой функцией состояние квантовой системы «является объективным в том смысле, что оно представляет объективную (независимую от наблюдения) характеристику потенциальных возможностей того или иного результата взаимодействия атомного объекта с прибором» (В. Фок [21. С. 11]). Развитие онтологии возможностей даётся в работах А.Ю. Севальникова [22; 23].

Цельность (нерасчленённость) онтологии возможностей обусловлена тем, что сами возможности, описываемые волновыми функциями, складываются, образуя суперпозицию. Подчеркнём: складываются волновые функции, а не вероятности, определяемые квадратом модулей волновых функций. Это принципиально отличает квантовую механику от классической статистической теории, в которой для независимых событий справедлива теорема о сложении вероятностей.

Как же постигается онтология возможностей? Ясно, что она постигается не интеллектом, а метафизическим разумом. Лучшая иллюстрация этого – трактовка квантовой механики, данная Р. Фейнманом. Он предположил нечто невообразимое, противоречащее здравому смыслу и логике: что электрон на отрезке между источником и двухщелевым экраном перемещается по всем мыслимым траекториям *одновременно*. Вот она, суперпозиция возможностей! Эта сумасшедшая концепция, невыводимая ни из какого опыта, а, наоборот, противоречащая любому опыту чувственных созерцаний и любой формы чувственной интуиции, приводила к следствиям, полностью согласующимся со всеми экспериментальными данными. Это пример полностью фальсифицируемой теории. Только такая теория *доказательно* подтверждается экспериментом. Как же *понимать* такую теорию?

«Квантовую механику никто не понимает» (Р. Фейнман, [24. С. 139])  
 А что значит понимать? Вспомним слова М. Мамардашвили: «...только бытие мы можем понимать». Квантовую механику нельзя понять на основе предметного знания – как познания незнакомого через уже знакомое. Сигнал от подлинного бытия не может исходить ни из какого предшествующего знания. Знание о бытии всегда должно начинаться сначала и не может опираться ни на какое представление о мире, выразимое уже готовым словом, понятием или математической формулой.

Понимал ли сам Фейнман, что такое есть подлинное миропонимание? Вряд ли – ведь он оставил нам только свидетельство о собственном недомумии [25]: «Квантовая механика даёт совершенно абсурдное с точки зрения здравого смысла описание Природы. И оно полностью соответствует эксперименту. Так что я надеюсь, что вы сможете принять Природу такой, как Она есть, – абсурдной».

**Физика как магия.** Природу вряд ли стоит называть абсурдной. Этого определения более заслуживает теория, которая основана на сумасшедшей, неприемлемой рассудком метафизике. Тем не менее она не только согласуется со всеми наблюдениями, но и способна подкинуть нам один сумасшедший фортель. Абсурдное понимание Природы позволило физикам взорвать атомное ядро – воздействовать на микроструктуру материального мира. Ядерная реакция по существу – *цепная*, она способна охватить все атомы, взорвать всю «видимую», состоящую из обычного вещества Вселенную.

Мы знаем, что всё наблюдаемое определяется ненаблюдаемой онтологией, так что невидимая онтология способна воздействовать на видимую Вселенную. Каким образом это оказалось возможным? Метафизическое

знание каким-то образом транспонируется на наше предметное знание, которым мы познаём мир наших чувственных созерцаний. Такое транспонирование бытия на мир объектов С. Франк назвал «металогическим соответствием». Это «соответствие», которое мы привычно называем соответствием теории наблюдения, в действительности алогично, является нам как чудо. Например, Е. Вигнер говорит о *непостижимой* эффективности математики в физических науках. Положив в основание науки произвольно взятые (*не диктуемые опытом*) абстрактные геометрические пространства и абстрактные принципы симметрии алгебраических структур, мы оказываемся способными воздействовать на материальную Вселенную.

Во все времена общение с потусторонней, нематериальной силой с целью воздействия на материальный мир называлось *магией*. Так что наука, исторически возникшая из магии, возвратилась сейчас к своим магическим истокам. Если же перевести слово «магия» на философский язык, то оно означает *транспонирование* нездешней реальности на здешний предметный мир. Это транспонирование алогично («металогично»), так что философская расшифровка термина «магия» не делает его понятнее. Относится ли она вообще к философии?

### Религия квантовой физики

Вопрос о существовании Бога – это единственно важный вопрос, с которым мы сталкиваемся, рассматривая природу реальности.

*Дж. Полкинхорн*

**Физика и вера.** Русский философ А. Лосев считал, что вопрос о магическом воздействии математических идей на видимый мир не может быть разрешён философски, потому что это не есть вопрос философии, а тем более науки: это есть вопрос *веры*. «Знание» ненаблюдаемой онтологии неотделимо от веры в неё: «Верить можно только тогда, когда *знаешь*, во что нужно верить, и знать можно только тогда, когда *веруешь*, что объект знания действительно существует» (А. Лосев, [26. С. 114]). Именно поэтому учёный-физик, даже если он этого не осознаёт, в своём исследовании всегда является реалистом, то есть не может не признавать наличного бытия действительности в используемых им абстракциях – общих идеях. Именно вера делает учёного реалистом. Эмпирические же факты опыта не могли бы убедить его в реальности предмета его знания.

Нам известны свидетельства самих физиков о том, что их творческим процессом движет вера. Так, для А. Пуанкаре это была вера во «всеобщий порядок Вселенной – порядок, который находится вне нас». В том же духе А. Эйнштейн говорил, что его общая теория относительности верна не потому, что она подтверждается наблюдениями, а потому, что она выражает

его *веру* в гармонию Вселенной. Эта вера порождает религиозность А. Эйнштейна: «Я не могу найти выражения лучше, чем “религия”, для обозначения веры в рациональную природу реальности» [27. С. 564]. Эту свою религию Эйнштейн считал наиболее возвышенной в духовном смысле: «...не ведая ни догм, ни Бога, сотворённого по образу и подобию человека» [29. С. 127], она изгоняет призраки и исключает религиозный фанатизм, делает религиозную веру не слепой, а зрячей.

О своём космическом религиозном чувстве высказывались создатели квантовой механики М. Планк, Н. Бор, В. Гейзенберг (см. об этом в [28. С. 18–19]). Гейзенберг выразил даже свою веру в божественную природу самого нашего умозрения, позволяющую нам познавать объективную реальность: «Те же самые упорядочивающие силы, которые создали природу во всех её формах, ответственны и за строение нашей души, а значит, и наших мыслительных способностей» [9].

**Естественная религия.** Разберёмся, что означает эйнштейнова «гармония Вселенной» и основанная на ней космическая религия. «Гармония» всегда предусматривает упорядоченность, а она означает причинную связанность. Всеобщая гармония – это не что иное, как «сплошная связь всех явлений в контексте природы», о которой говорит Кант и которую принято называть *естественной причинностью*. Эта «гармония» создаётся предметным познанием, цель которого – правильно ориентироваться во внешнем природном мире.

Что такое для нас «природа»? Если это есть «совокупность всего нашего возможного опыта», как предположил вначале Кант, то именно в такой «природе» ориентироваться было бы невозможно: в ней нам могло бы явиться всё что угодно. Иное дело, если на опыт накинута, говоря словами Н. Бердяева, «рационалистический намордник»: тогда «природу» образуют только те факты опыта, которые подчинены регуляции нашего рассудка. Рассудок предписывает природе, какой она должна быть – такой, что все её явления подчиняются универсальной, не знающей исключений причинности. Тогда смысл понятия природы становится ясным и определённым. «Природа» стала представлять собой нечто в самой себе замкнутое: вне природного мира ничего нет, природа не имеет *окон* в мир свободы, ибо связана непреложной необходимостью.

Может ли рассудок (логический разум) *доказать* то, что он предписывает опыту? Может ли он доказать, что в природе царит абсолютная необходимость? Уже Д. Юм указал, что доказать логически такую необходимость нельзя, её можно лишь постулировать, то есть принять как акт веры. Нельзя доказать ни логически, ни эмпирически, что «вне природы ничего нет». Само же представление, что не существует ничего не подчиняющегося природной необходимости, известный писатель Клайв Льюис (в книге «Чудо» [31]) назвал *природоверием*. Само название говорит, что это есть некая религия, система веры.

Теперь мы видим, что космическая религия Эйнштейна – не что иное, как разновидность природоверия. Причём Эйнштейн отнюдь не явился её первооткрывателем. Природоверие как религия в европейской философии ещё с XVII века (Толанд, Шефтсбери) получило название *естественная религия*. Поскольку для неё «вне природы ничего нет», то её Бог имманентен самой природе. Позднее Б. Спиноза будет говорить именно о таком Боге. Эйнштейн, как известно, поклонялся философии Спинозы, и Бог Эйнштейна – это Бог Спинозы. Естественная религия выработала своё рациональное доказательство бытия Бога, известное как космологическое доказательство: безупречная гармония мира, обусловленная всеобщей каузальной связью явлений, приводит к представлению о её высшей Первопричине.

Принцип сплошной причинной связи, как методологическая основа природоверия, есть не более чем постулат религиозной веры. Оправдывается он или нет, могло показать только развитие наук о природе. Вероятно, первый, кто усомнился во всеобщей каузальной связи природных явлений, был датский философ Х. Гёфдинг (философский наставник Н. Бора), который написал: «Великий вопрос состоит именно в том, все ли отношения действительных событий между собою суть причинные отношения» [33. С. 22].

Развитие физики показало, что постулат природоверия не оправдывается. Теория относительности продемонстрировала, что не всякие два события пространства-времени каузально связаны – отсутствует «сплошная» естественная причинная связь явлений. А квантовая механика, как мы видели, продемонстрировала акаузальность в микромире – такую, на основе которой оказалось возможным говорить о «свободе воли электрона».

**Дихотомия Бога.** Однако крах природоверия не исключал вообще возможность естественной религии. Физики до сих пор не хотят расстаться с мечтой об Окончательной Теории («теории всего»), которая, объединив в одной схеме познание макромира и микромира, должна полностью ликвидировать всякие пробелы в причинном познании природы. Физик С. Хоукинг [32] связывает с созданием такой Теории дерзкую надежду на раскрытие самого «замысла Бога» о мире. Ведь эта теория сможет объяснить всё, в том числе и Бога. Это будет новый, совершеннейший вариант естественной религии.

Вспомним, однако, что теория Ньютона вплоть до конца XIX века тоже была «окончательной». Она позволяла с огромной для того времени точностью предсказывать *все* явления на земле и на небе. Тем не менее именно на этой механистической предопределённости событий возникла первая естественная религия. Ньютон впервые понял, что от любой такой «окончательной теории» есть не один, а два пути к Богу. Первый путь – стандартный, это путь к естественной религии. Её Бог – это Бог типа Спинозы, или Эйнштейна, или Хоукинга. На этом пути Теория однозначно детерминирует и судьбу Вселенной, и судьбу самого Бога как Творца мира. «Творец» мира не будет уже свободным творцом. Он должен будет сотворить ту единственную, строго детерминированную Вселенную, на которую ему укажет Тео-

рия. Творец мира будет скован Теорией крепче, чем он у Спинозы скован своей собственной природой.

Ньютон не принял такого запрограммированного теорией Бога. Он видел, что от любой «окончательной теории» есть и другой путь к Богу. Он ведёт к Богу, стоящему *над природой*, как её вневременному и внепричинному началу, породившему саму причинность (и основанные на ней «законы природы») и время и пространство. Таков был Бог Ньютона, не имманентный миру, а трансцендентный ему. Бог, своей волей вызвавший Вселенную к существованию. Бог, который существует сам по себе, природа же существует благодаря Ему. Она исчезнет, если Бог перестанет поддерживать её существование.

Мы приходим к представлению о *дихотомии Бога*. Дихотомия означает, что Бог может представляться нашему сознанию и как Бог имманентный, и как Бог трансцендентный.

**Бог и человек.** По поводу ньютоновского Бога у нас тоже возникают вопросы. Если Бог трансцендентен природе, то не означает ли это, что он трансцендентен и человеку? Ответ зависит от того, является ли сам человек частью природы. Следует рассмотреть две альтернативы: 1) человек и его сознание – принадлежность природы; 2) человек – внеприродное существо.

Пусть человек целиком принадлежит природе. Мы знаем теперь, что следует понимать под словом «природа»: это есть замкнутый в себе лабиринт причинных связей, не допускающий никаких «окон» вовне, ничего ему трансцендентного. Если человек целиком погружён в этот лабиринт, то, конечно, для него не может быть никакого контакта с Богом, трансцендентным этой «природе». Всякая же религия подразумевает именно связь внутреннего мира человека с миром потусторонним (от лат. *religare* – соединяю). Абсолют, который полностью трансцендентален человеку, не мог бы быть для человека Богом – Он был бы равносителен небытию, чистому ничто. Заметим, что к такому, чисто отрицательному представлению о трансцендентном Боге приходит наш логический разум: именно он создаёт для нас понимание природы как лабиринта.

Логический разум, как ему положено, логически заключает, что Бог может быть только имманентным природе. Какой это «Бог» попытался сформулировать ответ Н. Бердяев в книге «О рабстве и свободе человека» [34]. Как мы помним, наш интеллект (логический разум) способен выработать только предметное знание о природном мире, объективируя свои собственные понятия в виде предметов внешнего мира. Поэтому Бог для логического разума – не более чем продукт объективации его собственной *идеи* Бога, когда человек выдумывает Бога по своему образу и подобию, наделяя Бога своими социоморфными чертами – чертами господства и насилия. Тем самым человек впадает в рабство к Богу, вымышленному самим человеком. Освобождение от этого рабства означает освобождение человека от объективации идеи Бога.

Чтобы освободиться от рабства у Бога, надо сначала освободиться от другого вида человеческого рабства, о котором Бердяев говорит в той же книге [34], – от «рабства у природы». Это рабство проистекает из представления человека о самом себе как чисто природном существе, скованном лабиринтом причинных связей. Человек находится в рабстве у своих же представлений о собственной природе.

Нельзя ли избавиться от этого рабства? Иными словами, реализуема ли альтернатива о человеке как внеприродном существе? Вот что пишет по этому поводу Бердяев в другой книге («О назначении человека» [35. С. 61]): «Проблема человека совершенно неразрешима, если его рассматривать как часть природы и лишь в соотношении с природой. Самый факт существования человека есть разрыв в природном мире и свидетельствует о том, что природа не может быть самодостаточной, но покоится на бытии сверхприродном». Эти слова – полное отрицание природы как причинного лабиринта. Человек есть то самое *окно* из мира природы в мир свободы, которое отрицает природоверие.

Чтобы избавиться от рабства у природы, человеческое сознание должно выйти на качественно новую ступень – совершить *метанойю* (поворот сознания), о которой говорит христианство. Человек должен переродиться – по словам Евангелия «дóлжно вам родиться свыше».

**Бог квантовой физики.** Став свободным, человек получит возможность осуществить завет древних греков: *познай себя*. Западноевропейская философия за 300 лет своего существования не смогла ответить на вопрос: что такое есть человек и его сознание? Причина этого, как разъяснил русский философ Вл. Соловьёв, в том, что ответ на вопрос искали только на путях предметного знания, в рамках субъект-объектного отношения. Наше сознание, как субъект, объективирует себя, придавая самому себе статус объекта. Чтобы избавиться от собственной объективации, надо совершить *метанойю* – преодолеть наше предметное знание, выйти за пределы логического разума. Тогда мы остаёмся лицом к лицу с нашим *метафизическим разумом*, единственно способным проникнуть в реальность.

Из квантовой механики мы узнали, что реальность – ненаблюдаемая онтология. Это сразу заставляет говорить о квантовой физике как о религии, которую Библия так и определяет – как «обличение вещей невидимых». Со всем не случайно выдающийся физик А.С. Эддингтон высказался, что «религия стала возможной только после 1927 года». На первый взгляд, эта фраза вызывает недоумение, тем более что она высказана не богословом, а физиком. Мы знаем, что религии существуют не с 1927 года, а с древних времён, так что некоторые философы даже рассматривают религиозность как главный фактор, выделяющий человека из животного мира (Огюст Конт: «человек – это религиозное животное»). Но именно в 1927 году была завершена квантовая механика, подорвавшая *идеологию*, на которой держались позитивизм и атеизм. Она открыла невидимую сущность, определяющую все видимые явления.

Что же является Богом в религии квантовой физики? В эпитафе мы привели слова физика Дж. Полкинхорна [30]: вопрос о Боге неразрывно связан с вопросом о реальности. *Бог квантовой физики – это источник и первоначало квантовой реальности, ненаблюдаемой онтологии.* Такой Бог, как и Бог Эйнштейна, не антропоморфен и не социоморфен, и такая религия – не догма, а истина, постигаемая метафизическим разумом. Только, в отличие от Бога Эйнштейна, имманентного природе и человеку, для Бога квантовой физики, как мы увидим, снимается антитеза трансцендентности и имманентности.

**Антиномия религиозного сознания.** Мы убедились, что для логического разума Бог не может быть трансцендентным: такой Бог превращается для него в небытие, в ничто. Вместе с тем имманентный Бог, которого вынужден принимать логический разум, есть Бог ложный, измышляемый самим этим разумом. Это тот Человекобог, к которому человек попадает в рабство. На пути имманентизма, как указывает русский религиозный философ С. Булгаков [36], Бог слился бы с миром или человеком, уничтожилась бы связь миров «горнего» и «дольного». С. Булгаков делает вывод: «...последовательное человекобожие, как и миробожие, есть безбожие».

Как же понять в этом свете слова С. Булгакова [36. С. 88], которыми он утверждает и трансцендентность Бога, и имманентность его человеку: «Объект религии, Бог, есть нечто, с одной стороны, совершенно *трансцендентное*, иноприродное, внешнее миру и человеку, но, с другой, он *открывается* религиозному сознанию, его касается, внутрь его входит, становится его имманентным содержанием... Объект религии, Божество, есть нечто по существу своему трансцендентно-имманентное или имманентно-трансцендентное»?

Словосочетание «трансцендентно-имманентный Бог» – того же типа, как «горячий лёд» или «тёмный свет». Это есть неразрешимая, с точки зрения логики, антиномия. Булгаков называет её «основной антиномией религиозного сознания». Дихотомия Бога представляется антиномией, но не будем забывать, что эта вскрытая С. Булгаковым антиномия относится только к тому проявлению нашего сознания, которое мы назвали логическим разумом. Именно для логического разума разрешение дихотомии невозможно, именно для него невозможно богопознание. Можно ли сказать то же самое о метафизическом разуме?

**Богопознание.** Убедимся, что для метафизического разума не возникает дихотомии Бога: *или* Бог трансцендентный, *или* Бог имманентный. Вместо дизъюнкции (или – или) для него существует конъюнкция: Бог *и* трансцендентен, *и* имманентен человеку.

Мы видели, как логический разум «создаёт» то, что он же называет объективной реальностью: он объективирует свои понятия, придавая им ложный статус бытия. Метафизический разум ничего не объективирует, ибо в его распоряжении вообще нет понятий: он проникает в бытие вне логики и причинности. Реальность не создаётся им самим, а *даётся* как факт религи-

озного опыта, данный ему не из мира объектов, а из мира вещей в себе. Поэтому Бог квантовой физики трансцендентен нашему метафизическому разуму.

С другой стороны, познание, осуществляемое метафизическим разумом, находится вне субъект-объектного отношения. Это значит, что разум *познаёт себя*, тем самым осуществляя классический завет древних греков («познай себя»). Познание становится *конститутивным*: познающий ум сам принадлежит к познаваемой реальности. Отсюда следует, что Бог квантовой физики – первоначало квантовой реальности – имманентен метафизическому разуму.

Мы убедились, что для метафизического разума нет дихотомии Бога: его не постигает противоречие в богопознании, и научила нас этому квантовая механика.

Мысль о том, что всякое подлинное познание реальности есть богопознание, высказал ещё блаж. Августин [37] на основе своей «метафизики внутреннего опыта». Сейчас мы приходим к такому же заключению на основании метафизики квантовой механики.

**Сакральная интерпретация квантовой механики.** Как понять квантовую механику? Вспомним слова Р. Фейнмана о том, что её *никто* не понимает.

Понять ту или иную науку – значит познать изучаемую ею реальность. Реальность же не обязана совпадать с тем, что нам является в чувственном опыте. В классической физике (доквантовой и дорелятивистской) действительно возникал позитивистский соблазн – принимать за реальность то, что наблюдается и что легко описывается предметным знанием, создаваемым логическим разумом. Между тем вопрос о том, что называть реальностью, – это философский вопрос, ответ на который даёт метафизика. Недаром в философии метафизика всегда определялась как учение о реальности.

Создание квантовой механики перевернуло прежние представления о реальности, продемонстрировав, что реально именно то, что ненаблюдаемо; наблюдаемое же – это побочный продукт, или артефакт, ненаблюдаемого.

Как же постигать квантовую онтологию? Как познать чувственно не воспринимаемое? Мы недаром заговорили о религии квантовой физики: именно она есть «обличение вещей невидимых», и, как мы убедились, познание квантовой реальности есть богопознание.

Богопознание – сложный и неоднозначный процесс. На пути богопознания можно заблудиться и прийти к ложному, объективированному Богу – впасть в рабство к Богу. История христианской Церкви показывает, что и сам институт Церкви может подвергнуться объективации – принять застывшие догматические формы, препятствующие свободной, зрячей вере в Бога.

Чтобы избавиться от ложного Бога, человеческая личность должна совершить переворот в своём религиозном сознании, вывести его на качественно более высокий уровень. Так, Вл. Соловьёв видел высшую цель философского знания в том, чтобы «оправдать веру наших отцов, возведя её на

новую ступень разумного сознания» [38]. Переведя эту фразу на язык М. Хайдеггера, можно сказать, что для истинного богопознания человеческое сознание должно быть возведено на уровень метафизического разума. Этот переворот означает такой внутренний катаклизм в самом человеческом существе, который заставляет Вл. Соловьева вспомнить про идею Сверхчеловека Фр. Ницше. Вл. Соловьёв говорит о «перерождении смертного и страдающего человека в бессмертного и блаженного сверхчеловека» [39. С. 273]. Вот к чему зовёт нас новая, религиозно-метафизическая концепция квантовой механики!

Эта новая, никем прежде не разрабатывавшаяся, *сакральная интерпретация квантовой механики* зовёт нас к возвышенной цели – к метаноюе, внутреннему преображению, к тому состоянию, которое в Православной Церкви называется *обожением человека*. Обожение есть соединение человека с Богом, но не по сущности, а по энергиям – через божественные нетварные энергии, пронизывающие тварный мир.

Преображение человека, к которому зовёт сакральная интерпретация квантовой механики, составляет прямую параллель с эсхатологической идеей христианства: явление Христа кладёт конец прежнему, ветхому миру. Ветхий мир умер в человеке: человек стал «новой тварью» во Христе. Таким образом, религия квантовой физики находится в одном русле с традиционной христианской верой.

Понять квантовую механику – значит познать квантовую онтологию, ибо только бытие мы можем понимать. Квантовая онтология не постигается иначе, чем на религиозном пути. Сакральная интерпретация открывает единственный путь к пониманию квантовой механики. Иначе действительно никто не может её понять.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Флоренский П.А.* Значение пространственности // Флоренский П.А. История и философия искусства. – М.: Мысль, 2000.
2. *Кант И.* Мысли об истинной оценке живых сил // Соч.: в 6 т. – Т. 1. – М.: Мысль, 1963.
3. *Фок В.А.* Об интерпретации квантовой механики. – М.: Изд-во Ленинградского университета, 1957.
4. *Шрёдингер Э.* Наука и гуманизм. Физика в наше время. – Москва – Ижевск: Изд-во РХД, 2001.
5. *Панов А.Д.* Технологическая сингулярность, теорема Пенроуза об искусственном интеллекте и квантовая природа сознания // Метафизика. – 2013. – № 3 (9).
6. *Эйнштейн А.* Физика и реальность // Собрание научных трудов. – Т. 4. – М.: Наука, 1967.
7. *Бройль Л. де.* Революция в физике. – М.: Госатомиздат, 1963.
8. *Блохинцев Д.И.* Пространство и время в микромире. – М.: Наука, 1982.
9. *Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое. – М.: Наука, 1989.
10. *Кант И.* Метафизические начала естествознания // Соч.: в 6 т. – Т. 6. – М.: Мысль, 1966.

11. *Тростников В.Н.* Мысли перед рассветом. – Париж: YMCA – PRESS, 1980.
12. *Пуанкаре А.* Наука и гипотеза // Пуанкаре А. О науке. – М.: Наука, 1983.
13. *Поппер К.* Логика и рост научного знания. – М.: Прогресс, 1983.
14. *Поппер К.* Открытое общество и его враги. – Т. 2. – М.: Международный фонд «Культурная инициатива», 1992.
15. *Эйнштейн А.* Автобиографические заметки // Собрание научных трудов. – Т. 4. – М.: Наука, 1967.
16. *Франк С.Л.* Непостижимое. – М.: Правда, 1990.
17. *Хайдеггер М.* Что значит мыслить? // Разговор на просёлочной дороге: сборник. М.: Высш. шк., 1991.
18. *Фейерабенд П.* Против методологического принуждения. – Амурская обл.: Изд-во колледжа им. И.А. Бодуэна де Куртунэ, 1998.
19. *Мамардашвили М.К.* Лекции по античной философии. – М.: Аграф, 1997.
20. *Платон.* Государство // Соч.: в 3 т. – Т. 3 (1). – М.: Мысль, 1968.
21. *Фок В.А.* Об интерпретации квантовой механики. – М.: Изд-во Ленинградского университета, 1957.
22. *Севальников А.Ю.* Современное физическое познание в поисках новой онтологии. – М.: ЦОП института философии РАН, 2009.
23. *Севальников А.Ю.* Физика и философия // Метафизика. – 2016. – № 2 (20).
24. *Фейнман Р.* Характер физических законов. – М.: Мир, 1968.
25. *Фейнман Р.* Квантовая электродинамика: странная теория света и материи. – М.: Наука, 1988.
26. *Лосев А.Ф.* Диалектика мифа // Лосев А.Ф. Миф, число, сущность. – М.: Мысль, 1994.
27. *Эйнштейн А.* Письма к Морису Соловину // Собрание научных трудов. – Т. 4. – М.: Наука, 1967.
28. *Захаров В.Д.* От философии физики к идее Бога. – М.: Изд-во ЛКИ, 2010.
29. *Эйнштейн А.* Религия и наука // Собрание научных трудов. – Т. 4. – М.: Наука, 1967.
30. *Полкинхорн Дж.* Вера глазами физика. М.: ББИ св. ап. Андрея, 1998.
31. *Льюис Кл. С.* Чудо. – М.: Гнозис-Прогресс, 1991.
32. *Хоукинг С.* От Большого Взрыва до чёрных дыр (краткая история времени). – М.: Мир, 1990.
33. *Гёфдинг Х.* Философия религии. – СПб.: Изд-во «Общественная польза», 1912.
34. *Бердяев Н.* О рабстве и свободе человека (опыт персоналистической философии). – Париж: YMCA – PRESS, 1939.
35. *Бердяев Н.* О назначении человека. – Париж: YMCA – PRESS, 1931.
36. *Булгаков С.Н.* Свет невечерний. – М.: Изд-во «Республика», 1994.
37. *Августин Аврелий.* Исповедь. – М.: Изд-во «Республика», 1992.
38. *Соловьёв В.С.* История и будущность теократии // Соч.: в 10 т. – Т. 4. – СПб., 1911.
39. *Соловьёв В.С.* Идея сверхчеловека // Соч.: в 10 т. – Т. 9. – СПб., 1911.

## THE PROBLEM OF REALITY IN QUANTUM MECHANICS: A PHILOSOPHICAL AND RELIGIOUS APPROACH

**V.D. Zakharov**

We argue that the problem of reality in the quantum mechanics cannot be resolved in the positivistic way, operating with the results of the quantum measurements. The quantum ontology is unobservable on principle and may be perceived only by the specific form of the human consciousness called the metaphysical mind. The metaphysical mind is able to raise us on the religious comprehension of the quantum reality.

**Key words:** quantum mechanics, reality problem, positivism, quantum measurements, unobservable ontology, metaphysical mind, sacral interpretation of the quantum mechanics.

---

## ТЕОРИЯ ПРОСТРАНСТВА И ДВИЖЕНИЯ

М.Г. Годарев-Лозовский

*Санкт-Петербургский философский клуб РФО*

В статье противоречие между представлениями о перемещении физических объектов в пространстве в классической и квантовой механике. Предлагается теория, которая, разрешая известные апории Зенона, устраняет это противоречие. При этом основным допущением является атемпоральный характер элементарных перемещений квантовых микрообъектов (в том числе атомов) в непрерывном пространстве. Показано, что из совокупности последовательных вневременных телепортаций атомов, составляющих макротело, складывается его темпоральное движение.

**Ключевые слова:** кинематика, бесконечность, атемпоральность, бестраекторность, реальное пространство, перемещение, квантовая механика.

В. Бернштейн, критикуя господствующую интерпретацию квантовой механики, сделал любопытное наблюдение, что в процессе исторического развития науки отдельные научные дисциплины отпочковались от философии, однако произошел и обратный процесс – основами квантовой механики сейчас занимается преимущественно философия, официальная же физика примирилась с наличием неясных вопросов и их узаконила [3. С. 30]. Одним из таких «узаконенных» неясных вопросов остается вопрос понимания сущности перемещения физических объектов в пространстве.

### Проблема

М. Бунге в своей известной книге отмечал: «Не следует ожидать, что в квантовой механике должны существовать кинематика или теория движения лишь по той причине, что она носит неверное название *механики*... Квантовая механика вовсе не предназначается для ответов на вопросы классической кинематики... Об отношениях между квантовой и классической механикой мы знаем очень мало» [4. С. 176]. Ясно одно – в физике движение макро- и микрообъектов представляется по-разному. Если в одном случае оно описывается уравнениями движения Ньютона, то в другом – уравнением Шредингера. Известно, что уравнение Шредингера дает набор вероятных решений в виде стационарных состояний и не описывает процессы перехода из одного стационарного состояния в другое. Представляется, что не связанная с вероятностями классическая механика Ньютона и квантовая механика, имея каждая свой специфический язык и аксиоматику, не имеют прежде

всего логического согласования друг с другом, строгого доказательства того, что одна переходит в другую [4. С. 264].

*Каким же образом согласовать эти различные представления о перемещении в пространстве?* В связи с последним вопросом процитируем некоторые интересные мысли Максвелла: «Обычно научное знание растет за счет аккумуляции вокруг конечного числа отличающихся друг от друга центров. Но рано или поздно должно наступить такое время, когда два или более раздела знания уже не могут оставаться независимыми друг от друга, а должны слиться в согласованное целое... каждая наука может показаться достаточно согласованной внутри самой себя, но прежде чем науки смогут быть объединены в одно целое, каждая должна быть освобождена от “известкового раствора”, при помощи которого ее части были предварительно скреплены для согласования друг с другом...». Р. Нугаев замечает – Максвелл отдает себе отчет в том, что любое наблюдение всегда несет на себе отпечатки теоретического языка... «следы цемента». Поэтому по Максвеллу необходимо создать «нейтральный язык», или теоретический язык, по возможности равноудаленный от всех сравниваемых теорий [17. С. 48]. А какой язык, если не язык философии, равноудален от языка конкретных наук? Вот только с «цементом» нужно очень внимательно разобраться, ибо каждая из наук имеет свои собственные парадигмы и, увы, – собственные же мифы.

Итак, определим текстуально основную проблему, которую мы постараемся решить: *как соотносить бестраекторный и траекторный принципы перемещения физических объектов?* Представление о движении физического объекта в ньютоновой механике основано на допущении того, что этот объект проходит свой путь *последовательно и поточечно*. Но известно, что бестраекторное движение квантовой частицы опровергает подобное допущение (В настоящей работе под термином «движение» предлагается понимать исключительно перемещение физических объектов в пространстве.)

### История проблемы

К истории проблемы относятся известные апории Зенона из Элеи: Дихотомия, Стрела, Ахиллес и черепаха, которые обнаружили противоречивость движения через бесконечную последовательность отрезков пути непрерывного пространства. Позже Аристотель указывает на возможность разрешить данное противоречие допущением о бесконечной делимости не только пространства, но и времени, то есть тело за бесконечно малый промежуток времени проходит бесконечно малый отрезок пути и на первый взгляд противоречие разрешается [1. С. 252]. На этом неявном допущении в науку о движении в XVII веке входит дифференциальное исчисление. Однако наименьшего, то есть бесконечно малого приращения пути тела в реальности *не существует*, а бесконечная последовательность отрезков пути *не может исчерпаться по определению* [12. С. 43]. Апории Зенона логически остаются неразрешимыми.

Необходимо отметить, что еще в средневековой арабской философии физическое движение могло рассматриваться как уничтожение тела и его возникновение заново, то есть как движение путем мгновенного скачка, которое совершает тело от одного места к другому, минуя промежуточные места [5. С. 67]. С рождением квантовой механики проблема понимания сущности движения заявляет о себе с новой силой и в новом контексте – необходимо осознать и осмыслить *совершенно новое явление*, то есть квантовые скачки.

В 1925–1927 гг. проблему интерпретации квантовых скачков обсуждают основатели квантовой механики. При этом их позиции принципиально расходятся: Э. Шредингер – скачки отрицает; А. Эйнштейн фактически объясняет наличием скрытой траектории частицы; В. Гейзенберг отрицает, что скачки происходят в пространстве и времени; Н. Бор – отрицает их наглядность и просто постулирует [6. С. 62]. С осени 1927 г. утверждается господствующая ныне копенгагенская интерпретация квантовой механики, в основе которой запрет на вопрос о том, что есть квантовый объект вне его наблюдения и принцип: «Считай и не задавай философских вопросов». Однако физика, как справедливо замечает А. Севальников, в конечном счете интересуется именно этот «запрещенный» вопрос – *что есть объект сам по себе?* [18. С. 69].

Когда В. Гейзенберг высказывает свое суждение относительно внепространственно-вневременной интерпретации сущности квантовых скачков – он не догадывается, что прав только наполовину. Ибо эти скачки действительно реализуются *вне времени, но исключительно в пространстве*. Ошибка Гейзенберга не случайна, ведь он мыслит категориями релятивистского пространства-времени. Однако квантовая частица в отличие от частицы в четырехмерном континууме не имеет траектории, а это означает, что у нее *нет мировой линии!* Бор это чувствует и поступает иначе, он следует ньютонову принципу: «Физика – бойся метафизики!» и фактически отказывается признать квантовые скачки физическим процессом. Он предлагает свои известные принципы соответствия и дополнительности. Учитывая авторитет Бора, многие до сих пор необоснованно полагают, что эти принципы полностью исчерпывают проблему гармонизации представлений о движении микрообъектов и макротел в пространстве. В частности, критика подобных заблуждений «копенгагенцев» содержится в работе А. Липкина [16. С. 110].

#### **Концептуальное решение проблемы**

В период становления квантовой механики крупнейший математик своего времени Д. Гильберт, по существу, призвал физиков отказаться от неадекватных представлений о движении микрообъектов в пространстве и времени, но, к сожалению, услышан не был [7. С. 37].

В развитие этой идеи Гильберта значительно позднее в 2013 г. М. Годаревым-Лозовским был предложен *принцип атемпоральности*: «Некоторые параметры квантового микрообъекта (в том числе координаты, направление поляризации и др.) изменяются атемпорально» [8. С. 60]. Теория фи-

зического пространства и движения, развивая принцип атемпоральности, превращает его в научно-философскую теорию. Предлагаются следующие философские основания для этой теории, в которых исходным является принцип различения: «Существует только то, что имеет различие» [13. С. 302]. Это означает, что по отношению к пространству и времени существует четыре различных взаимодополнительных типа реальности. Их структуру отражает подход к фундаментальным типам реальности В. Фалько. Суть его в интерпретации автора настоящей статьи в следующем. Полный класс фундаментальных типов реальности составляет четыре группы процессов:

а) физический процесс, который реализуется в пространстве и времени (например физические взаимодействия);

б) духовный процесс, который реализуется вне времени и вне пространства (например, в соответствии с религиозными представлениями, жизнь души в посмертном мире);

в) психический процесс, который реализуется во времени, но не локализуем в пространстве (например, в соответствии с известными исследованиями Р. Моуди это процесс восприятия действительности в состоянии клинической смерти);

г) информационный процесс, который реализуется вне времени, но в пространстве (например, динамика информационного континуума) [19. С. 161].

Подход В. Фалько позволяет признать старательно игнорируемую многими физиками вневременную реальность, хотя нет ничего удивительного в том, что электростатика обходится без понятия времени. Но прежде чем излагать саму нашу теорию, ответим на следующий вопрос: каков реальный смысл известной дискретности, связанной с движением, то есть каков смысл, образно выражаясь, «скачков координат микрообъекта» при его перемещении?

### Дискретность движения в микромире

В квантовой механике определяемое по макроскопическим часам время является переменной величиной. Эта величина де-факто выполняет роль *скрытого параметра* эволюции некоторых состояний. По молчаливому соглашению к эволюционирующим во времени динамикам относят даже квантовый скачок электрона в атоме с одного энергетического уровня на другой. При этом полагают, что некоторые потенциально наблюдаемые параметры частицы не имеют физического смысла и объявляются несуществующими. К таким параметрам, в частности, относят актуальные координаты микрообъекта в пространстве до их измерения [9. С. 148].

Однако представляется, что обозначенная выше, назовем ее темпоральной, парадигма является ошибкой. Ведь именно *время как ненаблюдаемая величина* лишено физического смысла при рассмотрении динамики не-

которых состояний. К процессам, лишенным длительности, мы можем отнести элементарный (то есть далее неделимый) бестраекторный скачек координат микрообъекта, который вполне согласуется с логическим законом исключенного третьего. Если объект X находится в одном из A и B, то он не находится в другом, находясь одновременно, но последовательно в разных местах. Логика также требует, чтобы *субъективно неопределенные, но при этом актуальные и потенциально наблюдаемые состояния* обрели физический смысл до момента измерения.

К потенциально наблюдаемым параметрам мы можем отнести актуальные координаты микрообъекта до их измерения, последовательность которых, вероятно, *не зависит от временной последовательности*. При этом серию элементарных (неделимых) перемещений квантовой частицы допустимо только в некотором приближении рассматривать квазиклассически, описывая ее непрерывной функцией. Удивительно, но сам А. Эйнштейн допускал возможность отказа физики от пространственно-временного континуума и непрерывных функций. Он писал: «Можно думать, что человеческая изобретательность в конце концов найдет методы, которые позволят следовать этому пути» [21. С. 56]. Возможно, что функция разрывная в каждой точке, как полагает В. Янчилин, действительно отражает суть серии элементарных перемещений частицы в пространстве [22. С. 29]. С. Артеха задается вопросом: «Что мешает выбрать в качестве волновой функции обобщенную функцию или функцию с разрывом, скачком и др. (что могло бы, «скомпенсировать» некоммутативность и устранить якобы одновременную неизмеримость величин)?» [2. С. 107]. Как уже упоминалось выше, нами предложен принцип атемпоральности: *некоторые параметры квантового микрообъекта, в том числе координаты в пространстве, изменяются атемпорально* [8. С. 60].

Действительно, соотношение неопределенности Гейзенберга показывает – наличие координат у квантовой частицы несовместимо с одновременным наличием у нее скорости. При этом *координаты, пусть и неопределенные, - частице присущи всегда*. Это означает, что скорость при элементарном перемещении микрообъекта становится «вне закона». С. Артеха язвительно замечает по этому поводу: «Чему же по физическому смыслу отвечают собственные функции оператора импульса? Частице, которая одна во всей Вселенной и летит с постоянной скоростью неизвестно относительно чего и даже неизвестно где, так как «размазана» во всей Вселенной. Замечательно емкое понятие!» [2. С. 107]. Косвенно на незаконность такого понятия, как скорость элементарного перемещения микрообъекта, указывает со своей стороны сама невозможность описания квантовой частицы с помощью уравнений движения Ньютона.

Но на что указывает тогда уравнение Шредингера? Определим амплитуду вероятности в духе работы Г. Левина как средство описания, характеристику актуально происходящего до момента измерения [14. С. 97]. Именно то, что объективно и актуально происходит в действительности, описы-

вает вероятностно уравнение Шредингера. Это уравнение также допустимо трактовать в пользу атемпоральности: *даже в бесконечно малый отрезок времени  $dt_1$  имеется вероятность пребывания частицы в некотором конечном объеме  $dV$ , а в следующий за ним бесконечно малый отрезок времени  $dt_2$  имеется вероятность отсутствия частицы в этом же объеме.*

### Сущность физического пространства перемещений

Но о каком пространстве все же идет речь?

Известно, что математический формализм квантовой механики формулируется в терминах гильбертова бесконечномерного пространства. Постепенно это вспомогательное математическое пространство стало ассоциироваться с реальным, трехмерным физическим пространством. Однако *только ассоциироваться*, но что очень важно – не заняло его места! При этом учитывая: а) противоречия между квантовой механикой и теорией относительности, в частности отсутствие траектории у квантовой частицы [18. С. 146]; б) однородность распределения вещества в космологических масштабах; в) топологическую инвариантность ньютонова пространства и др. – *реальное пространство физического мира, несомненно, является нерелятивистским, то есть евклидовым и трехмерным!* Привлечение дополнительных пространственных измерений для рассмотрения перемещения квантовых микроробъектов в соответствии с принципом «бритвы Оккама» представляется избыточным, являясь при этом совершенно ненаглядным.

Непрерывность пространства общепринята, ведь Демокритова концепция конечных атомов как элементов пространства – анахронизм уже со времен И. Канта. «Всякое созерцаемое в своих границах пространство есть такое целое, части которого при всяком разложении в свою очередь все еще представляют собой пространства, и потому оно делимо до бесконечности» [11. С. 473]. Вместе с тем Г. Кантор полагал актуально – бесконечное множество, мыслимое как целое, как данность – самоочевидным понятием, что относилось, однако к математическому континууму. Действительно, десятичная дробь 0,333... бесконечно-делима сразу *как данность* без учета процесса потенциального деления этой величины.

Относительно физического пространства известно, что его дискретность весьма сомнительна как в теории, так и в эксперименте [10].

### Теория физического пространства и движения

*Теория пространства*

1) **Имеется доказательство существования Абсолюта и не имеется доказательств существования абсолютной пустоты.** Например, позицию У. Хетчера можно выразить в следующем высказывании. Поскольку ни один из известных науке составных феноменов не самообусловлен, постольку имеется один и только один самообусловленный феномен  $G$ , причем этот

феномен  $G$  является простой (несоставной) всеобщей причиной, то есть причиной любого существующего феномена. Но двух Абсолютов быть не может и соответственно не существует абсолютной пустоты. При этом никогда не может быть доказано, что несуществующее, то есть ничто, пустота, существует, утверждал Парменид.

**2) В связи с отсутствием существования абсолютной пустоты – реальное трехмерное физическое пространство, заполненное материей, актуально бесконечно делимо.**

*Теория движения*

**3) Ввиду актуальной бесконечной делимости пространства элементарное (то есть далее неделимое) перемещение в нем квантового микрообъекта атемпорально и бестраекторно.** Д. Гильберт и П. Бернайс, намечая путь к разрешению известных апорий Зенона, рассуждают следующим образом. «Подобно тому, как при неограниченном пространственном дроблении вода перестает быть водой, при неограниченном дроблении движения также возникает нечто такое, что едва ли может быть охарактеризовано как движение. ... Действительно ли мы располагаем доказательством непротиворечивости математической теории движения?.. Мы вовсе не обязаны считать, что математическое пространственно-временное представление о движении является физически осмысленным также и в случае произвольно малых пространственных и временных интервалов». Необходимо отметить, что в данной модели движение микрообъекта представляет собой сумму состояний его покоя, во время которого происходят взаимодействия этой частицы со средой.

**4) Темпоральное движение макротела складывается из последовательных атемпоральных перемещений атомов, составляющих это тело.** В соответствии с концепцией А. Левича: «... движение происходит не путем “раздвигания” элементов субстанции, а путем их замены в системе, то есть “вхождения” в систему одних “точек” ... пространства и выхода других».

Известно лаконичное выражение академика Л.А. Арцимовича: «Правильное просто», предлагаемая теория предельно проста.

На основании теории физического пространства и движения возможны следующие предположения:

1) всякое фундаментальное теоретическое построение, явно или неявно основанное на дискретности пространства или времени, обречено на расходимость;

2) время квантового туннелирования всякого множества объектов всегда будет стремиться к нулю;

3) формулы движения классической механики можно корректно получить из формул квантовой механики только с учетом атемпоральной гипотезы.

В заключение можно констатировать, что с появлением квантовой механики гипотетическое признание атемпоральности перемещения частиц вступило бы в конфликт с представлением о физическом (но не метафизиче-

ском!) характере перемещения объектов в пространстве. Теория физическо-го пространства и движения предлагает новые метафизические основания для фундаментальных концепций современной квантовой физики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Аристотель*. Физика // Соч.: в 4 т. – Т. 3. – М.: Мысль, 1981. – С. 252–262.
2. *Артеха С.Н.* Основания физики. Критический взгляд. Квантовая механика. – М.: URSS, 2015. – С. 107–108.
3. *Бернштейн В.М.* Развитие электродинамики Гаусса-Вебера: квантовая механика без волновой теории; Соотношение неопределенности Гейзенберга без парадоксов. // Международный конгресс «Фундаментальные проблемы естествознания и техники». – СПб., 2000. – № 1. – Т. 1. – С. 30–40.
4. *Бунге М.* Философия физики. – М.: Прогресс, 1975. – С. 176, 264–267.
5. *Гайденок П.П.* История новоевропейской философии в ее связи с наукой. – М.: Книжный дом «Либриком», 2011. – С. 67.
6. *Гейзенберг* Часть и целое. – М.: УРСС, 2012. – С. 62–71.
7. *Гильберт Д., Бернайс П.* Основания математики. Логические исчисления и формализация арифметики. – Т. 1. – М.: Наука, 1982. – С. 37–38.
8. *Годарев-Лозовский М.Г.* Возможность и онтологические основания атемпоральной интерпретации квантовой механики // Вестник Пермского университета. Сер. Философия. Психология. Социология. – 2014. – Вып. 1 (17). – С. 60–67.
9. *Гринштейн Дж., Зайонц А.* Квантовый вызов. Современные исследования оснований квантовой механики. – Издательский Дом Интеллект, 2008. – С. 146–148.
10. *Каганов М.И., Любарский Г.Я.* Абстракция в математике и физике. – М.: Физматлит, 2005. – С. 286–287.
11. *Кант И.* Соч.: в 6 т. – Т. 3. – М. – С. 473.
12. *Катасонов В.Н.* Метафизическая математика XVII века. – М.: URSS, 2010. – С. 43.
13. *Кольчев П.М.* Релятивная онтология и релятивистская квантовая физика. Материалы научной конференции 17–18 июня 2010. – М.: Книжный дом «Либриком», 2010. – С. 302–305.
14. *Левин Г.Д.* Что есть вероятность? // Вопросы философии. – М., 2014. – № 2. – С. 97–102.
15. *Левич А.П.* Моделирование времени как методологическая задача физики // Философия физики: материалы международной научной конференции 17–18 июня 2010 г. – М.: Книжный дом «Либриком», 2010. – С. 335–337.
16. *Липкин А.И.* Основания физики. Взгляд из теоретической физики. – М.: УРСС, 2014. – С. 110–149.
17. *Нугаев Р.М.* Генезис электродинамики Максвелла: интертеоретический контекст // Философия науки. – 2014. – № 2 (61). – С. 48–54.
18. *Севальников А.Ю.* Интерпретации квантовой механики. В поисках новой онтологии / Институт Философии РАН. – М.: УРСС. 2009. – С. 6, 69–70.
19. *Фалько В.И.* Типы философских онтологий физики // Материалы научной конференции 17–18 июня 2010 г. – М.: Книжный дом «Либроком», 2010. – С. 161–163.
20. *Хэтчер У.* Минимализм. – СПб., 2003. – С. 90–91.
21. *Эйнштейн А.* Физика и реальность. – М., 1965. – С. 56–57.
22. *Янчилин В.Л.* Квантовая нелокальность. – М.: УРСС, 2010. – С. 29–37.

## THE THEORY OF SPACE AND MOTION

**M.G. Godarev-Losovsky**

In the present work shown are contradiction between beliefs about space movement of physical objects in classical and quantum mechanics. A theory that resolves the known Zenonaportiasand removes this contradiction is suggested. The basic assumption is the atemporal nature of the basic movements of quantum micro-objects (including atoms) in continuous space. It is shown that a set of sequential extra-temporal teleportations of atoms constituting a macro-bodyresults in its temporal movement.

**Key words:** kinematics, infinity, atemporallity, lack of trajectory, real space, movement, quantum mechanics.

# ИНТЕРПРЕТАЦИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

## О ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ В КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ

**А.П. Ефремов**

*Институт гравитации и космологии  
Российского университета дружбы народов*

Обсуждается феноменологическая модель квантовой частицы де Бройля и ее фрактальный геометрический аналог, возникающий в результате чисто математического вывода уравнения Шредингера из теории гиперкомплексных чисел.

**Ключевые слова:** квантовая механика, волны де Бройля, предгеометрия, гиперкомплексные числа, кватернионы, фрактальное пространство.

### **Модель де Бройля**

Квантовая механика считается наукой аксиоматической. Но отправным пунктом ее математического воплощения все же является модель: предложенная в 1923 году де Бройлем модель частицы-волны. И хотя некогда высказывалось мнение, что де Бройль мало что сделал в квантовой механике, с этим трудно согласиться. Действительно, само по себе представление о том, что частица, масса которой сконцентрирована в ограниченной области пространства, обладает и волновыми свойствами – абсолютно революционно. Конечно, де Бройль был в курсе эйнштейновской квантовой теории света, но уравнения Максвелла для электромагнитного поля с их волновыми решениями к тому времени были известны уже почти полвека, а волновые свойства света, впрочем, как и корпускулярные, – еще со времен Гука и Ньютона. Утверждать, что любая массивная частица, в том числе электрически нейтральная, является источником некоторой волны, мог человек только с мощной научной интуицией – и завидной смелостью. (Впрочем, де Бройль по рождению был герцогом в нескольких поколениях, а князьям, как известно, смелости не занимать). Вот фрагмент его исторического доклада [1] на заседании Французской академии наук 10.09.1923.

SÉANCE DU 10 SEPTEMBRE 1923.

507

RADIATIONS. — *Ondes et quanta* ('). Note de M. **LOUIS DE BROGLIE**, présentée par M. Jean Perrin.

.....  
 Passons maintenant au cas d'un électron décrivant d'une vitesse uniforme sensiblement inférieure à  $c$  une trajectoire fermée. Au temps  $t = 0$ , le mobile est en un point  $O$ . L'onde fictive associée, partant alors de  $O$  et décrivant toute la trajectoire avec la vitesse  $\frac{c}{\beta}$ , rattrape l'électron au temps  $\tau$  en un point  $O'$  tel que  $\overline{OO'} = \beta c \tau$ .

On a donc

$$\tau = \frac{\beta}{c} [\beta c (\tau + T_r)] \quad \text{ou} \quad \tau = \frac{\beta^2}{1 - \beta^2} T_r,$$

où  $T_r$  est la période de révolution de l'électron sur son orbite. La phase interne de l'électron, quand celui-ci va de  $O$  en  $O'$ , varie de

$$2\pi \nu_1 \tau = 2\pi \frac{m_0 c^2}{h} T_r \frac{\beta^2}{\sqrt{1 - \beta^2}}.$$

Il est *presque nécessaire* de supposer que la trajectoire de l'électron n'est stable *que si* l'onde fictive passant en  $O'$  retrouve l'électron en phase avec elle : l'onde de fréquence  $\nu$  et de vitesse  $\frac{c}{\beta}$  doit être en résonance sur la longueur de la trajectoire. Ceci conduit à la condition

$$\frac{m_0 \beta^2 c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}} T_r = n h, \quad n \text{ étant entier.}$$

Кажется, что самое главное здесь – требование целого числа длин волн на замкнутой траектории электрона в атоме, изложенное в последней формуле; вот предпоследняя фраза: «*Почти необходимо* предположить, что траектория электрона нестабильна, *если* фиктивная волна, подходя в точке  $O'$  к электрону, окажется не в фазе с ним: на длине траектории волна с частотой  $\nu$  и скоростью  $c/\beta$  должна быть резонансной». Именно это требование, в нерелятивистском пределе приводящее де Бройля к такому же квантованию электронных орбит, как в модели Бора, представляется ему (видимо, и его слушателям) наиболее убедительным и важным. Однако самым важным, как представляется уже автору этих комментариев, в вышеприведенной фразе является определение «фиктивная волна». О ней де Бройль пишет выше.

Supposons maintenant qu'au temps  $t = 0$ , le mobile coïncide dans l'espace avec une onde de fréquence  $\nu$  ci-dessus définie se propageant dans la même direction que lui avec la vitesse  $\frac{c}{\beta}$ . Cette onde de vitesse plus grande que  $c$  ne peut correspondre à un transport d'énergie; nous la considérerons seulement comme une onde fictive associée au mouvement du mobile.

Je dis que, si au temps  $t = 0$ , il y a accord de phase entre les vecteurs de l'onde et le phénomène interne du mobile, cet accord de phase subsistera. En effet, au temps  $t$  le mobile est à une distance de l'origine égale

«Пусть при  $t = 0$  движущийся объект совмещен в пространстве с некой волной частотой  $\nu$  и, как определено выше, распространяющейся в том же направлении со скоростью  $c/\beta$ . Такая волна со скоростью более  $c$  не может быть связана с переносом энергии; мы рассматриваем ее лишь как фиктивную волну, ассоциируемую с движением объекта». И следующая (первая) фраза в рамке: «Я утверждаю, что если при  $t = 0$  есть согласие фаз векторов этой волны и процесса внутри движущегося объекта, то это согласие фаз сохраняется».

Вот главное: «фиктивная» волна, с точки зрения де Бройля, не переносит энергию, но представляет собой определенное проявление периодического процесса, происходящего «внутри» рассматриваемой частицы. В дальнейшем такой частицей практически всегда оказывался электрон.

Стоит заметить, прошло почти сто лет, а суть устройства этой частицы столь же далека от истинного понимания, как и во времена де Бройля. Мы некоторым образом можем описывать физические следствия присутствия электронов в различных системах, но по-прежнему не знаем, что такое электрический заряд, почему он парен и бывает элементарным, что является собой спин частицы и как распределена – если вообще распределена – в ней масса. Мы вообще не понимаем, что такое масса и почему она является причиной гравитации. Наконец, возвращаясь к электрону, – никто как движущуюся или покоящуюся частицу его «не видел», известен лишь результат взаимодействия.

У автора этих строк есть убежденность, что сегодняшний исследователь уже не может удовлетворяться теми возможностями, которые предоставляет выработанная сто лет назад технология более или менее правильного описания взаимодействий физических тел, в том числе малых частиц. Понимание сути вещей в значительной степени зависит от возможности некой визуализации исследуемого объекта. Иными словами, суть объекта становится существенно понятнее, если он представим в образах. То есть нужна модель изучаемого объекта. Именно так и пытались делать исследователи XIX и начала XX века; к таковым, безусловно, относится и де Бройль, хотя его «фиктивная» волна, неким образом отражающая внутреннюю сущность частицы, весьма абстрактна. И все же пусть модель де Бройля была несо-

вершена, но эта была модель, и он, не удовлетворенный как истинный исследователь, практически всю жизни продолжал над ней работать.

Гейзенберг, Шредингер и копенгагенская группа повергла модельный подход в прах. Хотя авторы квантовой механики были, безусловно, гениальны. Введенные ими, по сути, эвристически уравнения оказались чрезвычайно точны, но – как сказано выше – лишь технологичны. Результаты теоретических расчетов вполне соответствовали (и соответствуют) данным эксперимента. Видимо, можно утверждать, что на современном уровне научного знания аксиоматическая квантовая механика – правильная теория, которая описывает физику микромира адекватно. Но для самой главной величины в уравнении Шредингера – функции состояния – пришлось мучительно искать приемлемую трактовку, и хотя с той поры прошел почти целый век, огромный срок для фундаментальной науки, далеко не всех удовлетворяет интерпретация Макса Борна. Самым знаменитым несогласным был Эйнштейн.

Но речь не об оппонентах, а о потере модельности, хотя теория, повторюсь, верна. Удивительный факт – решение Шредингера для атома водорода дает в точности те же квантовые характеристики этой физической системы, что и эвристическая модель Бора, предложенная за 15 лет до формулировки уравнения волновой механики. Но модель Бора, пусть с постулатом о квантовании, все же дает представление о том, что такое атом водорода: это отрицательно заряженный (точечный?) электрон в центральном поле положительного заряда, вращающийся вокруг этого центра по строго определенным орбитам, так что переход с одной орбиты на другую сопровождается выделением (поглощением) заданной дозы квантов электромагнитного излучения. Да, в решении Шредингера появились особенности пространственного квантования, но уже не орбит – орбиталей. И поныне в популярной литературе встречается изображение атома, более всего похожее на модель Бора. Потому что решение Шредингера не имеет визуализации: модель отсутствует как таковая.

Другой удивительный факт, но уже из нашего века, состоит в том, что уравнение квантовой механики, помимо решения Шредингера, имеет другое точное решение для атома водорода, и это решение в точности соответствует описанию модели Бора, только электрон в этом решении – не точечная частица, а скорее вращающееся вокруг центрального заряда тонкое кольцо с гармонически изменяющейся плотностью [2]. И здесь стоит заметить, что поиском этого решения автор занимался осознанно, представляя себе не только функционально-алгебраический, но и геометрический, то есть визуализируемый, смысл величин, входящих в уравнение Шредингера.

Впрочем, и само уравнение Шредингера, как выяснилось, допускает строгий математический вывод, приобретая при этом внятный геометрический смысл, который вряд ли мог занимать умы создателей квантовой механики. Потому что они не изучали теорию гиперкомплексных чисел, ее еще не было.

## Предгеометрия и фрактальная модель частицы

Сам по себе факт возникновения идеи о гиперкомплексных числах представляется явлением трансцендентным. Хотя начало этой идеи, конечно, было заложено еще в XVI веке, когда в работах Кардано, Бомбели и Декарта впервые отнеслись с вниманием к величинам, содержащим квадратный корень из отрицательного числа. Затем появились великие формулы Эйлера, связывающие тригонометрические функции и экспоненты с мнимым показателем, и вскоре математика настолько абстрагировалась от реальности, что одной мнимой единицы стало мало. В 1843 году Гамильтон построил алгебру кватернионов с тремя такими единицами, а чуть позже усилиями Кэли возникла восьмимерная алгебра с семью мнимыми единицами. Продолжить далее список не удалось: более сложные алгебры теряли свои лучшие свойства. Теорема Фробениуса–Гурвица, доказанная в конце XIX века, ограничила список «хороших» алгебр всего четырьмя; это алгебры действительных, комплексных, кватернионных и октонионных чисел.

Это еще один удивительный факт, но уже из области математики: оказывается число алгебр с хорошими свойствами конечно и равно четырем. При этом в последней по размерности алгебры октонионов операция умножения оказывается неассоциативной, и стоит заметить, что мы пока не знаем ни одной физической величины с такими свойствами. А вот алгебра кватернионов отлично подходит для описания физических явлений, поскольку три ее мнимые единицы ведут себя как три взаимно ортогональных вектора, направляющих декартову систему координат в трехмерном физическом пространстве. Но это особые, так называемые аксиальные векторы. Проще всего их изображать квадратными матрицами второго ранга; самый известный набор таких матриц следующий:  $\mathbf{q}_1 = -i \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ ,  $\mathbf{q}_2 = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ ,

$\mathbf{q}_3 = -i \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$  – это матрицы Паули с множителем  $-i$ . Несложно проверить, что последовательно умноженные друг на друга соседние единицы в точности дадут третью, так что три векторные единицы естественно ассоциируются с размерностями нашего физического пространства.

Вообще говоря, это своего рода загадка: почему оказалось, что последняя по размерности ассоциативная алгебра описывает трехмерное пространство? Это случайность или закономерность? Хочется верить в последнее, но всякая серьезная вера должна подкрепляться чудесами. И чудеса есть! Одно из них – в том, что такое 3D-пространство оказывается имеет внутреннюю структуру, и это очень легко показать. Здесь о них расскажем, но сначала совсем немного очень простой чистой математики.

Заметим, что все векторы размерности 3D-пространства  $\mathbf{q}_n$ ,  $n = 1, 2, 3$ , аксиальны (некоторым образом похожи на оси гироскопов); в то же время компоненты в матрицах, описывающих эти векторы, постоянны, то есть в пространстве ничто не движется, в частности, не вращается, и это замечание

существенно. В теории матриц доказана так называемая спектральная теорема, которая гласит следующее. Невырожденную (имеющую обратную) матрицу с различными собственными значениями можно разложить в ряд по проекторам, каждый из которых есть своеобразное (прямое или тензорное) произведение элементов примитивного базиса, число векторов которого равно рангу этой матрицы. На примере матрицы-вектора  $\mathbf{q}_3$  это выглядит и доказывается очень просто

$$\mathbf{q}_3 = -i \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} = i \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} (0 \ 1) - i \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} (1 \ 0) = i \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} - i \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix},$$

здесь  $\psi^+ = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$  и  $\psi^- = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$  – векторный базис,  $\varphi^+ = (0 \ 1)$ ,  $\varphi^- = (1 \ 0)$  – его ковекторная пара. Понятно, что базис  $(\psi^+, \psi^-)$  образует 2D-пространство с метрикой в виде матричной единицы  $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$  (она же – скалярная единица действительных, комплексных и всех гиперкомплексных чисел). При этом размерность 3D-пространства  $\mathbf{q}_3$  является, по сути, квадратом примитивного 2D-базиса. Это значит, что размерность  $\psi^+$  (или  $\psi^-$ ) 2D-пространства дробная по отношению к «размерности»  $\mathbf{q}_3$  3D-пространства. Несложно проверить, что любая из матриц  $\mathbf{q}_n$  («3D размерностей») строится из того же самого 2D-базиса  $(\psi^+, \psi^-)$ , например,

$$\mathbf{q}_2 = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} (1 \ 0) + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} (0 \ 1) = \psi^+ \varphi^- - \psi^- \varphi^+; \text{ похоже строится и } \mathbf{q}_1.$$

Таким образом, трехмерное (физическое?) пространство является производной структурой, неким «квадратичным» образом построенной из локальных областей более простого двумерного пространства дробной размерности; такое пространство иногда называют фрактальным. Интересно, что Дж.А. Уилер, размышляя о сущности волновой механики, но, скорее, умозрительно и в несколько ином ключе, предположил существование некоей «предгеометрии», где должны существовать и действовать квантовые величины [3]. Теория гиперкомплексных чисел в качестве предгеометрии предлагает фрактальное пространство, «подлежащее» под физическим пространством и не наблюдаемое человеком визуально, но благодаря математике позволяющее иметь свой геометрический образ.

И это пространство, действительно, имеет прямое отношение к квантовой механике, но не только к ней. Впрочем, по порядку: ненадолго вернемся к фрактальному базису  $(\psi^+, \psi^-)$ , причем в нашем случае достаточно одного из этих двух векторов, обозначим его просто  $\psi$ . Ему можно придать неко-

торое колебательное движение, и это не портит алгебру, но 3D-репер  $\mathbf{q}_n$  начинает вращаться вокруг  $\mathbf{q}_3$ ; если движение волновое, то вращающийся репер перемещается в 3D-пространстве.

Кроме того,  $\psi$  можно растянуть, тогда он теряет свойство единичности сам, а вместе с ним и весь 3D-репер  $\mathbf{q}_n$ , алгебра нарушается. Простейшее условие постоянной нормализации репера  $\mathbf{q}_n$  приводит к уравнению типа непрерывности, которое фрактализуется (из него «извлекается квадратный корень») и распадается на действительную и мнимую части. Действительная часть представляет собой закон сохранения коэффициента растяжения при векторе  $\psi$ . Мнимая же часть является определением некоторой произвольной функции и в физических единицах оказывается не чем иным, как уравнением Шредингера, где произвольная функция трактуется как потенциал частицы. Чистая математика, но в размерных функциях, приводит в точности к уравнению квантовой механики. В более сложном случае, когда волновое движение вектора  $\psi$  происходит на фоне некоторого векторного поля, аналогичная процедура нормализации репера  $\mathbf{q}_n$  приводит в точности к уравнению Паули для заряженной квантовой частицы со спином во внешнем магнитном поле [4]; это уравнение никогда ранее не выводилось математически.

Наконец, разделяя собственно уравнение Шредингера, записанное с комплекснозначными операторами для комплексной же функции состояния, на действительную и мнимую части (уравнения Бома) мы приходим в лабораторных координатах к уравнению классической механики в формате уравнения Гамильтона–Якоби.

Таким образом, уравнения механики – и квантовой, и классической всецело содержатся в математике гиперкомплексных чисел, но возникают в ней как некоторые условия сохранения «хороших» алгебр при попытках их системно исказить. Но, повторяю, полученные безразмерные математические уравнения становятся уравнениями физики только при записи их в выбранных масштабах длины и времени.

В таком подходе появляется геометрический образ двух самых загадочных функций механики – функции состояния частицы и функции механического действия. Как, наверное, несложно понять из вышесказанного, «волновая функция» частицы представляет собой один из векторов 2D-базиса фрактального пространства  $\psi$ , но лишь в том случае, если этот вектор снабжен волновым множителем (экспонента с мнимым показателем) и фактором растяжения (модуль комплексного числа). Этот геометрический объект всецело принадлежит фрактальному пространству и не может быть наблюдаем в физическом мире. Фаза этой волны-частицы (по сути, аргумент комплексного числа) при переходе к лабораторным координатам становится функцией действия классической механики, измеренной в некоторых единицах действия (или момента импульса), например в величинах постоянной Планка. Отметим еще раз – все эти характеристики «расположены» на фрактальной поверхности (в предгеометрии Уилера), из которой некоторым не-

линейным образом строятся ячейки трехмерного пространства. В физическом же пространстве частица «видится» как распределенная в очень малом объеме масса (в классической механике – просто массивная точка), вращающаяся вокруг одной из своих осей.

Конечно, дать краткое словесное описание математическому выводу уравнений механики непросто, здесь приходится делать целый ряд упрощений и умолчаний. Но смысл, хочется надеяться, понятен: математика гиперкомплексных чисел позволяет чисто теоретически прийти к законам физики, изначально сформулированным на основании опытных данных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Louis de Broglie, Ondes et Quanta, Comptes Rendus, 1923. – V. 177. – P. 507–510.
2. Bohr-Schrodinger “Hydrogen Truce” // Quantum Matter. – 2014. – V. 3. – P. 510–514.
3. Wheeler J.A. Pregeometry: Motivations and prospects, in Quantum Theory and Gravitation, ed. A.R. Marlov (Academic Press, New York, 1980). – P. 1–11.
4. Yefremov A.P. General Theory of Particle Mechanics Arising from a Fractal Surface // Gravitation and Cosmology. – 2015. – V. 21. – No. 1. – P. 19–27.

## ON PHYSICAL MODELS IN QUANTUM MECHANICS

A.P. Yefremov

Phenomenological the de Broglie’s model of quantum particle is discussed together with its fractal geometric analogue arising in pure mathematical derivation of the Schrodinger equations within the theory of hypercomplex numbers.

**Key words:** quantum mechanics, de Broglie waves, pregeometry, hypercomplex numbers, quaternions, fractal space.

---

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ И КВАНТОВАЯ ЛОГИКА

А.А. Печенкин

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

В настоящей статье речь пойдет о дальнейшем развитии идей фон Неймана и Биркгофа, о критическом отношении фон Неймана к своей книге 1932 г. и о развитии аксиоматической квантовой теории вероятности. Статья является продолжением книги «Обоснование научной теории: классика и современность» (Москва, 1991), в которой автор проследил математическое обоснование квантовой механики по линии Дирак, фон Нейман, Биркгоф–фон Нейман (имеется в виду статья, написанная фон Нейманом и Биркгофом совместно).

**Ключевые слова:** обоснование, теоретическая строгость, наглядность, феноменологическая редукция, стереотипы, теория решеток, вероятность, гильбертово пространство, самосопряженные операторы, логика, теория решеток, теория вероятности.

### Предварительные замечания

В настоящее время философское обсуждение квантовой механики стимулируется проблемами квантовой телепортации и квантовых компьютеров. Хотя выводы настоящей статьи могут быть использованы в этих дискуссиях, она на другую тему. Ниже будет рассмотрена «логика» (интенция, тенденция), проявившаяся в концептуальном обосновании квантовой механики. Мы будем исходить из того, что это обоснование является тем, что обычно называют математическим обоснованием, – строгим и последовательным формулированием математического аппарата квантовой механики. Мы покажем, что в тенденции это обоснование ведет к изложению квантовой механики как теории, представляющей мир, каким он является на самом деле, объективно, то есть ведет к элиминации (опять же в тенденции, в идее) антропоморфных компонентов из этой теории, к элиминации различных эвристических аргументов от наглядного, привычного, удобного, общепринятого.

В этой связи концептуальное обоснование теории оказывается критической деятельностью: чтобы прийти к строгому и последовательному изложению теории, надо исключить из нее те понятия и положения, которые оправдывают логические непоследовательности. Это понятия и положения, выражающие тенденцию к наглядности (мир сам по себе не обязан соответствовать привычным и устойчивым представлениям о нем), к классичности (не все старое правильно в перспективе развития науки), философской общепринятости.

В книге автора этой статьи (1991) была рассмотрена проблема математического обоснования квантовой механики. Математическое обоснование

входило в построение теории. Как известно, квантовая механика возникла из двух формулировок – матричной и волновой.

Основная идея автора была следующей – математическое обоснование квантовой механики и было ее концептуальным обоснованием.

### Обоснование научной теории

Обоснование научной теории (речь идет в первую очередь о физике) – это формулирование исходных принципов этой теории, принципов, из которых дедуктивно следуют все эмпирически подтвержденные положения этой теории. Под дедукцией понимается математическое доказательство. Это значит, что принципы, а также те положения, которые из них вытекают, должны быть сформулированы на языке математики.

Такая трактовка обоснования отвечает методу построения теории, который С.И. Вавилов называл методом принципов. С.И. Вавилов связывал этот метод с «экстраполяцией некоторых опытных данных, обобщаемых и считаемых принципами. При этом обобщение выражается в распространении найденного опытного факта на более широкую группу явлений. В конкретной формулировке принципа содержится только констатирование опыта в адекватной математической форме» [1. С. 156].

С.И. Вавилов в своей статье опирался на опыт классической физики. Но «метод принципов» присутствует и в физике XX века. По сути дела, об этом методе пишет Миклош Редей в своих статьях об обосновании квантовой механики у фон И. Неймана. Он называет этот метод методом «мягкой аксиоматизации», отличной от той аксиоматизации, которую имел в виду Д. Гильберт, рассматривая обоснование математики [11. Р. 236]. «Мягкая аксиоматизация» означает прежде всего концептуальную ясность, а не математическую строгость. Эта аксиоматизация предполагает формулирование следующих составных частей строгой теории: 1) физических аксиом, 2) аналитической техники, которую часто называют формализмом, 3) физической интерпретации. Физические аксиомы – это полуформальные постулаты, формулируемые для некоторых физических величин, и отношения между ними. Эти постулаты исходят из опыта, их базис эмпирический, что не необходимо для формальных аксиом (Редей в этой связи указывает на замечание Гильберта о том, что пятый постулат Евклида лишен эмпирического содержания).

Аналитическая техника – это математическая структура, содержащая величины, которые также связаны между собой, как и физические величины, входящие в аксиомы. В идеале физические аксиомы должны быть настолько содержательны, чтобы полностью определять аналитическую технику. Физическая интерпретация тогда связывает основы аналитической техники и физические аксиомы.

М. Редей применяет свое понятие мягкой аксиоматизации к тому обоснованию квантовой механики, которое было дано Дж. фон Нейманом в его

«Математических основаниях квантовой механики» – в книге, появившейся в 1932 году. Но М. Редди не просто описывает эту книгу. Понятие мягкой аксиоматизации помогает ему реконструировать те поиски фон Неймана, которые имели место после появления этой книги. Он показывает, что фон Нейман не был удовлетворен той мягкой аксиоматизацией, которая была им осуществлена в «Математических основаниях квантовой механики», он стремился к более строгой мягкой аксиоматизации. Начало этой аксиоматизации было положено статьей Биркгофа и фон Неймана о квантовой логике, появившейся в 1936 году.

В книге автора настоящей статьи под концептуальным обоснованием физической теории понимается выявление и уточнение ее исходных понятий и принципов. Критерием концептуальной обоснованности служит целостность образующейся теоретической системы. Исходными понятиями и принципами теории будут понятия и положения, обеспечивающие ее построение в соответствии с правилами дедуктивной логики и позволяющие осуществить интеграцию ее частных формулировок» [6. С. 93].

Если отбросить детали, то понятие концептуального обоснования, введенное автором настоящей статьи, соответствует методу принципов С.И. Вавилова и мягкой аксиоматизации М. Редди. Во всех трех концепциях было подчеркнуто, что обоснование физической теории не сводится к математическому изложению этой теории, что критерием обоснования служит целостность и последовательность теории, рассматриваемой именно как физическая теория. Однако в связи с понятием концептуального обоснования был подчеркнут критический характер этой познавательной операции. «В ходе концептуального обоснования критически пересматривается структура теории. Перед исследователем возникают вопросы: по праву то или иное положение оказалось исходным в структуре теории? Не является ли оно в действительности производным и даже вспомогательным? Концептуальное обоснование предполагает также поиск логических ошибок в структуре теории. При этом речь не идет об ошибках, допущенных по недосмотру или из-за невежества. Такие ошибки вообще не рассматриваются в философии науки. В ходе концептуального обоснования выявляются логические ошибки, порожденные деформацией структуры теории, логические ошибки, незаметные при обычном некритическом подходе к теории» [6. С. 105].

Рассматривая концептуальное обоснование как критическую деятельность, мы приходим к понятию стереотипа, схемы, продуктивной при получении результатов, но препятствующей строгому изложению теории. Можно зафиксировать следующее: концептуальное обоснование предполагает логически последовательное изложение теории, а это изложение не может быть достигнуто в рамках действующих стереотипов: в рамках действующих стереотипов в теории и так все понятно и последовательно. Стереотипы бывают разными. Одну группу стереотипов можно назвать стереотипами наглядности. Эвристические наглядные модели, например модель атома как планетарной системы, продуктивные на первых этапах развития квантовой те-

рии, оказываются препятствием при ее обосновании. Другую группу составляют стереотипы философской онтологии, например представления о мире, в основе которых лежит дискретность (атомистичность) или, наоборот, непрерывность (континуальность). В ходе концептуального обоснования квантовой механики пришлось выдержать критическую дистанцию по отношению к этим представлениям, продуктивным на этапе разработки этой теории.

Критическое переосмысление знания в ходе концептуального обоснования может быть пояснено ссылкой на то, что Э. Гуссерль называл феноменологической редукцией. Концептуальное обоснование – это и есть поиск скрытых предпосылок, о котором писал Гуссерль. Чтобы обратиться к скрытым предпосылкам, надо подвергнуть наличное знание феноменологической редукции. Это значит, что наличное знание должно быть поставлено в скобки, заключено в кавычки, рассмотрено как «как бы знание». Мы не отрицаем и не отвергаем то знание, которое мы получили путем эксперимента и теоретических рассуждений, но мы смотрим на это знание как на неподлинное знание. Чтобы приблизиться к подлинному знанию, надо переосмыслить то знание, которое у нас есть, найти принципы, позволяющие последовательно изложить это знание, отказываясь от «привычного», «удобного», «общепринятого». Иными словами, найти собственные принципы этого знания.

Этот процесс бесконечен. То, что мы нашли, может быть тоже поставлено в кавычки, рассмотрено как «как бы обоснование». Всегда может быть поставлен вопрос о новом более строгом обосновании. Но практически коллективный разум людей, занимающихся наукой, обычно удовлетворяется несколькими формулировками оснований теории. Далее идет уже не поиск строгих оснований, а поиск альтернативных формулировок или обобщений. Речь идет о таких формулировках, которые объединяют две фундаментальные теории, как, например, квантовая электродинамика объединила квантовую механику и специальную теорию относительности.

### **Обоснование квантовой механики у Дирака и фон Неймана**

История математического обоснования квантовой механики служит хорошей иллюстрацией того, что названо здесь концептуальным обоснованием. Как известно, квантовая механика возникла в виде двух теорий – матричной механики и волновой.

Проблема концептуального обоснования квантовой механики приобрела в 1926–1927 годах вид проблемы, названной М. Джеммером гиппарховой (по имени древнегреческого астронома Гиппарха, который во втором веке до н.э. заинтересовался вопросом, почему одни и те же наблюдения одинаково хорошо укладываются в две различные теории движения небесных тел – в теорию концентрических окружностей с эпициклами и теорию эксцентрических окружностей [14. Р. 307]).

Суть гиппарховой проблемы в данном случае состояла в следующем. Матричная и волновая теории существенно различались и в плане математического аппарата, и в плане математических образов, выражающих физический смысл. Однако обе вели к одним и тем же предсказаниям эмпирических фактов. Решение гиппарховой проблемы было достигнуто на пути математического обоснования: матричная и волновая теории уступили место более совершенной формулировке, базирующейся на более совершенном математическом аппарате. Матричная и волновая теории не ушли из квантовой физики – они лишь приобрели служебный вспомогательный характер. Точнее, математические схемы этих теорий стали рассматриваться как представления, реализации математического формализма, а их наглядные образы были сведены на роль необязательных аналогий, поясняющих лишь некоторые аспекты физической ситуации.

Построение единой квантовой механики было достигнуто на пути развития квантовой теории преобразований, с которой, по словам Дирака, связана «сущность нового метода в теоретической физике» [4. С. 9)]. Теория преобразований позволила абстрагироваться от тех черт квантовой механики, которые ассоциировались с историческими путями ее развития, индуцировались аналогиями с классической физикой, вытекали из требования наглядности, и тем самым позволила разглядеть в различных формулировках квантовой механики единый образ физической реальности. Правда, теория преобразований, которой было суждено объединить квантовые механики, первоначально формировалась с иными целями. Во-первых, в связи с решением задач, нацеленных не на обоснование, а на результат, в связи с разработкой вычислительного алгоритма (Дирак, Иордан, Лондон, 1925–1926 гг.). Когда в 1926 году появилась волновая механика Шредингера, Лондон и Дирак занялись переносом методов теории преобразований, развитых в матричной механике, в волновую механику. В ходе этого переноса и произошло то «обращение метода», которое превратило теорию преобразований из результата квантовой механики в ее основание. Разработка теории преобразований оказалась связанной с выявлением математических структур, реализующихся как в квантовой, так и в волновой теории, а также с нахождением общего способа соотнесения математических выражений с результатами эксперимента. Как писал И. фон Нейман, матричная и волновая формулировки оказались сплавлены в единую теорию преобразований, где они дополнили друг друга и где оказалось возможным наиболее простое с математической точки зрения понимание физических вопросов.

Рассмотрим гиппархову проблему, возникшую в квантовой механике, подробнее. Матричная и волновая теории, охватывая, по сути, одну и ту же сферу опыта, различались в математическом плане. В основе волновой механики лежало дифференциальное уравнение второго порядка (уравнение Шредингера), напоминающее уравнения механики жидкостей. Это уравнение формулировалось относительно  $\psi$  функции, выражающей состояние физической системы и подчиняющейся принципу суперпозиции (как и состоя-

ния свободных полей). Шредингер в 1926 году интерпретировал это как некоторое непрерывное распределение электричества в реальном пространстве (плотность этого распределения считалась пропорциональной квадрату модуля  $\psi$  функции). Правда, в том же, 1926 году М. Борн подверг интерпретацию Шредингера критике и предложил свое вероятностное истолкование  $\psi$  функции. Но и у Борна она выступала как своего рода волна, волна амплитуды вероятности в конфигурационном пространстве.

Если математический аппарат волновой механики был аналитическим, то матричная механика опиралась на алгебру. Последняя исходила из наблюдаемой дискретности спектральных линий и выдвигала на первый план момент прерывности. Хотя матричная механика строилась на отрицании таких наглядных образов, как координата и циклическая частота электрона, наглядность, как отмечает М. Джеммер, в ней неявно присутствует.

Первым этапом в решении гиппарховой проблемы в квантовой теории оказалась статья Шредингера (1926 г.), в которой устанавливалась математическая эквивалентность матричной и волновой теорий. Эта эквивалентность уживалась у Шредингера с физической неэквивалентностью. Будучи привержен континуальным волновым представлениям, он считал более точным образом физической реальности волновую теорию. Матричная же механика была для него скорее формальной схемой.

Однако Шредингер установил не столько математическую эквивалентность, сколько, как отмечал Н.Р. Хэнсон, взаимопереводимость математических схем матричной и волновой формулировок (Hanson, 1963). У Шредингера не было общей математической схемы, по отношению к которой матричная и волновая теории выступали бы как представления, реализации. Он не увидел, что вектор-столбец матрицы преобразования подобия, применявшейся в матричной механике для решения задачи диагонализации матрицы, выражающей физическую величину (энергию), может быть отождествлен с его волновой функцией, а соответствующее матричное уравнение может быть преобразовано в его волновое уравнение. Это увидел позже Дирак, предложивший более общую математическую схему квантовой механики. Шредингер же просто показал, что «решение всей системы матричных уравнений Гейзенберга – Борна – Иордана сводится к естественной краевой задаче на собственные значения для некоторого линейного дифференциального уравнения в частных производных», идентичного с волновым уравнением» [7. С. 68–69]. Если эта задача решена, то оказывается возможным вычислить этот элемент «с помощью дифференцирований и квадратур».

Гиппархова проблема была решена Дираком, который отказался спорить о том, какая из схем (матричная или волновая) предпочтительнее. Дирак развивал свою концепцию квантовой механики в тесном контакте с работами по матричной теории и делал критические замечания в адрес работ по волновой механике (об этом говорит письмо Гейзенберга Дираку, см.: [15. Р. 221]). Тем не менее он подчеркивал дистанцию, отделяющую его от этого типа концептуальных построений. В своей итоговой книге (1930 г.)

Дирак пишет о символическом методе, непосредственно оперирующем «в абстрактной форме фундаментальными величинами теории (инвариантами и квазиинвариантами преобразований)» и о методе представлений, который «оперирует системами чисел, соответствующих этим величинам» [4. С. 10]. Матричная и волновая теории строились методом представлений, Дирак же предпочитает символический метод, который «глубже проникает в природу вещей» и прерывает с историческим способом изложения.

Дирак отклоняет наглядность как то требование, которому должна удовлетворять теория. «Согласно классической традиции, – писал Дирак, – окружающий нас мир рассматривался как совокупность наблюдаемых объектов (частиц, флюидов, и т.д.), движущихся под действием сил согласно определенным законам, так что теория допускает наглядное представление в пространстве и времени... Но в настоящее время становится все более очевидным, что природа действует иначе. Ее основные законы не управляют непосредственно миром наших наглядных представлений, но относятся к таким понятиям, о которых мы не можем составить себе наглядных представлений не впадая в противоречие» [4. С. 8].

Матричная и волновая теории трансформировались Дираком в частные формулировки квантовой механики, построенной при помощи символического метода и соотнесенной с результатами эксперимента посредством некоторого обобщения вероятностной интерпретации волновой функции, выдвинутой ранее М. Борном. Символический метод покоился на теории унитарных преобразований гильбертова пространства. Матричная механика оказывается частной формулировкой квантовой механики в энергетическом представлении (в котором диагональна матрица энергии), формулировкой, использующей картину движения Гейзенберга, а волновая – формулировкой квантовой механики в координатном представлении, использующей картину движения Шредингера.

Фон Нейман уточнил дираковское обоснование квантовой механики, указав на скрытую зависимость построений Дирака от идеологии матричной механики (в нашей терминологии – см. выше – фон Нейман зафиксировал то, что Дирак находился под властью онтологии дискретного). Фон Нейман подчеркнул, что у Дирака, построившего квантовую механику как теорию самосопряженных операторов в гильбертовом пространстве, математически строго были изложены только проблемы дискретного спектра. Проблемы же непрерывного (сплошного) спектра у него не укладывались в гильбертово пространство. Чтобы достигнуть единообразия с трактовкой дискретного спектра, Дирак «лицемерно» (слова фон Неймана) допустил существование несобственных функций типа  $\delta$  функции, для которых в то время не было строгой теории. Фон Нейман же изложил всю квантовую механику как теорию самосопряженных операторов в гильбертовом пространстве. «То что не принадлежит  $R_\infty$  (бесконечно-мерному гильбертову пространству), для нас не существует» [5. С. 101]. Он разработал теорию самосопряженных операторов и построил единую теорию дискретного и непрерывного спектров. Он

также сформулировал в общей форме правило, связывающее математический аппарат квантовой механики с экспериментом и наблюдением.

### Логико-алгебраическое обоснование квантовой механики

В 1936 году фон Нейман и Биркгоф опубликовали статью по квантовой логике. Эта статья не может еще рассматриваться как новый шаг в работе над основаниями квантовой теории. Скорее – это подготовка к такому шагу. Фон Нейман и Биркгоф выясняют ту логику, которой подчиняется аппарат квантовой механики, и находят, что это – неклассическая логика, в которой не выполняется закон дистрибутивности, то есть не выполняются соотношения

$$(a \wedge b) \vee c \rightarrow (a \vee c) \wedge (b \vee c) \text{ и } (a \vee b) \wedge c \rightarrow (a \wedge c) \vee (b \wedge c).$$

Однако логика квантовой механики отвечает отношению модулярности, точнее, – более слабому отношению ортомодулярности.

- Ортомодулярность:

$$\text{Если } A \leq B \text{ и } A \perp C, \text{ то } A \vee (B \wedge C) = (A \vee B) \wedge (A \vee C)$$

- Модулярность:

$$\text{Если } A \leq B, \text{ то } A \vee (B \wedge C) = (A \vee B) \wedge (A \vee C).$$

Логика квантовой механики – это алгебраическая структура, называемая решеткой. Решетка – это частично упорядоченное множество ( $A \leq B$  – отношение порядка), отвечающее ряду аксиом. В частности, решетка может не отвечать отношению дистрибутивности, но отвечать отношению модулярности или ортомодулярности.

Биркгоф и фон Нейман ставили перед собой следующую задачу: «Цель настоящей статьи раскрыть те алгебраические структуры, которые можно обнаружить в физических теориях, не удовлетворяющих, подобно квантовой механике, классической логике» [8. Р. 1].

С точки зрения геометрии гильбертова пространства квантовая логика – ортомодулярная решетка проекционных операторов на бесконечном гильбертовом пространстве, точнее: это структура, формально неотличимая от исчисления линейных подпространств гильбертова пространства в отношении произведения, ортогонального дополнения и линейных сумм.

Главное достижение логико-алгебраического подхода – точная трактовка вероятности в квантовой механике. К этому вопросу мы сейчас и переходим. Однако возник вопрос о природе дистрибутивности. С точки зрения Х. Патнема, логика подобна геометрии [10]. Например, мы не требуем того, чтобы физические теории отвечали евклидовой геометрии. Мы также не должны требовать, чтобы физические теории обязательно следовали классической логике.

## Эволюция взглядов фон Неймана

В книге 1932 года фон Нейман уже предвидел, что квантовая механика несет с собой новую логику. Вводя понятие проекционного оператора, он писал следующее: «Соотношение между свойствами физической системы, с одной стороны, и оператором проектирования, с другой, создает предпосылку для некоего логического исчисления. Однако, в противоположность понятиям обычной логики, эта система должна учитывать понятие «одновременной разрешимости», характерное для квантовой механики» [5. С. 253] Эта идея была реализована в его статье, написанной совместно с Биркгофом и опубликованной в 1936 году.

В последующих статьях, как показывает Редди, фон Нейман стремился построить не только исчисление высказываний, но и структуру событий в смысле теории вероятности.

В 1936 году фон Нейман писал следующее: квантовая логика есть модулярная решетка, на которой существует конечная квантовая вероятность, то есть отображение  $d$ , имеющее конечные неотрицательные значения и следующие свойства:

- $d(A) < d(B)$ , если  $A < B$ ;
- $d(A) + d(B) = d(A \wedge B) + d(A \vee B)$ .

В книге 1932 года фон Нейман исходил из частотной теории вероятности фон Мизеса: вероятность трактовалась как предел последовательности относительных частот. Позиция фон Неймана здесь была традиционной. Как известно, в 1936 году М. Борн предложил статистическую интерпретацию волновой функции (еще раньше вероятностные представления были введены в старую квантовую теорию Бора – Зоммерфельда и в матричную механику). Первоначально логические и философские трудности, связанные со статистической интерпретацией, казались менее важными, чем экспериментальные факты, свидетельствующие в ее пользу. Лишь открытие соотношения неопределенностей заставило с интересом отнестись к этим трудностям. Однако первые рефлексии по поводу теоретико-вероятностных представлений носили лишь интуитивный характер. Физики еще не ставили задачу синтеза вероятностных идей и математического аппарата квантовой механики. Они молчаливо принимали, что в квантовой механике используется классическая теория вероятностей, и пытались осмыслить возникающие при этом аномалии на примерах и интерпретациях. Так, В. Гейзенберг связывал вероятность, возникающую в квантовой механике, с тенденцией (потенцией в смысле аристотелевской философии) и, в отличие от вероятности в классической физике, считал квантовую вероятность полностью объективной [2. С. 32].

Существенный шаг к строгой трактовке вероятности в квантовой механике сделал фон Нейман в 1932 году. Фон Нейман сформулировал статистический алгоритм, соотносящий математический формализм и результаты измерений, который включал все статистические утверждения, делавшиеся

раньше. Этот алгоритм состоял из двух положений: 1) вероятность того, что наблюдаемая  $R$  в состоянии  $\varphi$  принимает значение из интервала  $I$ , равна  $|E(I)\varphi|^2$ , где  $E(I)$  – разложение единицы, принадлежащее наблюдаемой  $R$ , 2) математическое ожидание  $R$  в состоянии  $\varphi$  равно скалярному произведению  $(R\varphi, \varphi)$ .

Однако у фон Неймана понятие вероятности оставалось внешним по отношению к основной математической схеме квантовой механики – теории самосопряженных операторов в гильбертовых пространствах. У него еще нет обобщенной теории вероятностей, преодолевающей ограниченности той трактовки, которая была выдвинута фон Мизесом.

Как отмечает Редди, принятая фон Нейманом в 1932 году интерпретация вероятности как относительной частоты вела к концептуальным трудностям. Одна из этих трудностей – понятие ансамбля и понятие отбора подансамбля путем квантового измерения. В 1932 году фон Нейман еще полагает, что можно сохранить ансамблевую интерпретацию, оставляя в стороне проблему квантового возмущения этого ансамбля в ходе измерения.

«Даже если две или более величины  $R, S$  не могут быть одновременно измеряемы по отношению к единичной системе, их вероятностные распределения в данном ансамбле  $[S_1, S_2, \dots, S_N]$  могут быть получены с произвольной точностью, если  $N$  достаточно велико.

Действительно, в случае ансамбля из  $N$  элементов достаточно собрать статистические показания о распределении значений величины  $R$  не со всех  $N$  элементов  $S_1, S_2, \dots, S_N$ , а лишь с некоторой подсистемы из  $M$  элементов, где  $M$  меньше  $N$ , скажем,  $S_1, S_2, \dots, S_M$ , если только  $M$  и  $N$  достаточно велики, причем  $M$  можно сделать совсем малым по сравнению с  $N$ . Тогда при измерении будет подвергнута изменению только  $M/N$ -я часть ансамбля, сколь угодно малая. Чтобы измерить одновременно две величины, скажем,  $R, S$ , нам потребуются две подсистемы, скажем,  $[S_1, S_2, \dots, S_M]$  и  $[S_{M+1}, \dots, S_{2M}]$ , так что первая будет применена для снимка статистики  $R$ , а вторая – для снимка статистики  $S$ . Тогда оба измерения не мешают одно другому – хотя и производятся на одном и том же ансамбле – и даже изменят этот ансамбль на произвольно малую величину» [5. С. 254].

Как замечает Редди, в основе приведенного рассуждения просматривается допущение, что субансамбли представляют большой ансамбль в том смысле, что относительная частота любого свойства будет той же самой как в подансамбле, так и в первоначальном ансамбле. Это нетривиальное допущение, известное как требование иррегулярности, принимается в отношении ансамблей, применяемых при расчете вероятности как относительной частоты [3. С. 47]. Данное допущение, пишет Редди, уже критиковалось при изложении вероятности по фон Мизесу [13. Р. 156].

В 1937 году, как констатирует Редди, фон Нейман в статье «Квантовая логика: строгая и вероятностная логика» отказался от безусловной поддержки частотного понятия вероятности, выдвинутого фон Мизесом [13. Р. 166].

Итак, работая над концептуальным обоснованием квантовой механики, фон Нейман не остановился на создании квантовой логики – вышеупомянутой теории ортомодулярных решеток (статья Биркгофа и фон Неймана 1936 года). В теории оставались концептуальные пробелы, не препятствующие получению результатов, то есть решению задач, но свидетельствующие о несовершенстве теории. Это отсутствие строгой теории вероятностей, вписанной в концептуальный каркас теории.

В ряде современных изложений (см., например, Стэнфордскую энциклопедию по философии) квантовая теория вероятностей излагается как аксиоматическая теория априорной вероятности, построенная на теории решеток.

В этом изложении решающая роль принадлежит теореме Глиссона, связывающей матрицу плотности, введенную фон Нейманом в книге 1932 года при изложении измерений в квантовой теории, и априорную вероятность, определенную на ортомодулярной решетке. Глиссон показал, что обобщенная теория вероятности, построенная на базе квантовой логики, выражает то, что фон Нейман в книге 1932 года выражал при помощи статистического алгоритма, но выражает более строго – без тех дополнительных допущений, к которым прибегал фон Нейман.

### **Заключение**

У фон Неймана, как и у Дирака, квантовая механика строится как гипотетико-дедуктивная система, то есть как математическая теория, связанная с экспериментом и наблюдением посредством специального правила, невыводимого из этой системы. Квантовая логика в той форме, в которой ее предложили Г. Биркгоф и И. фон Нейман, и квантовая теория вероятностей, которая строится в современных работах, опирающихся на теорему Глиссона, моделирует квантовомеханический эксперимент и наблюдение, она непосредственно выражает физическую реальность, описываемую в квантовой механике.

Квантовая теория вероятностей – последний и, наверное, завершающий шаг в обосновании квантовой механики. Этот шаг, как и предыдущие, связан с преодолением стереотипов, в данном случае был преодолен стереотип гипотетико-дедуктивного построения теории. Традиционные изложения были взяты в кавычки (из этого не следует, что утратил свою актуальность вопрос о более эффективном гипотетико-дедуктивном изложении квантовой механики: все известные курсы – лекции Л.И. Мандельштама, том Ландау и Лифшица, двухтомник Мессиа, книга Бома – построены как гипотетико-дедуктивные системы).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов С.И. Собр. соч. – Т. 3. – М.: изд. АН СССР, 1956.
2. Гейзенберг В. Физика и философия. – М., 1963.
3. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей. – М.: Наука, 1996. – С. 47.
4. Дирак П.А.М. Принципы квантовой механики. – М., 1979.
5. Нейман И. фон. Математические основы квантовой механики. – М., 1964.
6. Печенкин А.А. Обоснование научной теории: классика и современность. – М.: Наука, 1991.
7. Шредингер Э. Избр. тр. по квантовой механике. – М., 1978.
8. Birkhoff G., Neumann J. von. The logic of quantum mechanics // The logico-algebraic approach to quantum mechanics. C. Hooker (ed.). – Vol. 1. Dordrecht- Boston, 1975. – P. 1.
9. Hanson N.R. The concept of the positron. A philosophical analysis. – Cambridge, 1963.
10. Putnam H. Is logic empirical? // Boston studies in the philosophy of science. – 1968. – Vol. 5. – P. 176–199.
11. Redei M. John von Neumann on mathematical and axiomatic physics // The role of mathematics in physical sciences / G. Boniolo et. al (eds.). – Springer, 2005. – P. 43–52.
12. Redei M., Stöltzner M. Soft axiomatization: John von Neumann on method and von Neumann’s method in the physical sciences // Intuition and axiomatic method / E. Carson and R. Huber (eds.). – Springer, 2006. – P. 235–249.
13. Redei M. Von Neumann’s concept of quantum logic and quantum probability // John von Neumann and the Foundations of Quantum Physics / M. Redei, M. Stoltzner (eds.). – 2001.
14. Jammer Max. The Conceptual Development of Quantum Mechanics. – N.Y., 1966.
15. Mehra J., Rechenberg H. The Historical development of Quantum theory. – Springer Verlag. Chapter-1. 1982.

## MATHEMATICAL SUBSTANTIATION OF QUANTUM MECHANICS AND QUANTUM LOGIC

**A.A. Pechenkin**

In my book “The development of the foundations of a scientific theory: classics and modernity” (Moscow, 1991) I have followed the development of mathematical foundations of quantum mechanics along the line – Dirack, von Neumann, Birkhoff-von Neumann (an article written by Birkhoff and von Neumann in collaboration). Here I am concerned with the development of the Birkhoff-von Neumann’s ideas in von Neumann’s writings, von Neumann’s critical position with respect of his 1932 book, and the development of the axiomatic quantum theory of probability.

**Key words:** justification, theoretical rigor, clarity, phenomenological reduction, stereotypes, theory of lattices, the probability, Hilbert space, self-adjoint operators, logic, the theory of lattices, the theory of probability.

---

---

# СУЩЕСТВОВАНИЕ КВАНТОВЫХ ОБЪЕКТОВ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА МЕТАФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

В.Э. Терехович

*Институт философии  
Санкт-Петербургского государственного университета*

В статье рассмотрено, как результаты квантовых экспериментов могут изменить метафизические представления о реальности. Экспериментальная проверка неравенств Белла, Леггетта, Леггетта–Гарга, а также эксперименты с отложенным выбором и квантовым «ластиком» подтверждают, что для квантовых объектов следует отказаться от представлений классического реализма. Однако конкуренция между квантовым анти-реализмом и квантовым реализмом продолжается.

**Ключевые слова:** квантовые эксперименты, реальность, нелокальность, информация, потенциальное, актуальное.

## 1. Метафизические установки

Метафизика как область философии занимается самыми общими вопросами. Существуют ли объекты независимо от представления человека? Существует ли между явлениями однозначная причинная связь? Могут ли события в будущем влиять на события в прошлом? Ответы на подобные вопросы определяют наше общее представление об окружающей реальности. До недавнего времени связь между взглядами на реальность и развитием научных теорий представляла интерес только для историков и философов науки. В последние три десятилетия благодаря развитию квантовых технологий для части специалистов по квантовой физике актуальными становятся новые вопросы (см. [8]). Среди них есть такие: Как представления о реальности влияют на нашу оценку различных интерпретаций квантовой теории? Как эксперименты, подтверждающие квантовую теорию, влияют на различные аспекты нашего представления о реальности?

Один из аспектов касается проблемы существования. Известно, что квантовая теория оперирует амплитудами вероятности или волновыми функциями. Последние связаны с комплексными коэффициентами, которые относятся к возможным результатам наблюдений конкретной наблюдаемой величины. Эти возможные результаты до измерения находятся в суперпозиции и могут интерферировать друг с другом. Волновая функция эволюционирует в соответствии с детерминированным уравнением Шредингера, но при переходе к результатам измерений в теории происходит разрыв. Этот разрыв заполняется с помощью правила Борна и проекционного постулата.

Волновая функция с помощью оператора математически «проецируется» на возможные показания прибора с вероятностью, пропорциональной квадрату амплитуды вероятности каждого из членов суперпозиции (матрица плотности). Суперпозиция превращается в смешанное состояние. Комплексная величина превращается в вещественную (собственное значение оператора). Проблема в том, что проекционный постулат не является ни объектом, ни процессом в пространстве-времени. Это только математическое правило, которое позволяет перейти от причинного описания квантовых явлений к вероятностному описанию результатов наблюдения. Как именно происходит выбор одной из возможностей, квантовая теория не описывает.

Если мы хотим понять квантовую механику, мы должны ответить как минимум на два вопроса. Если волновая функция – суперпозиция возможных состояний, то существуют ли эти состояния до их наблюдения? И почему разложение возможных состояний зависит от знания и выбора наблюдателя? Варианты ответов, а точнее, метафизических установок в отношении квантовой реальности можно объединить в три группы.

Для первой группы (классический реализм) квантовые явления аналогичны явлениям классическим, а значит, они реальны, локальны и детерминистичны. Реальность означает, что свойства квантовых объектов существуют объективно и не зависят от наблюдения. Волновая функция описывает наше неполное знание о реальном состоянии и похожа на статистическое распределение вероятностей. Неполнота знания подразумевает существование неких объективных свойств (скрытых параметров), которые не описываются квантовой теорией. Другая общая черта квантовой и классической реальностей – их локальность, означающая, что при отсутствии между системами физических взаимодействий, не превышающих скорость света, измерение одной системы не влияет на результат измерения другой. Это свойство вытекает из общего принципа близкодействия, согласно которому на объект влияет только его ближайшее окружение в пространстве-времени. Третье свойство квантовой реальности – детерминизм, означающий, что состояние замкнутой системы полностью определяется её состояниями в предшествующие моменты времени, а будущие состояния не могут влиять на прошедшие. На подобные установки опираются интерпретации статистические и с локальными скрытыми параметрами.

Для сторонников второй группы (квантовый анти-реализм) до наблюдения реального квантового состояния не существует вовсе. Есть только наше субъективное знание о возможных результатах будущих опытов, его то и описывает волновая функция. Сюда можно отнести ортодоксальную копенгагенскую интерпретацию, квантовый байесонизм и квантовую логику.

В третьей группе (квантовый реализм) предполагается, что до наблюдения можно говорить о неких квантовых сущностях, хотя их реальность принципиально отличается от классической. Этими сущностями могут быть: квантовые операторы, волновые функции, информация, нелокальные потенциалы, предрасположенности, отношения и т.д. Волновая функция до всяко-

го наблюдения отражает полную информацию или знание о возможных состояниях. К этой группе можно отнести очень разные интерпретации: отдельные версии копенгагенской, многомировую, информационную, Бомовскую, модальные, реляционную, транзакционную и другие.

Несмотря на то что метафизические установки по отношению к реальности прямо не влияют на развитие квантовой теории и квантовых технологий, в последние десятилетия в мире проводится большое число экспериментов только для того, чтобы выяснить, какая из трех точек зрения ближе к истине. Сегодня можно констатировать три важных следствия этой работы. Во-первых, результаты экспериментов строго соответствуют предсказаниям квантовой теории. Во-вторых, эксперименты опровергают установки классического реализма для квантовых объектов. И, в-третьих, пока нет однозначного ответа в пользу квантового анти-реализма или в пользу квантового реализма. Далее кратко перечислим основные результаты экспериментов, связанных с проверкой метафизических установок о существовании квантовых объектов.

## 2. Эксперименты

Эксперименты по проверке неравенств Белла показали, что сохранить одновременно и реализм и локальность классического реализма невозможно. Надо или признать существенно вероятностное поведение даже отдельно взятой частицы и отсутствие скрытых параметров, или приписать частицам скрытые параметры, признав возможность нелокальной коммуникации между ними. В первом случае мы сохраняем локальность, жертвуя реализмом, во втором – сохраняем реализм, отказавшись от локальности. В эксперименте 2015 года [20], где использовались электроны, запутанные с фотонами, были устранены последние лазейки, подвергающие сомнению эти выводы. Интересно, что если двухфотонные эксперименты имеют статистический характер, то в эксперименте Гринбергера, Хорна и Цайлингера (ГХЦ) [21] оказалось, что три запутанные частицы могут производить немедленный эффект в единственном эксперименте, так как измерение двух частиц позволяет с уверенностью прогнозировать свойства третьей.

Для проверки возможности сохранить реализм, пожертвовав локальностью, были сформулированы неравенства Леггетта [13]. Возможно, квантовые объекты все-таки имеют определенные свойства до измерения, при условии, что они могут организовать мгновенные корреляции друг с другом. В экспериментах 2007 [9] и 2010 [24] годов неравенства Леггетта нарушались, а это означает, что мгновенного влияния недостаточно для объяснения запутанности, и значит, отказ от локальности не решает проблемы. Нужно отказаться, по крайней мере, от наивного реализма, что у частицы есть определенные свойства, не зависящие от наблюдений.

Допустим, после проверки неравенств Белла мы признали пространственную нелокальность или мгновенную корреляцию двух запутанных ча-

стиц, разнесенных в пространстве. Возможно, даже это один объект, одновременно находящийся в двух точках пространства (правда, тогда неясно, почему мы наблюдаем его в виде отдельных частиц?). Но остается еще один вопрос: можно ли также убедиться в предсказанной теорией временной нелокальности, согласно которой частица движется не по определенной траектории, а сразу по всей совокупности возможных траекторий?

Для ответа на этот вопрос были предложены неравенства Леггетта–Гарга [12] (их иногда называют временными неравенствами Белла), в которые входят корреляции между результатами последовательных измерений положений частицы в различные моменты времени. Эти неравенства не должны нарушаться, если одновременно верны два следствия классического реализма. Первое (макрореализм): квантовый объект как любая макроскопическая система, для которой возможны два или более различных состояний, в любое время будет находиться только в одном из этих состояний. Второе (неинвазивность измерения): в принципе возможно определить состояние системы, создавая сколь угодно малое возмущение ее последующей динамики. Если эволюция системы происходит согласно квантовомеханическим, а не классическим законам, неравенства должны нарушаться. Экспериментальная проверка не только для ядерных спинов и фотонов, но и для атомов [23] показала, что неравенства Леггетта–Гарга нарушаются. Это означает принципиальную невозможность свести эволюцию атома к движению по какой-либо определенной траектории. Мы всегда имеем дело с суперпозицией многих траекторий. Правда, некоторые критики [19] считают, что нарушение неравенства Леггетта–Гарга еще не означает ложность макрореализма.

Всем известен двухщелевой эксперимент, который как будто демонстрирует корпускулярно-волновой дуализм квантовых частиц при двух открытых щелях. Однако часто забывают, что для исчезновения интерференционной картины вовсе не обязательно закрывать одну из щелей. Достаточно у щелей установить детекторы. Удивительно, что когда нет никакой возможности измерить, через какую щель проходят частицы, на экране возникнет интерференция, как будто частица подобно волне проходит сразу через обе щели. Если же мы с помощью детекторов в принципе можем узнать, через какую щель прошли частицы (неважно, наблюдаем мы это или нет), интерференция исчезнет и на экране возникнут две полосы, как при классическом сложении вероятностей. Дело в том, что, согласно теории, у квантовых частиц нет никаких волн в пространстве-времени, похожих на классические электромагнитные волны. Сама возможность узнать траекторию частицы изменяет правило сложения амплитуд вероятности, а значит, и результаты наблюдений. Волновые свойства проявляет не сама частица, а ее волновая функция, существование которой как раз и является проблемой.

Тот факт, что в экспериментах наблюдается интерференция не только частиц, но и макромолекул [11], является аргументом в пользу квантового реализма. Если квантовая теория работает для макрообъектов и является

фундаментальной теорией, то ее выводы о существовании могут быть верны и для классических явлений. Основная сложность – изолировать суперпозицию возможных состояний от влияния окружения из-за явления декогеренции.

Кроме неудачного сравнения квантовых объектов с волнами классического поля классический реализм пытается объяснить двухщелевой эксперимент тем, что детекторы якобы отбирают конкретные свойства или траектории из набора уже существующих до наблюдения. Согласно другой гипотезе, квантовые объекты при помощи скрытых локальных параметров получают информацию, есть ли в системе детекторы или нет, и в соответствии с этим ведут себя или как частицы, или как волны («теория заговора»).

Чтобы доказать, что до наблюдения фотон не имеет ни определенного свойства (волна или частица), ни определенной траектории, Уилер предложил эксперимент с «отложенным выбором» [25]. В интерферометре Маха–Цендера измеряется задержка между случайным выбором наблюдателя, тем, что он собирается измерять, и самим изменением свойств (траекторий) фотона. В отличие от двухщелевого эксперимента, детекторы ставятся не у щелей, а после того, как фотон пролетел через них – непосредственно перед вторым экраном. В эксперименте 2007 года [10] установлено, чтобы фотон успел решить, двигаться ему сразу по обоим путям, как волна, или по одному из двух, как частица, информация о выборе экспериментатора должна распространяться в 4 раза быстрее скорости света. В 2015 году аналогичный эксперимент был проведен с одиночным атомом [18].

В 2012 году в эксперименте с квантовым отложенным выбором [22] удалось наблюдать, как фотон проявил себя одновременно и как волна, и как частица. Более того, он плавно переходил от одного проявления к другому. Как известно, понятие дополнительности этих несовместимых между собой аспектов – одно из центральных в стандартной копенгагенской интерпретации. В обычном эксперименте с отложенным выбором (как и при проверке неравенств Белла) мы можем сохранить реализм частиц, приписав им скрытые параметры, но пожертвовав для этого локальностью. Именно это предлагается в Бомовской механике. Однако в эксперименте с квантовым отложенным выбором мгновенной корреляции между выбором, что наблюдать и свойствами частицы, недостаточно для объяснения плавного перехода от корпускулярного поведения к волновому. Как и в случае нарушения неравенств Леггетта, мы снова вынуждены отказаться от предположения, что у частицы есть определенные свойства, не зависящие от наблюдений.

Еще одним аргументом в пользу квантового реализма можно считать эксперименты с квантовым ластиком [17]. Вместо того чтобы наблюдать, через какую щель (каким путем) прошли фотоны, тем самым влияя на них, можно «пометить» их информацией с помощью вспомогательных запутанных фотонов. Когда основные фотоны промаркированы, интерференционная картина исчезает, но если после прохождения фотонов через щели информацию об их пути стереть, интерференционная картина появится вновь. Со-

дается впечатление, что квантовые свойства не исчезают безвозвратно после измерения, а смешанное состояние можно снова превратить в суперпозицию.

В экспериментах, объединяющих механизм квантового ластика и отложенного выбора, можно сначала зарегистрировать фотон, а уже потом решать, как он должен себя вести [16]. Причем физическая локальная связь между выбором наблюдателя и интерференцией исключается. И вновь была продемонстрирована нелокальность не только в пространстве, но и во времени. Экспериментаторы сделали вывод, что не существует совместимой с экспериментом наивной реалистичной картины, где поведение частицы причинно независимо от выбора наблюдателя. Другой результат эксперимента связан с ретро-причинностью. Может показаться, что после регистрации фотона, выбирая тип детектора, наблюдатель может заставить фотон в прошлом проявиться как частица или как волна, что противоречит специальной теории относительности. Однако парадокса можно избежать, если измерение в прошлом рассматривать не как что-то неизменное, а как связанное с измерениями в будущем. Например, ряд авторов [15] предлагают расширить утверждение Уилера о том, что явление не является явлением, пока оно не зарегистрировано, так что явление не имеет смысла, пока оно не будет соотнесено с другими зарегистрированными явлениями, в том числе в будущем. Это не значит, что мы изменяем прошедшие события. Можно сказать, что мы просто получили дополнительную информацию или новое знание, которые изменили наше представление о результатах эксперимента в прошлом. А можно сказать, что пока в системе еще сохранялась возможность в будущем получить информацию о пути фотона, интерференции не было. Когда позже эта возможность исчезла, интерференция в прошлом тоже исчезла. Другими словами, получая новую информацию в настоящем, наблюдатель или система воссоздают прошлое. Прошлое как будто связано со своими возможными последствиями.

### 3. Что после классического реализма?

Из результатов перечисленных экспериментов следуют как минимум три вывода. Во-первых, они соответствуют предсказаниям квантовой теории. Во-вторых, можно считать опровергнутыми утверждения классического реализма о том, что свойства квантовых объектов локальны и существуют независимо от наблюдения<sup>1</sup>. В-третьих, конкуренция между квантовым анти-реализмом и квантовым реализмом будет продолжаться до тех пор, пока мы не поймем, как возможные состояния из суперпозиции переходят сначала в смешанное состояние, а затем в одно из наблюдаемых? А также, почему разложение возможных состояний зависит от знания и выбора наблюдателя?

---

<sup>1</sup> Следует признать, что для большого числа работающих физиков результаты перечисленных экспериментов не являются достаточным основанием для отказа от привычных представлений о реальности.

И что означает пространственно-временная нелокальность квантовых корреляций?

Одно из возможных направлений поиска ответов состоит в объединении в рамках квантового реализма двух подходов: модального и информационного. Использование модальных категорий возможное-потенциальное и действительное-актуальное к квантовым явлениям имеет долгую традицию (см. [5; 6]). Гейзенберг писал о возможностях как аналоге «потенций» Аристотеля, существующих между объективной материальной и субъективной реальностями [1]. Фок рассматривал возможные состояния квантового поля как объективные потенциалы к осуществлению, а вероятность как численную оценку потенциальных возможностей [7]. Поппер считал, что волновая функция описывает не свойства объектов, а их предрасположенности проявлять при измерении те или иные возможные свойства [4]. В одной из версий современной модальной интерпретации [14] вводится онтология с двумя несводимыми друг к другу и равно реальными сферами возможности и действительности. Причем каждая возможность физически влияет на сферу действительности, даже если она никогда не станет актуальной. Метафизическая установка, в которой потенциальные состояния становятся актуальными, на вопрос «Что существует до наблюдения?» может ответить так: все альтернативные возможные квантовые явления, свойства или истории находятся в потенциальном модусе бытия и обладают определенными предрасположенностями к актуальному существованию. Амплитуду вероятности можно рассматривать как численную меру таких предрасположенностей.

Однако признание двух модусов бытия еще не объясняет, каким образом факт наблюдения способствует переходу квантовых состояний в актуальность. Не случайно понятия «потенциальное» и «актуальное» используются сторонниками как квантового анти-реализма, так и квантового реализма. В одних интерпретациях благодаря наблюдению актуальной становится только одна возможность, оставшиеся или исчезают, или остаются в потенциальном модусе. В других считается, что каждое возможное состояние реализуется как актуальное, а наше сознание выбирает эти состояния в одной из возможных ветвей Вселенной. В третьих реализуется вся совокупность возможных состояний системы наблюдатель-прибор-объект, а мы лишь наблюдаем совокупный результат их совместной актуализации.

Прояснить ситуацию мог бы информационный подход, который анализирует отношения двух понятий: знание наблюдателя и информация. К сожалению, в информационных интерпретациях квантовой механики часто возникает путаница из-за различного понимания термина «информация» (см. [2]). Сторонники квантового анти-реализма под информацией понимают или знание наблюдателя, уменьшающее неопределенность, или степень уверенности конкретного человека (пси-эпистемологический подход). Сторонники квантового реализма рассматривают информацию как самостоятельную сущность, не обязательно связанную с человеком (пси-онтический подход).

В качестве примера нечеткого использования понятий знание и информация приведем мнения двух признанных специалистов. Войцех Цурек описывает, как из теории декогеренции следуют онтологические свойства векторов состояний, а объективное существование отобранных состояний приобретает через эпистемологическую «передачу информации» [26]. Однако решающую роль в определении того, какие состояния квантовых систем могут обнаруживаться наблюдателями, играет степень коррелированности или распространенность информации. Информация усиливается за счет ее распространенности или избыточности [27]. Антон Цайлингер, с одной стороны, считает, что не может быть обосновано понятие реальности без возможности высказываться о ней утверждения для получения информации о ее свойствах. Одновременно он возражает против субъективистской интерпретации роли наблюдателя: «Ясно, что сознание ни в коей мере не влияет на частицу» [3].

Чтобы мы ни понимали под информацией, без нее мы вряд ли обойдемся, если хотим понять, что происходит в квантовых экспериментах. Но для этого необходимо найти ответы на несколько вполне метафизических вопросов. Какова разница между информацией и знанием наблюдателя? Есть ли у информации и знания носитель и кто или что их воспринимает? И наконец, каким образом информация и знание превращаются в объекты?

Похоже, что с классическим реализмом для квантовых объектов можно попрощаться. Но что дальше? Возможно, вместо проблемы реальности и нелокальности квантовых объектов следует сосредоточиться на проблеме реальности и нелокальности знания и информации о потенциальных и актуальных свойствах этих объектов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гейзенберг В. Шаги за горизонт. – М.: Прогресс, 1987. – С. 222–223.
2. Мамчур Е.А. Теоретико-информационный поворот в интерпретации квантовой механики. Философско-методологический анализ // Вопросы философии. – 2014. – № 1. – С. 57–71.
3. Наука и предельная реальность: квантовая теория, космология и сложность / ред. Дж. Барроу, П. Дэвис, Ч. Харпер мл. – М.-Ижевск: ИКИ, 2013. – С. 176–185.
4. Поппер К.Р. Квантовая теория и раскол в физике. – М.: Логос, 1998. – С. 17.
5. Севальников А.Ю. Интерпретации квантовой механики: В поисках новой онтологии. – М.: ЛИБРОКОМ, 2009. – 192 с.
6. Терехович В.Э. Модальные подходы в метафизике и квантовой механике // Метафизика. 2015. – № 1. – С. 129–152.
7. Фок В.А. Об интерпретации квантовой механики // Успехи физических наук. – 1957. – Т. LXII. – Вып. 4.
8. Briggs G.A.D., Butterfield J.N., Zeilinger A. The Oxford Questions on the foundations of quantum physics // Proceedings of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. The Royal Society. – 2013. – Vol. 469(2157). – P. 20130299.
9. Gröblacher S. et al. An experimental test of non-local realism // Nature. – 2007. – Vol. 446(7138). – P. 871–875.

10. *Jacques V. et al.* Experimental realization of Wheeler's delayed-choice gedanken experiment // *Science*. – 2007. – Vol. 315(5814). – P. 966–968.
11. *Juffmann T. et al.* Real-time single-molecule imaging of quantum interference // *Nature nanotechnology*. – 2012. – Vol. 7(5). – P. 297–300.
12. *Leggett A.J., Garg A.* Quantum mechanics versus macroscopic realism: Is the flux there when nobody looks? // *Physical Review Letters*. – 1985. – Vol. 54(9). – P. 857.
13. *Leggett A.J.* Nonlocal hidden-variable theories and quantum mechanics: An incompatibility theorem // *Foundation of Physics*. – 2003. – Vol. 33(10). – P. 1469–1493.
14. *Lombardi O., Castagnino M.* A modal-Hamiltonian interpretation of quantum mechanics // *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*. – 2008. – Vol. 39(2). – P. 380–443.
15. *Ma X. et al.* Experimental delayed-choice entanglement swapping // *Nature Physics*. – 2012. – Vol. 8(6). – P. 479–484.
16. *Ma X. et al.* Quantum erasure with causally disconnected choice // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 2013. – Vol. 110(4). – P. 1221–1226.
17. *Ma X., Kofler J., Zeilinger A.* Delayed-choice gedanken experiments and their realizations // *arXiv preprint arXiv:1407.2930*. – 2014.
18. *Manning A.G. et al.* Wheeler's delayed-choice gedanken experiment with a single atom // *Nature Physics*. – 2015. – Vol. 11. – P. 539–542.
19. *Maroney O.J.E., Timpson C.G.* Quantum-vs. Macro-Realism: What does the Leggett-Garg Inequality actually test? // *arXiv preprint arXiv:1412.6139*. – 2014.
20. *Merali Z.* Quantum'spookiness' passes toughest test yet // *Nature*. – 2015. – 525(7567). – P. 14.
21. *Pan J.W. et al.* Experimental test of quantum nonlocality in three-photon Greenberger–Horne–Zeilinger entanglement // *Nature*. – 2000. – Vol. 403(6769). – P. 515–519.
22. *Peruzzo A. et al.* A quantum delayed-choice experiment // *Science*. – Vol. 338(6107). – P. 634–637.
23. *Robens C. et al.* Ideal negative measurements in quantum walks disprove theories based on classical trajectories // *Physical Review X*. – 2015. – Vol. 5(1). – P. 011003.
24. *Romero J. et al.* Violation of Leggett inequalities in orbital angular momentum subspaces // *New Journal of Physics*. – 2010. – Vol. 12(12). – P. 123007.
25. *Wheeler J.A.* Quantum Theory and Measurement / eds. J.A. Wheeler and W.H. Zurek. – 1984. – P. 182–213.
26. *Zurek W.H.* Decoherence and the transition from quantum to classical-revisited // *Los Alamos Science*. – 2002. – Vol. 27. – P. 86–109.
27. *Zurek W.H.* Quantum darwinism // *Nature Physics*. – 2009. – Vol. 5(3). – P. 181188.

## THE EXISTENCE OF QUANTUM OBJECTS. EXPERIMENTAL VERIFICATION OF METAPHYSICAL PRESUPPOSITIONS

**V.E. Terekhovich**

In the paper, it is considered as the results of quantum experiments have affected the metaphysical views of reality. Thanks to experiments testing the Bell inequalities, Leggett inequality, Leggett-Garg inequality, as well as delayed-choice experiments and quantum “eraser”, the classical realism for quantum objects fails. However, the competition between the quantum anti-realism and the quantum realism continues.

**Key words:** quantum experiments, reality, non-locality, information, potential, actual.

---

# ФИЗИКА ВНУТРЕННЕГО<sup>1</sup> НАБЛЮДАТЕЛЯ

А.В. Каминский

*Компания ElfiTech (Израиль)*

Гипотеза объективно существующего мира, положенная в основу научного метода с начала прошлого столетия, подвергается серьезным атакам не только со стороны теоретической физики, но в последнее время и со стороны экспериментальной квантовой физики. Экспериментальная проверка нарушения неравенств Белла в историческом эксперименте Алана Аспека 1982 года и относительно недавние эксперименты по проверке неравенств Леггетта – Гарга, окончательно перечеркнули не только наше представление о локальном реализме, но и поставили под сомнение саму идею объективной реальности. Локально-реалистическое мышление уже не вызывает доверия. Все это заставляет ученых, не удовлетворенных положением дел, когда мы умеем считать квантовые системы, но не понимаем, что при этом делаем, вновь обратиться к вопросу оснований квантовой механики. По-прежнему ключевыми вопросами, требующими разрешения, являются вопросы о роли наблюдателя и его сознания в процессе квантового измерения, а также вопросы, связанные с пониманием природы самой физической реальности. В настоящей работе мы анализируем – *какими будут физические законы для наблюдателя (субъекта), являющегося частью той же системы, которую он наблюдает?* В отличие от Эверетта мы не ограничиваем себя предположением о физической природе наблюдателя. Мы строим абстрактную математическую модель наблюдателя в конечном мире и исследуем ее автореферентные свойства. *Показано, что мир для такого наблюдателя будет обязательно квантовым, он будет обязательно релятивистским и он будет обязательно необратимым.* Таким образом, исследуемая модель порождает физику, весьма похожую на физику нашего мира, и у нас есть все основания думать, что это не случайное совпадение.

## Введение

Многие века научный метод держался на метафизическом представлении об объективной реальности, существующей вне зависимости от наблюдателя. Однако с открытием квантовой механики в начале прошлого столетия Декартовский факторизованный мир стал постепенно вымещаться неслепарабельным миром Бора – Эверетта. Экспериментальная проверка нарушения неравенств Белла [1] в историческом эксперименте Алана Аспека 1982 года и относительно недавние эксперименты по проверке неравенств Леггетта – Гарга [2] окончательно перечеркнули не только наше представ-

---

<sup>1</sup> Термин заимствован из работ Эверетта. Обозначает наблюдателя как физическую подсистему, образующую соответственные (в современной терминологии – запутанные) состояния с остальной системой.

ление о локальном реализме, но и поставили под сомнение саму идею объективной реальности. Знаменитый вопрос Эйнштейна «Неужели Луна существует только потому, что на нее смотрит мышшь?» сегодня, как никогда, актуален.

Ставя несепарабельность или холистичность в основу схемы мироздания, мы решаем целый ряд важнейших вопросов философии и естествознания. Почему математика, как заметил Е. Вигнер, столь эффективна в решении физических задач? И почему мир вообще познаваем? Ответ в комплементарности наблюдателя к миру. Мы живем в субъект-объектной «корреляционной матрице», где Я – субъект являюсь коррелятом. В современной науке отсутствует понимание этой коррелятивности, и потому факт чрезвычайно слаженно работающих законов природы, до деталей «продуманных» механизмов, воспринимается как чудо. Пытаясь объяснить этот факт, иногда привлекают так называемый антропный принцип, суть которого сводится к тому, что сама возможность наблюдать ставится в зависимость от законов природы. Но возможен другой подход, когда не мир случайно создает наблюдателя, а наблюдатель закономерно создает мир – «корреляционную матрицу». Такой подход можно назвать сверхсильным антропным принципом. Кант первый понял, что сознание не является пассивным зеркалом, отражающим мир, но активно конституирует его в соответствии со своей собственной структурой. Это легко объясняет исключительную согласованность законов природы, их внутреннюю логику. Очевидно, что Декартовский виток познания мира завершается, возвращая нас к пониманию роли субъекта на новом уровне понимания природы. Вероятно, важнейшей задачей физики ближайшего будущего будет задача вернуть наблюдателю его законное центральное место в онтологической схеме мироздания.

Что же такое наблюдатель? Должны ли мы наблюдателем считать мозг отдельного ученого, сообщество ученых или измерительные приборы? На эти вопросы, ставшие уже риторическими, у современной науки нет внятного ответа, ведь шаткий мостик между материей и сознанием едва ли вообще может быть обнаружен в рамках существующей научной парадигмы. Ситуация, когда в основаниях даже строгих наук лежат плохо определимые базовые категории, достаточно типична. Поэтому это не должно быть помехой для включения сознания наблюдателя в ткань физической теории.

Первопроходцем в этой области следует считать Хью Эверетта III, впервые подошедшего к вопросу конструктивно. Понимание того, что квантовая механика (КМ) «является внутренней по отношению к изолированной системе» теорией, восходящей к его великому учителю Джону Арчибальду Уилеру, пока еще не осознанно в должной мере и ждет своей оценки. Исследования Эверетта, как известно, привели к известной многомировой интерпретации КМ [3], которая, увы, не внесла ясность в понимание структуры реальности и лишь умножила вопросы. Идеи Уилера, Де Витта и Эверетта, по логике вещей, должны были привести не к интерпретации, а к обоснованию квантовой механики. Но по ряду причин этого не произошло.

Менский, развивая Эвереттов подход [4; 5], пытался объяснить сознание на основе квантовой механики, но такая редукция невозможна, как невозможно восстановить геометрическую фигуру по ее проекции. Далее я покажу, как можно построить квантовую механику, опираясь на аподиктическую достоверность элементов сознания. Этот «редукционизм наоборот» логично вписывается в представление о ключевой роли субъекта в структуре реальности. Чтобы развить эту идею, прежде всего, нам нужно определить, что мы называем наблюдателем и что является физической реальностью. Наблюдателя я определю абстрактно, как множество состояний сознания, поскольку наблюдатель как физическое биологическое существо ни чем не отличается от других объектов физического мира и является скорее наблюдаемым, чем наблюдателем. Вопросу же построения физической реальности посвящено дальнейшее изложение.

### Физическая неполнота

Пока нет ответа на вопрос, что такое сознание, но известно, что его поток создает пространственно-временные образы, которые мы называем физической реальностью. Поэтому попробуем отождествить состояния сознания с физическими состояниями. Например, осознанный факт нахождения частицы в точке с координатой  $X$  или с импульсом  $P$  должен пониматься как одно из состояний сознания.

Из опыта мы знаем, что состояния сознания сменяют друг друга, как картинки, образуя некую последовательность:

$$Y_i \rightarrow Y_{i+1} \rightarrow Y_{i+2} \dots \quad (1)$$

Математически это означает, что над неупорядоченным множеством состояний  $Y_i$  существует дополнительная структура, отображающая это множество в себя:

$$\phi: Y_i \rightarrow Y_j. \quad (2)$$

Она может быть задана функционально в виде таблицы или графа. В предположении конечности множества  $\{Y_i\}$  и однозначности его отображения в себя последовательность отображений (2) образует циклическую группу  $W$  (это эквивалентно представлению о детерминизме на фундаментальном уровне мироздания). Множество отображений (2) может быть задано множеством упорядоченных пар  $\{Y_i, Y_j\} \in W$ , которые мы назовем *интенциональными*, ибо они отражают направленность текущего состояния сознания (первый элемент в паре) на объект или, что то же самое, на другое состояние сознания (второй элемент в паре). Так как число интенциональных пар больше числа состояний сознания, имеет место вырождение, кото-

рое мы назовем физической неполнотой по аналогии с неполнотой аксиоматических систем математической логики.

Далее мы покажем, что физическая неполнота [6] может быть основой и связующим звеном трех великих теорий – квантовой механики (КМ), специальной теории относительности (СТО) и термодинамики.

### Квантовая механика

Рассмотрим множество состояний сознания  $\{Я_i\}$ . Интенциональные состояния  $\{Я_i, Я_j\}$  с одним и тем же  $i$  неразличимы по определению, ибо они соответствуют одному и тому же состоянию сознания. Они образуют смежные классы по подгруппе состояний сознания  $Я_i$  и в своей совокупности образуют фактор группу  $W/Я_i$ , которая может служить прототипом Гильбертова пространства КМ. Напомним, что квантовые состояния являются классами эквивалентности группы  $U1$  физически неразличимых фазовых состояний. Таким образом, у нас появляется формальное основание отождествить состояния сознания с квантовыми состояниями.

Переходы между состояниями сознания  $Я_i$  происходят в физическом времени, так как сопровождаются наблюдаемым изменением физического состояния<sup>2</sup>. Переходы же между состояниями объекта  $Я_j$  следует отнести к скрытому времени, так как они происходят в один и тот же момент физического времени. Это приводит к необходимости различать физическое и скрытое время. Каждый нулевой момент субъективного (или физического) времени  $\delta t = 0$  содержит отличный от нуля интервал скрытого времени  $\delta \tau \neq 0$ . В отличие от физического времени, которое ощущается нами как течение, скрытое время исключительно умопостигаемая сущность. Мы отождествляем его с квантовой фазой. Идея скрытого времени на формальном уровне обсуждалась многими авторами. Одним из ярких примеров является работа [7].

Состояния сознания  $\{Я_i\}$  образуют ортонормированный базис, так,  $Я$  никогда не находится в двух состояниях сознания одновременно:  $Я_i \cdot Я_j = \delta_{ij}$ .

Рассмотрим в качестве простого примера расширение поля Галуа  $GF(5^2)$ , содержащее  $p=5$  вырожденных (5-кратно) физических состояний. Его можно представить следующими линейными комбинациями [8]:

$$F = \{\varphi A + x1\}; \varphi \in \mathbb{Z}_p, x \in \mathbb{Z}_p. \quad (3)$$

$A$  – образующий элемент,  $1$  – единица поля. Это многообразие представляет собой плоское Евклидово пространство с топологией тора  $\mathbb{Z}^2_5$ .

Классы эквивалентности  $\varphi=kx$  являются геодезическими на этом торе. На рассматриваемом поле их  $n=6$ . Множество прямых, проходящих через

<sup>2</sup> Здесь мы считаем, что время определяется изменением физических состояний. Напомним, что Э. Мах, следуя Аристотелю, утверждал, что «время есть абстракция, к которой мы приходим, наблюдая изменение вещей».

любую точку многообразия, образует проективную прямую. Она диффеоморфна окружности.  $k$  – аффинная координата. На рис. 1 показаны все 6 геодезических на развертке тора  $\mathbb{Z}^2_5$ , проходящих через начало координат.

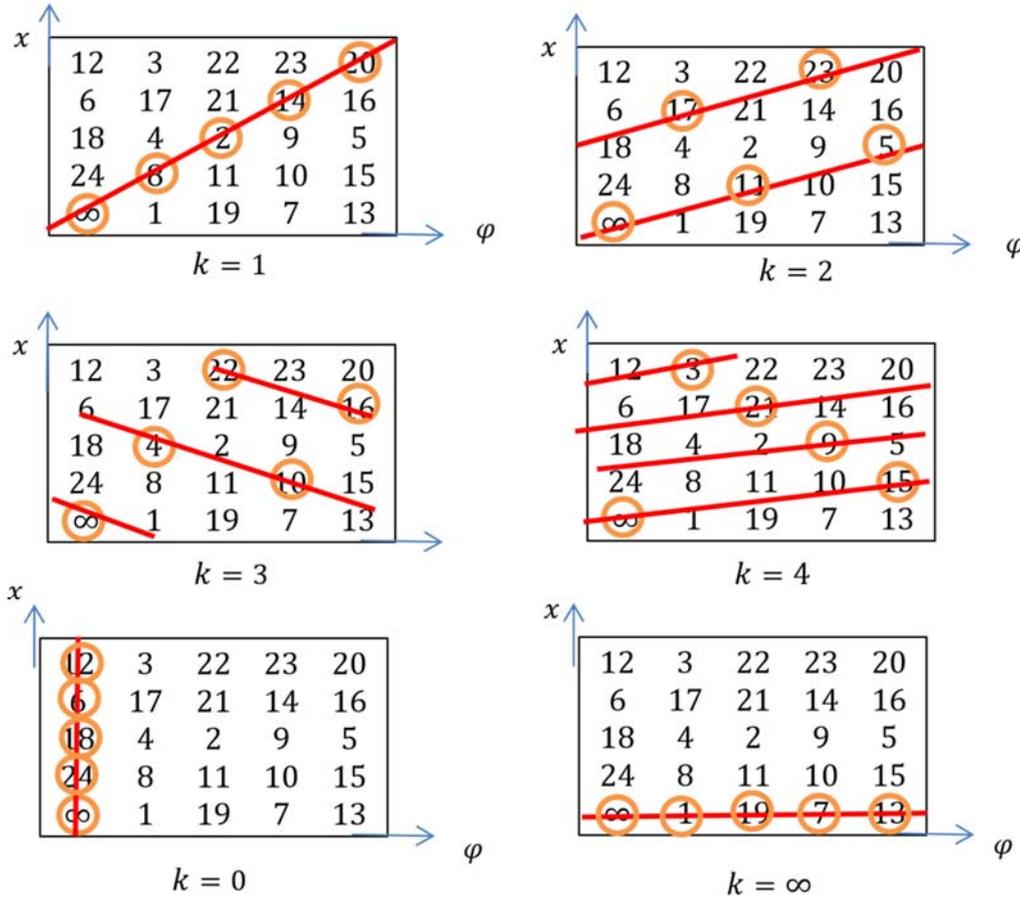


Рис. 1

Эти 6 геодезических соответствуют 6 точкам одномерного проективного пространства (шестая точка соответствует несобственному элементу  $k = \infty$ ). Каждая точка этого пространства соответствует физическому состоянию и характеризуется весом  $\xi$  (числом точек в классе) и квантовой фазой (элементом в классе). На рис. 1 классы (выделены красной линией) образуют «фронты волн» с волновым числом  $k$ . В нашем дискретном примере мы получили 6 импульсных состояний. В случае же действительного поля их спектр непрерывен. Амплитуды квантовых состояний, очевидно, должны быть определены как  $A = \sqrt{\xi}$ .

Рассмотрим дискретный аналог волновой функции на циклической группе простого порядка:

$$\psi(x) = A \cdot (a^{xp} \bmod l), \tag{4}$$

$l$  – простое<sup>3</sup> число состояний наблюдателя,  $x$  – номер состояния всей системы, включающей наблюдателя,  $a^p$  – генератор группы,  $p$  – дискретный импульс. Множитель  $A$  временно положим равным 1. Согласно малой теореме Ферма последовательность, задаваемая геометрической прогрессией (4), образует периодическую последовательность остатков (от деления на  $l$ ) длиной  $l - 1$ . Все эти остатки или вычеты (residue) имеют логарифмы<sup>4</sup>:

$$\log_a(\psi) = xp. \quad (5)$$

Один и тот же вычет  $\psi$  соответствует определенному множеству значений  $x$ . То есть физические состояния образованы классами некоторых других состояний.

Если дискретный логарифм определен на конечном поле, то обычный логарифм на комплексном поле. С точки зрения математики, эти описания изоморфны, так как поставить в соответствие вещественному числу  $x$  комплексное число  $\psi$  означает не что иное, как аналитически выполнить процесс «накатывания» фазы  $xp$  на окружность длины,  $2\pi$  что, в свою очередь, означает деление числа  $xp$  на  $2\pi$  (топологическая группа  $S^1$ ). Таким образом, подобно тому как в дискретном аналоге ВФ над базой состояний сознания возникает слой смежных классов, так и в непрерывном случае комплексная показательная функция задает счетнолистное расслоение над комплексной плоскостью. Это подобие недвусмысленно намекает на причину описания квантовых состояний комплексными числами.

Легко видеть, что описание движения на дискретном торе, приведенное выше, изоморфно описанию с помощью волновой функции в пространстве с дополнительным измерением  $x_h$ :

$$\psi = A \exp(ikx) \exp(ik_h x_h). \quad (6)$$

Здесь  $k$  – волновое число вдоль координаты  $x$ ,  $k_h$  – волновое число вдоль скрытой координаты,  $A$  – амплитуда.

В общем случае можно рассматривать движение в  $4+1$ -мерном пространстве с топологией тора. Тогда  $k$  и  $x$  – четырехвекторы, и функция (6) является решением пятимерного волнового уравнения.

Принципиальным является независимость физических состояний от дополнительной степени свободы  $x^h$  и, соответственно, от скрытого времени. Это условие, известное как условие цилиндричности, чисто формально использовалось в ранних многомерных теориях [9]. Запишем его в виде равенства нулю производной любой функции пространства-времени по скрытой координате:

<sup>3</sup> Если  $l$  – простое, то группа образует поле.

<sup>4</sup> Логарифмы, определенные на конечных полях, называют дискретными или арифметическими логарифмами.

$$\frac{\partial \psi(x^\mu)}{\partial x^h} = 0. \quad (7)$$

**Цилиндричность является аналитическим выражением субъективной неполноты мира.** Она означает независимость состояний сознания наблюдателя от скрытых параметров. Другими словами, их ненаблюдаемость. При наложении условия цилиндричности (7) на общие преобразования координат,  $(x^i)' = f(x^i)$ , последние сужаются до:

$$\begin{cases} (x^\mu)' = f_1(x^\mu) \\ (x^h)' = x^h + f_2(x^\mu) \end{cases} \quad \mu = 0,1,2,3, \quad (8)$$

что, как известно [10], порождает всю идеологию калибровочных полей – основу современной физики.

Учтя независимость физических (наблюдаемых) переменных от скрытой степени свободы  $x_h$ , легко перейти к уравнению Клейна-Гордона [12] для скалярных массивных частиц. Этот факт был обнаружен О. Клейном и В.А. Фоком как развитие пятимерной теории Т. Калуцы.

Движение по геодезическим (здесь по локсодромам тора), очевидно, вневременное, так как все точки каждой из этих замкнутых кривых принадлежат одному классу, то есть одному физическому состоянию. Поэтому частица с определенным импульсом представляет собой нелокальный объект – всю локсодрому целиком, намотанную вдоль всего периметра Вселенной (большая окружность тора). Говорить о местонахождении частицы в этом случае не имеет смысла – она делокализована.

### Специальная теория относительности

Как известно, квантовые состояния являются классами эквивалентности (лучи в Гильбертовом пространстве). Напомним, что проективное пространство это тоже пространство классов эквивалентности. Например, проективная плоскость  $RP^2$  изоморфна множеству прямых линий (лучей), проходящих через начало координат пространства  $R^3$ . Поэтому пространство состояний сознания, как пространство классов эквивалентности, также образует проективное пространство. А теперь вспомним хорошо известную проективную интерпретацию СТО [12], на возможность которой впервые указал F. Klein. В этом представлении пространство-время Минковского  $\{X, Y, Z, T\}$  может рассматриваться как фактор-пространство, вложенное в 5-пространство однородных координат  $\{x, y, z, t, x^h\}$ , где  $x^h$  – скрытое (hidden) измерение, играющее роль действия  $s$  или квантовой фазы.

Наблюдатель «видит» только протяженные координаты  $t$  и  $x^\alpha$ , которые может использовать в качестве координат событий, происходящих в пространстве-времени. В то же время он замечает некие странности с его точки зрения (но не с точки зрения внешнего наблюдателя!). А именно при пере-

ходе к движущейся системе отсчета расстояние между точками, определенное как  $t^2 + x_0x^0$ , оказывается не инвариантно. Однако сохраняется другая величина:  $t^2 - x_0x^0$ ! И тогда он (наблюдатель), за неимением лучших идей, решает, что живет в мире с метрикой  $(+1, -1, -1, -1)$ , и изобретает специальные преобразования поворота, работающие для такого пространства. Этими преобразованиями, как известно, являются преобразования Лоренца. Конечно же, такое решение, несмотря на всю его плодотворность, вступает в конфликт с нашим внутренним созерцанием идеи пространства. Однако все становится на свои места, если учесть, что в действительности наш наблюдатель живет в пространстве с обычной положительно определенной метрикой (заложеной в априорную схему его мыслительного аппарата). Но об этом может знать только «внешний» гипотетический наблюдатель, для которого доступны все состояния системы. Из приведенного рассуждения ясно, что псевдоевклидовость метрики пространства событий является кажущейся (субъективной), но единственно возможной для «внутреннего» наблюдателя реальностью. Таким образом, СТО, так же как и КМ, является теорией субъективного или внутреннего, в терминологии Эверетта, наблюдателя. Это тот «искаженный» взгляд на мир, который нам навязывается неизбежным положением вещей, когда мы являемся его частью.

Может возникнуть вопрос – как в предложенной схеме уживаются нелокальность КМ с каузальностью СТО? Ответ прост – они уживаются в разных слоях реальности, связанных проективным отношением. Квантовая механика и релятивистская теория возникают как проекции детерминистической квази-механики в фундаментальном пространстве интенций на физическое пространство (пространство состояний сознания) наблюдателя.

### Термодинамика

Физики уже давно поняли, что эволюция Вселенной, сопровождающаяся усложнением форм материи, обязана понижению степени симметрии вакуума<sup>5</sup>. Однако, как известно, не существует унитарного квантово-механического преобразования из одного вакуума в другой. Поэтому в изолированной Вселенной с конечным числом состояний симметрия не может нарушиться самопроизвольно. Процессы спонтанного нарушения симметрии, редукции квантового состояния и роста энтропии в изолированной системе объединяет общий признак – отсутствие достаточных оснований для их объективного существования. Действительно, чтобы симметрия нарушилась, необходим некий асимметричный внешний фактор, например какое-нибудь поле. Чтобы произошел коллапс квантового состояния, также необходим внешний фактор, обеспечивающий декогеренцию. Рост энтропии также невозможен в изолированной системе, описываемой унитарной дина-

<sup>5</sup> Идея спонтанного нарушения симметрии восходит к Л.Д. Ландау, который применил ее для описания фазовых переходов второго рода.

микой. И тем не менее энтропия повсеместно растет, волновые функции редуцируют и симметрии нарушаются. Означает ли это, что наша Вселенная открыта? Совсем не обязательно! Признание открытости Вселенной сродни креационизму, ищущему объяснение вовне, и было бы равносильно капитуляции в нашем стремлении объяснить мир. К счастью, имеется очевидная, не замеченная ранее, возможность удовлетворить противоречивым требованиям открытости и в то же время замкнутости системы, не выходя за ее пределы! Легко догадаться, что проблему решает тот же подход, который мы применили выше, объясняя природу КМ и релятивизма. Рассмотрим класс интенциональных состояний  $\{Я_i, Я_{j=1,2,...}\}$ , соответствующий состоянию сознания  $Я_i$ . Находясь в физическом состоянии  $Я_i$ , субъект не может знать в принципе, в какое из следующих состояний он перейдет, так как в принципе не способен различать состояния интенций. Выше мы отождествили вектор квантового состояния с классом интенций, а его фазу с конкретным элементом. Напомним, что фаза для физического наблюдателя принципиально не доступна (скрыта), поэтому переход в следующее физическое состояние с точки зрения субъекта (субъективно) подчиняется законам вероятности. Это и вносит стохастическую составляющую в физические процессы.

Прототипом такого подхода может служить теория декогеренции [13], предлагающая модель квантового коллапса для наблюдателя в открытой системе. Однако теория декогеренции, следуя научной методологии, объективирует ситуацию, рассматривая наблюдателя вместе с его миром со стороны. Но такой «смотровой площадки», как мы говорили, может не быть вовсе. Только отказавшись от внешнего «демонического» наблюдателя и поставив себя на место внутреннего наблюдателя, можно получить не модель коллапса, а истинный необратимый коллапс, с которым мы, по всей видимости, и сталкиваемся в нашей реальности. Как мы показали, для наблюдателя, являющегося частью замкнутой системы с конечным числом состояний, появляется «тепловой» резервуар в виде скрытых степеней свободы, и унитарная динамика непременно вырождается в диссипативную, так как начинает работать «субъективная» вероятность! В этом случае конечная, замкнутая физическая Вселенная для своего внутреннего наблюдателя приобретает свойства открытой системы, в которой должны работать как теория декогеренции, так и второе начало термодинамики. Б.М. Менский из совсем других рассуждений также пришел к субъективности энтропии и стрелы времени. Он пишет: «Объективно существующий квантовый мир – обратим, а необратимость появляется в той картине этого мира, которая возникает в сознании» [3].

Чистое квантовое состояние (состояние сознания) представляет собой класс скрытых состояний, которыми оно осуществляется. Логарифм мощности этого класса соответственно назовем скрытой энтропией<sup>6</sup>. На объективном уровне, описываемом уравнением Шредингера, энтропия этого состоя-

<sup>6</sup> С обычной точки зрения, энтропия чистого состояния равна нулю.

ния не меняется со временем. И только в процессе измерения скрытая энтропия  $S^h$  уменьшается, в то время как термодинамическая энтропия  $S^T$  увеличится на ту же величину. То есть имеет место сохранение общей энтропии  $S^h + S^T = \text{const}$ . Что в общем-то совершенно естественно в свете закона сохранения информации в закрытых системах. Скрытая энтропия характеризуется распределением по Эвереттовскому ансамблю, тогда как термодинамическая – характеризуется распределением по ансамблю физических микросостояний. Обычно скрытую энтропию не рассматривают (не знают о ней). Поэтому увеличение термодинамической энтропии при переходе чистого состояния в смешанное, обусловленное взаимодействием с макроскопическим объектом (наблюдателем), рассматривается как возможный источник энтропии Вселенной.

Итак, мы показали, что квантовая механика, релятивистская физика и термодинамика могут быть связаны одной общей, обосновывающей их, фундаментальной идеей – идеей физической неполноты.

### Мультихронос

Наш подход приводит к картине расслоения реальности, подобной Эвереттовскому мультиверсу, но развернутой во времени. Напомним, что в теории Эверетта для обозначения многолистности мира используется термин «мультиверс». Мы же будем говорить о «мультихроносе».

Рассмотрим игру в «орлянку». Пусть брошенная монета, находящаяся в состоянии макроскопической квантовой (по Эверетту) суперпозиции  $|\psi 1\rangle + |\psi 2\rangle$ , взаимодействует с наблюдателем, находящимся в состоянии  $|Я\rangle$ . В результате унитарного взаимодействия мы получим запутанное состояние:  $|\psi 1\rangle|Я 1\rangle + |\psi 2\rangle|Я 2\rangle$ . Согласно копенгагенской интерпретации КМ происходит коллапс и выживает только одна компонента суперпозиции, соответствующая выпавшей стороне монеты. Согласно же интерпретации Эверетта, обе компоненты суперпозиции выживают и претерпевают эволюцию одновременно, но по неизвестным причинам мы осознаем только одну из них. В нашей интерпретации компоненты суперпозиции, а значит, и состояния сознания  $|Я 1\rangle$  и  $|Я 2\rangle$ , соответствующие результату селекции альтернатив, так же как и в интерпретации Эверетта, нигде не исчезают, однако реализуются последовательно во времени, что снимает остроту проблемы выбора. Согласно нашей модели мир эволюционирует вдоль замкнутой орбиты интенций, неоднократно посещая каждый класс эквивалентности, соответствующий тому или иному физическому состоянию мира. В этой ситуации применима теорема о возвратах Пуанкаре, согласно которой орбита системы в фазовом пространстве ее динамических переменных неограниченное число раз возвращается в окрестность данного состояния. В рассматриваемой конечной модели время такого возврата  $T_p$  определено точно. С точки зрения субъекта, оно трансфинитно (превышает максимально измеримый субъектом промежуток времени). Бесконечно удаленные во времени, но идентич-

ные состояния  $\{Я_i, Я_j\}; j = 1, 2 \dots$ , сшиваемые сознанием в картину актуально существующего настоящего, порождают наблюдателя, обладающего свободой выбора и совершающего некую латентную (в субъективной сфере) борьбу между своими Эвереттовскими альтер-эго. Несмотря на то что свобода кажущаяся, она и есть истинная свобода, ибо это единственная реальность, имеющая место в условиях физической неполноты. Таким образом, в отличие от теории Эверетта, где в каждом мировом слое имеется свой наблюдатель, у нас наблюдатель один, но он представляет собой некую конволюцию субъектов, «живущих» в разные эпохи мультитихронуса. Такой субъект, вследствие неполноты, не способен осознать свою собственную универсальную природу и пребывает в локально реалистическом заблуждении.

### Обсуждение

Важнейшим итогом приведенного анализа является прояснение существа КМ – этого странного гибрида детерминизма со случаем. Мы показали, что в основе квантовой механики лежит физическая неполнота. Формально изложенный подход относится к классу теорий нелокальных скрытых переменных и поэтому может быть кандидатом для обоснования КМ.

Мы построили новую версию Эвереттовской интерпретации (интерпретацию интерпретации) в которой заменили расслоение по мировым листам расслоением по времени. Здесь просматривается некая аллюзия с эргодической теоремой, где ансамбль систем в пространстве заменяется ансамблем во времени. В новой интерпретации острота проблемы выбора в значительной степени снижается. Почему, бросая игральную кость, я оказался в мире, где выпала, например, шестерка, а не тройка? Объяснение тривиально. Потому, что в следующий раз (в следующей жизни!) выпадет тройка.

Менский в своей расширенной концепции Эверетта утверждает, что сознание есть не что иное, как разделение альтернатив. То есть сознание есть выбор. И следовательно, сознания нет, когда нет выбора. По всей видимости, наличие выбора и есть условие сознания. Ни один механизм, действующий по программе, ни одна физическая система, эволюционирующая в соответствии с заданным Гамильтонианом, не могут обладать сознанием, ибо у них нет выбора. Мир мертв для внешнего наблюдателя, ибо это – машина. Но для внутреннего наблюдателя (субъекта), как мы показали в нашем исследовании, имеет место ситуация неполноты, порождающая возможность выбора, стрелу времени, а с ней неопределенность будущего и интригу свободы. Но именно эти качества свойственны сознанию.

Важнейшим итогом нашего исследования является то, что мы пришли к пониманию относительности сознания. Кот в «живодерском» эксперименте Шредингера, с точки зрения внешнего наблюдателя, не обладает сознанием, ибо он всего лишь биологическая машина, описываемая уравнением Шредингера. Именно поэтому он и умереть «по-человечески» не может!

Однако, с точки зрения кота, ситуация в корне иная. Кот является внутренним наблюдателем, и для него вопрос «быть или не быть» встает во всей своей драматичности.

Перефразируя А. Эйнштейна, можно сказать: Бог не играет в кости, но мы вынуждены это делать. Можно также добавить: Мир конечен, но неисчерпаем. А также – мир механистичен, но разумен и духовен. Здесь нет противоречия, так как это точки зрения разных наблюдателей – объективного (внешнего) и внутреннего (субъективного). Таким образом, само сознание и свобода воли являются строгим следствием неполноты физической реальности, дающей особый онтологический статус субъекту конечного мира.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Bell J. S.* On the Einstein Podolsky Rosen Paradox // *Physics* 1, 3. – 1964. – С. 195–200.
2. *Leggett J., Garg A.* Quantum mechanics versus macroscopic realism: Is the flux there when nobody looks? // *Phys. Rev. Lett.* 54, 857 (1985).
3. *Everett H.* III, *Rev. Mod. Phys.* 29, 454 (1957).
4. *Менский М.Б.* Квантовые измерения, феномен жизни и стрела времени: связи между “тремя великими проблемами” (по терминологии В. Л. Гинзбурга). *УФН.* 177:4 (2007). С. 415–425.
5. *Менский М.Б.* Успехи физических наук. «Обзоры актуальных проблем. Квантовая механика: новые эксперименты, новые приложения и новые формулировки старых вопросов», Июнь 2000 г. – Т. 170. – № 6.
6. *Каминский А.В.* Физическая неполнота – ключ к объединению физики; Гипотезы, размышления, исследования LAMBERT Academic Publissing, 2012. URL: [http://www.chronos.msu.ru/old/RREPORTS/kaminskiy\\_incompleteness\\_book.pdf](http://www.chronos.msu.ru/old/RREPORTS/kaminskiy_incompleteness_book.pdf)
7. Xiaodong Chen «A New Interpretation of Quantum Theory. Time as Hidden Variable». Department of Physics, University of Utah, Salt Lake City, UT 84112 (March 29, 2000).
8. *Арнольд В.И.* Динамика, статистика и проективная геометрия полей Галуа. – М.: МЦНМО, 2005.
9. *Бергман П.Г.* Введение в теорию относительности. – М.: Изд.ИЛ, 1947. – С. 359.
10. *Владимиров Ю.С.* Размерность физического пространства-времени и объединение взаимодействий. – М.: Изд-во МГУ, 1987.
11. *Бронников К. А., Рубин С.Г.* Лекции по гравитации и космологии. – М.: МИФИ, 2008.
12. *Клейн Ф.* О геометрических основаниях Лоренцевой группы. Новые идеи в математике: Сб. – СПб., 1914. – № 5. – Вып. 5. – С 144.
13. *Zeh H-D.* Decoherence and the Appearance of a Classical World in Quantum Theory // *Found. Phys.* 1970. 1 (69).

## THE PHYSICS OF THE INNER OBSERVER

A.V. Kaminsky

Hypothesis of objectively existing world, since the beginning of the last century, is being seriously attacked not only by theoretical physics, but recently also by experimental quantum physics. Locally-realistic thinking doesn't seem reliable any more. All this makes scientists who are not satisfied by current situation, when we are able to make quantum calculations, but do not understand how it works, to revert to the question of the bases of QM. Undoubtedly, the key issue is the role and the status of observer in the QM. Everett was the first one to try to get rid of Descartes "infernal" observer. He tried to build the realistic physical model of the observer and to imbed it into the theory. But it did not work. In our work we analyze what the laws of physics will be like for the observer, being part of the same system, which he observes? In contradistinction to Everett, we do not limit ourselves by speculating of the physical nature of observer. We create the model of abstract observer and get unexpected results. Self-referential interaction of the observer with himself creates quantum-relative reality! Thus, we have proved that our «toy» model generates the physics very similar to physics of our real world, and we have reason to think that this is not a coincidence.

**Key words:** Quantum mechanics, quantum measurement, the observer and his consciousness, the bell inequality, physical reality, decoherence.

---

## РАСШИРЕННАЯ МНОГОМИРОВАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ И ЕЁ КРИТИКА

В.Д. Захаров

*Всероссийский институт научной и технической информации*

В «расширенной многомировой интерпретации» М. Менского сознание наблюдателя отождествляется с разделением альтернативных результатов квантового измерения. Показана необоснованность такого отождествления, поскольку оно ведёт к противоречивому представлению о «квантовом расщеплении» сознания наблюдателя.

**Ключевые слова:** расширенная многомировая интерпретация квантовой механики, квантовые измерения, каузальность, подсознание, сверхсознание.

**Квантовая реальность. Интерпретация Эверетта.** Многомировая интерпретация квантовой механики возникла в связи с трудностями интерпретации процесса измерения в квантовой механике. Их не удавалось преодолеть без введения человеческого фактора или роли наблюдателя. Трудности были связаны с противоречием между линейностью основного уравнения квантовой механики и картиной редукции состояния квантовой системы при её измерении. Редукция, как разрыв волновой функции, противоречит линейности и для квантовой механики является, в сущности, чужеродным понятием (это хорошо разъяснено М.Б. Менским в работах [1; 2]).

Противоречие снимается в «многомировой интерпретации» Эверетта–Уилера [1; 3]. В ней можно обойтись без редукции, если отнести результат наблюдения не к самой системе, а к иному, тоже чужеродному, выходящему за пределы физики понятию – сознанию *наблюдателя*. Редукция, таким образом, выносится за скобки физики, открывая, казалось бы, путь к проникновению в суть человеческого сознания. Действительно, сознание выступает здесь как нечто, обладающее свойством выбирать альтернативы в возможных результатах измерения. По мысли М.Б. Менского, это должно пролить свет на описываемую квантовой механикой реальность.

Эйнштейн, стоявший на позиции классического понимания реальности, на основе известного ЭПР-парадокса сделал вывод о неполноте квантовой механики в описании реальности. Однако можно было сделать и иной вывод: признать иную форму реальности – квантовую. В ней неполнота теории должна быть устранена введением сознания в саму теорию. В эвереттовской интерпретации это делается так: принимается, что состояние нашего мира, являющегося по природе квантовым, адекватно описывается лишь как семейство классических состояний, которые все равноправны (одинаково «реальны»), несмотря на то что они *альтернативны*, то есть исключают друг друга. Понять это можно лишь как *свойство сознания*, а не

как свойство физической системы. Поэтому говорят, что существуют различные классические миры (эвереттовские параллельные миры), из которых сознание индивидуального наблюдателя воспринимает лишь один.

М.Б. Менский [5] уточняет, в каком смысле существуют различные классические миры. Нет «многих классических миров», есть различные компоненты суперпозиции. «Есть только один мир, этот мир квантовый, и он находится в состоянии суперпозиции», и лишь наше сознание воспринимает, каждую из компонент суперпозиции как некую картину классического мира. Каждый такой классический мир представляет собой лишь проекцию реального квантового мира на наше сознание.

Таким образом, квантовое свойство суперпозиции состояний было распространено на макроскопические объекты. Есть ли для этого основания? Очевидно, нет, так как не существует измерений, которые бы подтверждали такие «квантовые» свойства макрообъектов. Почему же такое свойство им приписывается? Оказывается, для того, чтобы избежать проблем квантовой механики, связанных с её неполнотой. Требуется, чтобы квантовая механика была полна, и для обеспечения этой полноты в ход идут любые средства, в том числе противоестественная суперпозиция классических объектов. М.Б. Менский выражает это недвусмысленно: «Для логической полноты теории необходимо предположить, что и макроскопические элементы могут находиться не только в привычных классических состояниях, но и в состояниях, которые являются суперпозициями различных классических состояний» [4. С. 54]. Это будет повторяться у Менского неоднократно: та или иная проблема в понимании квантовой механики разрешается через понятие сознания – так, как будто это понятие уже не составляет никаких проблем. Спекуляция с этим понятием особенно выразительно проявилось в его идее «о квантовом расщеплении наблюдателя».

«Сам квантовый мир существует как единое целое независимо от какого бы то ни было наблюдателя» (Менский [5. С. 163]). Функция сознания состоит в разделении альтернатив результатов измерения. Селекция, производимая сознанием наблюдателя, состоит не в отбрасывании возможных классических картин, а в их разделении, в изоляции друг от друга. М.Б. Менский так комментирует это: «Возникает “квантовое расщепление” наблюдателя. Его мозг находится в состоянии суперпозиции, и лишь одна (любая) компонента этой суперпозиции описывает такое состояние мозга, в котором он видит определенную классическую картину, соответствующую определённому результату измерения» [2. С. 68].

**Критика эвереттовской интерпретации.** Предполагая, что сознательная функция наблюдателя осуществляется через его мозг, рассматриваемый как квантовая система, можно не удивляться, что «его мозг находится в состоянии суперпозиции», и это именуется «квантовым расщеплением наблюдателя». Но тогда, очевидно, придется говорить и о «квантовом расщеплении сознания», ведь именно сознание ответственно за выбор альтернативы результатов измерения. Тут мы сталкиваемся со вторым уязвимым

местом эвереттовской интерпретации. Параллельные миры интерпретируются как свойство сознания, но в то же время сами интерпретаторы признают: сознание – понятие нефизическое. Оно не есть физический объект. Между тем сознанию приписывается физическое свойство, которым может обладать только квантовая система. Если сознание не есть объект – что же тогда «расщепляется»?

«Квантовое расщепление наблюдателя» можно понять, если рассматривать сознание наблюдателя как продукт его мозга, а мозг – как квантовую систему. Но сразу возникает вопрос: а можно ли рассматривать сознание как продукт некоей квантовой системы – нашего мозга? Если принять это, тогда, действительно, можно надеяться получить физическое объяснение сознания.

Собственно говоря, «квантовая теория сознания» преследует именно эту цель. Поскольку единственный реальный мир – это мир квантовый, то, следовательно, сознание вторично, а это значит, что оно может и должно быть выведено из квантового мира. Тем самым наш классический мир становится не чем иным, как иллюзией нашего сознания: ведь все остальные «параллельные миры» ничуть не менее реальны. Это и утверждает М. Менский: раз сознание выбрало лишь один из одинаково реальных классических миров, то сам этот выбор – «это лишь иллюзия, возникающая в сознании наблюдателя» [6. С. 646].

**Возможно ли каузальное объяснение сознания?** Поскольку сознание объявлено вторичным, для него должно быть найдено объяснение. Под «объяснением» традиционно понимается отыскание причин. Таким образом, нас приводят к мысли, что сознание может быть описано чисто физикалистски – на основе естественной причинности. Отсюда возникла задача: физикалистским путем объяснить сознание и описать его свойства. Этой задачей еще ранее занялся Р. Пенроуз [7; 8]. Результат оказался разочаровывающим.

Физикалистский поиск истоков сознания неизбежно приводит к вопросу: где обитает сознание? (Это – вариант пресловутой задачи поиска души в физическом теле). Пенроуз, в сотрудничестве с нейрофизиологом Хаммерхоффом, тщательно обследует все микроканалы нейронов мозга, которые могли бы быть ответственны за проявления сознания: гиппокамп, эпиталамус, область ретикулярной формации, наконец, саму кору головного мозга. Проявления же сознания понимаются квантовомеханически – как крупномасштабная квантовая когерентность, состоящая в усилении микро-масштабных квантовых эффектов до классического уровня, на котором наше сознание действительно воспринимает внешний мир. Пенроуз, как физикалист, ищет участки мозга, производящие такие проявления сознания, и не находит их. Оказалось, что «нет таких ключевых процессов в мозге, которые бы непосредственно определялись квантовомеханическими эффектами» [7. С. 322]. Так, R-процедура (редукция вектора состояния) может выполняться задолго до того, как наблюдатель регистрирует факт измерения. «Для редукции вектора состояния наше сознание не требуется!» [7. С. 323].

«Приходится констатировать, – заключает Пенроуз, – что на сегодняшний день общепринятый критерий проявления сознания отсутствует».

Тогда сами зададимся вопросом: каков же критерий проявления сознания? Если наблюдательные проявления сознания во внешнем мире (даже в самом мозге) не обнаруживаются, то попробуем искать критерии проявления сознания в нашей познавательной способности.

**Познание как проблема.** Когда речь заходит о человеческом сознании, сразу возникает вопрос о нашем Я (мире внутреннем) и не-Я (мире внешнем для нас и являющемся предметом нашего «познания»). Что мы, собственно, знаем о своём Я? Наши ощущения, представления и даже мысли нам достоверно известны лишь как наши психические состояния – и не более. Только про них мы *непосредственно* знаем, что они подлинно существуют, и это непосредственное знание голого факта наших мыслей и представлений мы по привычке называем своим *сознанием*, не отдавая себе отчета, откуда оно происходит. Этот безусловный наличный факт, данный нам непосредственно, *до и вне всякого познания*, есть единственное несомненное «бытие», которое М. Хайдеггер назовет потом гегелевским термином *Dasein*, «вот-бытие».

Понятие «объект», а с ним и «познание» появляются, когда мы не удовлетворяемся данным нам знанием бытия наших представлений (*Dasein*) и хотим идти дальше – узнать, существует ли бытие *внешних* предметов, не зависящее от наших представлений и вообще от нашего *Dasein*. В.С. Соловьёв [9] подмечает, что никаких философских оснований для утверждения такого бытия внешнего мира у нас нет, потому что «в чистом сознании нет никакого различия между кажущимся и реальным». Декарт был прав, положив сомнение в реальном бытии внешнего мира необходимой предпосылкой философского исследования истины. Оставался ещё вопрос: действительно ли «вот-бытие» (*Dasein*) есть подлинное *бытие* нашего Я? Можно ли из непосредственной реальности *Dasein* прямо заключить о реальности нашего Я как сознающего *субъекта*? Декарт считал это возможным: само сомнение в собственном бытии есть уже факт нашего *Dasein*, так что бытие сомнения обуславливает бытие сомневающегося: *Dubito ergo sum*, а отсюда и *Cogito ergo sum* (сознаю – значит существую).

Вл. Соловьёв замечает, что из трех терминов: «сознание» (*cogito, je pense*), «бытие» (*sum, je suis*), и «субъект» (*je suis*) несомненным является только один – «сознание» (*мыслю*). Мышление, как факт нашего *Dasein*, не может вызывать сомнения; нельзя сказать того же о *мыслящем*, то есть субъекте. Что же такое есть подлинное бытие нашего Я? Если мы вместе с Декартом стоим на почве сомнения, то мы должны усомниться в бытии того Я, о котором мы ничего не знаем, кроме своих изменчивых представлений.

Оставаясь до конца на почве философского сомнения, мы не можем решить вопрос ни о бытии нашего Я, ни о бытии «внешнего мира». Мы *верим* в существование мира, но не можем разумно обосновать эту веру. С этого вопроса, говорит Соловьёв, *должна только начинаться* теоретиче-

ская философия, первая задача которой – определить, что такое есть не-Я как *реальность*. Не умея отличить Я от не-Я, мы не умеем обосновать собственное теоретическое познание, то есть не умеем определить, действительно ли наша наука познает «объективный» (как принять говорить), вне нас лежащий мир. О том, насколько трудна задача, сказал еще Б. Паскаль [10]: «Я не знаю, откуда я пришел в этот мир (*qui m'a mis au monde*), не знаю, что такое этот мир и что такое есть я сам и та часть меня, которая мыслит то, что я говорю... и сознаёт себя не более, чем всё остальное» (курсив наш. – В.З.). То есть, если верить Паскалю, в таком явлении, как познание, ничего не ясно: ни что такое есть познаваемый мир, ни тот, кто мыслит об этом мире.

Впоследствии И. Кант разъяснит причину познавательного бессилия человеческого разума, заявив, что мысль о предмете ещё не является предикатом его существования. Мышление может иллюзорно принимать собственный продукт за объективное бытие. Кант разоблачил «трансцендентальную иллюзию» разума, которую Н. Бердяев потом назовет *объективацией*, когда наш разум принимает мир объектов познания за бытие, а бытие – за мир объектов. Кант продемонстрировал, что разум не может доказать существование вещей вне нас, потому что не может различать бытие и небытие. Тогда возникал вопрос: если целью мышления является бытие, то может ли наш разум мыслить?

Не случайно сам вопрос – что такое мышление? – мы вновь встречаем у Мартина Хайдеггера. Его сочинение 1952 года [11] так и называется: «Что значит мыслить?» (*Was heißt Denken?*). Автор констатирует, что про это можно лишь спрашивать, но ответ дать нельзя. Мы еще *не мыслим*, говорит Хайдеггер, *не умеем мыслить*, и он указывает причину этого: *то, что требует наибольшего осмысления, само отвернулось от нашего познающего разума*, оставив о себе лишь знак, символ – без истолкования. Символ – ещё не реальность, а *указание* на реальность, связующее звено между *Dasein* и бытием. Это связующее звено нельзя вывести из познания природного мира. Человеческое, глубинное (бытийное) Я недоступно не только отвлеченному, но и эмпирическому познанию. Все методы интроспективной психологии (начиная с Вундта) исследуют лишь *проявления* (то есть объективацию) нашего *Dasein* в сфере внешнего опыта, не затрагивая нашего бытийного Я. «Проблема человека совершенно неразрешима, если его рассматривать из природы и лишь в соотношении с природой», – пишет Н. Бердяев [12. С. 61]. Самый факт существования человека есть разрыв в природном мире и свидетельствует о том, что человеческое существо покоится на ином, сверхприродном бытии. Если то, что более всего требует философского осмысления, – это наиболее жизненно важное для человека, то *это наиболее важное есть его целостное, бытийное Я*. Философия не умеет мыслить, пока она не разрешила вопроса об этом бытийном человеческом Я.

Это наше бытийное Я всегда ускользает от нашего познания, не может стать предметом познания. Недаром Вл. Соловьёв, подвергнув критическо-

му анализу само наше мыслящее сознание, назвал его непонятным термином «становящаяся разумность». «Становящаяся» – значит никогда не завершаемая, не сущая в завершённой предметной форме. *Становящаяся* наша разумность означает также, что само наше Я никогда не может быть чем-то завершённым сущим. *Fiо, ergo non sum* – я становлюсь, следовательно, я еще не существую.

Я думаю, именно это заставило Пенроуза искать метафизические подходы к пониманию сознания, когда он под давлением фактов отказался от физикалистской модели происхождения разума. Физикализм основан на естественной, то есть *алгоритмизируемой* каузальности, тогда как «в процессе (сознательного) мышления участвует существенная неалгоритмическая составляющая» [7. С. 325]. Более того, Пенроуз считает само неалгоритмическое построение суждений не чем иным, как «критерием наличия сознания». «Мы должны видеть истинность математических суждений, чтобы убедиться в их обоснованности. *Это видение – самая суть сознания*» [7. С. 338, курсив наш. – В.З.]. Здесь Пенроуз – уже не физикалист, а метафизик, и он определяет сознание метафизически – как «способность непосредственно воспринимать истины и тем самым осуществлять прямой контакт с миром математических идей Платона» [7. С. 347].

Однако такой взгляд на сознание порождает вопрос: каким образом математические идеи открываются человеку? Пенроуз, как видно из его ответов критикам, не может указать какого-либо человеческого способа восприятия идей. Говоря о способности человека проникать в мир платоновских эйдосов, он ссылается при этом на нечто трудно объяснимое – на свой личный математический опыт.

Допустим, Пенроуз прав, и математик черпает свои идеи из платоновского мира эйдосов. Эйдосы, по существу, вечны и неизменны, а поскольку они проникают в сознание математика *непосредственно*, то являются к нему в готовом виде, как некий чудесный дар от платоновских «небес» в виде каких-то абсолютных истин.

Мы знаем, что «абсолютная истина», в которую верили древние греки, давно уже покинула математику. Она покинула как учение о пространстве (с появлением неевклидовых геометрий), так и учение о числе (с теоремой Геделя). С обрушения фундамента математики само понятие доказательства утратило в ней строгий (абсолютный) смысл.

**Возможна ли феноменология сознания?** Видимо, этим объясняется отказ М.Б. Менского от пути понимания сознания, по которому шёл Пенроуз. Если по Эверетту (Уилеру) функция сознания состоит в разделении альтернатив результатов измерения, то М.Б. Менский предложил «расширенную концепцию Эверетта» (РКЭ) [1; 3], которая по-другому называется *Квантовой концепцией сознания* [3]. В ней выбор альтернативы *отождествляется с самим актом осознания*: сознание *есть* разделение альтернатив результатов квантового измерения. Тогда *активность* сознания, оче-

видно, означает возможность влиять на саму вероятность альтернатив. Это можно рассматривать как проявление свободы воли наблюдателя.

Здесь справедливо признаётся: сознание нефизично, и мы можем исследовать лишь некие физические *проявления* того, что мы все-таки называем сознанием. Вот Пенроуз не обнаружил в нашем мозгу даже таких физических проявлений. Поэтому М.Б. Менский (на наш взгляд, справедливо) признает бесплодность «попыток описать свойства той материальной субстанции, которая порождает сознание». Он склонен «понимать сознание как явление, которое можно описать феноменологически, но нельзя вывести из известных свойств материи» [5. С. 242]. Отсюда понятно и другое его заключение: сами эти попытки феноменологического описания сознания выводят нас за рамки существующей физики и даже вообще естественных наук.

За пределами естественных наук мы имеем, по-видимому, только одну науку (если, правда, ее можно назвать «наукой»), имеющую непосредственное отношение к тому, что принято называть «сознанием». Это психология. Этимологически название этой «науки» происходит от весьма неопределённого (не вполне «научного») понятия *psyche* (душа). И, однако же, на протяжении веков философов интересовал вопрос о природе души и её связи с телом (знаменитая «психофизическая проблема»). Проблема так и не получила разрешения из-за неопределённости самого понятия души. «В обычном словоупотреблении» (как говорится, например, в философском словаре Шмидта) под душой понимается «совокупность побуждений сознания (и вместе с тем их основа) живого существа». Поэтому неудивительно, что «сознание» считается предметом психологии, хотя ни один психолог (так же как ни один физик) не даст вам определения, что же такое есть «сознание живого существа». Раз сознание одинаково неопределимо ни в физике, ни в психологии, М.Б. Менский делает попытку отождествить эти две неизвестные: *x* (сознание в физике) и *y* (сознание в психологии). Логика такова: если в каждой из двух наук два явления (селекция альтернатив в физике и акт осознания в психологии) недоступны пониманию, то, «отождествив их друг с другом, мы этим самым объясним данное явление... Сознание оказывается границей между физикой и психологией, имеющей прямое отношение к обеим этим сферам. Описание сознания лишь в рамках одной из этих сфер является неполным. Лишь изучая роль сознания в обеих этих сферах, можно построить полную теорию сознания, включающую его самые глубокие (примитивные) слои» [2. С. 70].

Между тем самый глубинный (и потому самый таинственный) слой сознания есть то, что В.С. Соловьёв назвал сердцевиной нашего Я, то есть субъекта этого сознания. Это – то, что до сих пор не смогла определить ни философия и ни одна из «положительных» наук. И физика, и психология исследуют лишь объективированные свойства нашего *Dasein*, то есть лишь *артефакты нашего Я*. Само же человеческое Я, как «разрыв в природном мире», недоступно ни отвлеченному, ни эмпирическому познанию.

Мы с самого начала приняли тезис, что сознание не есть объект физики. А можно ли «сознание» считать предметом психологии? Многие заставляют думать, что сознание и «душа» (психика) – весьма разнородные понятия, и нет оснований сводить наш внутренний опыт (опыт сознания) к психике. Развитие интроспективной психологии с XIX века, а также нейропсихологии и «когнитивной психологии» в XX веке показали, что наличие сознательного опыта (например в случае с детьми) еще не предполагает какой-либо сложной психической жизни, фиксируемой понятиями «субъективность» или «самосознание» (см., например, [13]). Так что «вопрос о сознании, сознательном опыте не связан с необходимостью с исследованием именно человеческой психики... Феномен сознательного опыта выпадает из ряда психических феноменов» [13. С. 90].

Следует признать, что «сознание» – такое же пограничное («маргинальное») понятие для психологии, как и для физики. Ни психология, ни физика не могут претендовать на объяснение природы сознания, так как сознание не является непосредственным предметом ни той ни другой науки. Правда, мы скромно согласились с одним лишь феноменологическим описанием сознания, не пытаясь проникнуть в его природу. Однако можно ли построить «полную теорию сознания» (разумеется, феноменологическую), если мы отождествим две неизвестные величины  $x$  (сознание с точки зрения физики) и  $y$  (сознание с точки зрения психологии)? Пытаясь одну неизвестную объяснить через другую, мы не получаем никакого объяснения ни той ни другой.

**Что такое «квантовое сознание»?** В «расширенной многомировой концепции» Менского под сознанием понимается разделение альтернатив результатов квантовых измерений. Это разделение альтернатив должно реализовать указанное им «квантовое расщепление наблюдателя». Мы уже отмечали, что это расщепление может пониматься только как квантовое расщепление материального объекта – мозга наблюдателя. Мы также пришли к заключению: сознание не есть продукт мозга или вообще какой-либо материальной структуры. Следовательно, *разделение альтернатив нельзя отождествлять с сознанием наблюдателя.*

Однако попробуем разобраться, что имеет в виду М. Менский, говоря о «квантовом сознании». Если уж допустить абсурдное «квантовое расщепление сознания», то можно не удивляться понятию «квантового сознания», которое и вводится Менским. Это «квантовое сознание» должно постигать все возможные классические альтернативы (и тогда отсюда, конечно же, следует, что «квантовый мир существует независимо от какого бы то ни было наблюдателя»). Реальный квантовый мир не зависит от выбора альтернатив, потому что он содержит актуально *все* классические альтернативы. Он полон сам в себе, он есть *всё бытие*. Тогда, очевидно, квантовое сознание не есть сознание индивидуального наблюдателя, не есть сознание единичного субъекта, функция которого – лишь выбор одной-единственной из этих раздельных классических альтернатив. Возможно, «квантовое сознание» следу-

ет понимать как вне нас существующее гипотетическое «вселенское сознание», которым некоторые авторы (например, [14]) наделяют всю вообще материальную Вселенную. Такому «сознанию» можно приписывать любые познавательные свойства: оно может познавать все бытие – всю «квантовую реальность», то есть все параллельные миры одновременно.

Впрочем, понятие «одновременно» к этой реальности не применимо: этот квантовый мир существует вне времени (прошлое и будущее в нём обратимы вследствие линейности квантовых уравнений), вне причинности (в нём нет классической предсказуемости) и даже вне пространства (обычным, классическим образом понимаемого). Эта реальность существует не во времени, а в вечности. Человек же, субъект сознания, существует во времени, но не в геометрическом времени физических теорий, а в том времени, о котором говорит так называемая «неклассическая метафизика» в лице Анри Бергсона. Это есть метафизика целостного Я, нацеленная на построение метафизического образа мира, неотделимого от нашего Я (подробное его описание см. в [15]).

Наше индивидуальное бытие возможно только потому, что мы существуем в бергсоновом времени. Это время нашего существования, нашего собственного бытия. От пространства можно абстрагироваться, от времени – нельзя. Время – это мы, это каждый из нас. Главное свойство этого времени – то, что оно никогда не останавливается: время – текуче («текущий образ вечности», по определению Платона). Это значит, текучи и мы: *fiu, ergo pop sum*. Наше индивидуальное сознание, как наша *становящаяся* разумность, потому и недоступно фиксации в определенных понятиях, что оно никогда не существует, но всегда становится, подобно текучему времени, которого никогда нет в настоящем, потому что оно всегда уходит в прошлое.

**Сознание и жизнь.** Так как «квантовое сознание» постигает все альтернативы, то, очевидно, выбор *одной-единственной* альтернативы производится только индивидуальным сознанием. Тогда, чтобы квантовая механика существовала как наука, требуется, чтобы разделение и выбор альтернатив производились всегда и всюду единообразным способом. Следовательно, так понимаемое индивидуальное сознание (как выбор альтернативы) есть нечто определенное и потому всегда себе тождественное. Оно не совместимо с текучестью, не совместимо со временем, а значит, не может быть сознанием живого существа. Неудивительно: ведь что такое «наблюдатель» в физике? Это не человеческое и даже вообще не живое существо, а идеальный элемент, вводимый в теорию для одной цели – для удобной, самой теорией диктуемой интерпретации результатов наблюдений. Наблюдатель в физике – это то, над чем смеялся «подпольный человек» Достоевского: это есть «человек вообще», то есть не живое существо, а идея.

Самый удивительный парадокс (это уже парадокс «расширенной концепции Эверетта» – РКЭ) состоит в том, что эта расширенная интерпретация применяется М.Б. Менским для объяснения именно феномена жизни. Так, по крайней мере, утверждается: «Сознание (= разделение альтернатив) есть

не что иное, как определение того, что такое жизнь в самом общем понимании этого слова» [5. С. 190]. Это означает, что разделение альтернатив – это «способность, которую живые существа выработали в процессе эволюции». Чтобы выжить, живые существа используют эту свою способность для выбора наиболее удобной для себя альтернативы, активно влияя на вероятность выбора альтернатив: они выбирают тот из классических миров, который наиболее адекватно, в силу локальной предсказуемости, соответствует выживанию.

Здесь тоже производится отождествление двух неизвестных:  $x$  (разделение альтернатив, уже отождествленное с сознанием) и  $y$  (жизнь). Жизнь «в самом общем понимании этого слова» – понятие совершенно неопределённое ни с точки зрения биологии (как органического явления), ни с точки зрения психологии (достаточно указать на гештальтпсихологию, возникшую в ответ на неовиталистические объяснения Р. Вирхова и Г. Дриша). Пол Дэвис в своей книге «Проект Вселенной» [16] указывает, что даже таким понятиям, как «сложность» и «организованность», характерным для живых существ, «недостает общепринятых математически строгих определений» (определения же, которые имеются, в одинаковой степени применимы и к живой, и к неживой материи и, стало быть, не различают их). Ещё труднее дать определения уникальности, целостности, непредсказуемости, телеологичности живых организмов. «Биологические организмы приводят учёных в крайнее замешательство» (*ib.*), и это потому, что все упомянутые свойства живой материи, характеризующие ее активность, как демонстрирует П. Дэвис, в такой же мере характеризуют всю материю вообще, что вводится даже общий термин «активная материя». «Активность» Вселенной проявилась не в её таинственном рождении в акте Большого Взрыва. «Существование Вселенной не объясняется Большим Взрывом: доисторический Взрыв стал лишь началом всего» [16. С. 5], то есть он лишь открыл возможности для причинно необусловленных, спонтанно возникающих, самоорганизующихся структурных форм. Этот новый взгляд отвергает традиционную картину «эволюции», которая предполагает возникновение новых форм на основе старых, структурно более примитивных.

Ещё ранее Илья Пригожин [19; 20] на основе созданной им термодинамики неравновесных процессов показал, что Вселенная, возникшая в неустойчивом и неравновесном состоянии, в своём развитии проходит через *бифуркации* – точки ветвления возможных путей эволюции. Он интерпретировал этот факт в духе Эпикура – как проявление свободы в самом природном мире. Самый факт такой свободы Пригожин интерпретирует как активность Вселенной, проявляющуюся в появлении её самоорганизующихся структурных форм.

Как видим, активность – не только свойство сознания, это есть и свойство неодушевленной материи. Нельзя вообще указать границу между активностью сознания и активностью материи, но такое определение сознания, которое ничего не ограничивает, лишается смысла.

**Сознание, подсознание, сверхсознание.** По М.Б. Менскому, «наблюдатель» не только разделяет альтернативы, то есть ставит «перегородки» между различными классическими мирами, но и может проникать за эти перегородки. Очевидно, это может происходить вследствие ликвидации разделения альтернатив, то есть при отключении индивидуального сознания. Тогда «при отключении явного, чувственного, сознания возникает сверхсознание, имеющее доступ к квантовой реальности, то есть ко всем альтернативным классическим реальностям» [17. С. 53]. По рассуждению Менского, это позволяет объяснить случаи так называемых необычных явлений индивидуального человеческого сознания (связанных с состояниями транса, снов, медитации и т.п.), что может служить также проверкой самой многомировой интерпретации.

В соответствии с идеей «квантового сознания» «мы должны интерпретировать сознание шире – как что-то способное к охвату всего квантового мира, всех альтернативных классических реальностей» (М.Б. Менский [3. С. 108]). Что же это за широкое понимание сознания? Нам было сказано, что сознание – это разделение альтернатив, их изоляция друг от друга. При «широком» же понимании сознания мы получаем нечто противоположное – как способность к охвату всех альтернативных классических миров. Может быть, это уже не есть «сознание», а вообще выход за пределы сознания? Менский признает это: «То, что появляется тогда вместо сознания (в обычном понимании этого слова), можно назвать расширенным сознанием или *сверхсознанием*» [3. С. 111]. Следовательно, «сверхсознание» означает лишь новое обозначение для «квантового сознания». Как же тогда понимать «необычные явления сознания» индивидуального наблюдателя? Ведь сказано было: в квантовую реальность проникает не индивидуальное сознание – оно, наоборот, изолирует отдельные классические реальности друг от друга. В квантовую реальность проникает иное – сверхсознание. Оно не имеет отношения к индивидуальному наблюдателю. Это совсем не то, что Пенроуз имеет в виду, когда говорит о способности сознания воспринимать истину непосредственно, без логики и причин (и называет эту способность главным проявлением *сознания*). Пенроуз имеет в виду сознание отдельного человеческого индивидуума.

«Возможно, что индивидуальное сознание, которое живет в некотором мире Эверетта (в определённой классической реальности), тем или иным образом может получать информацию из квантового мира в целом, то есть “заглянуть” в другие реальности», – пишет Менский [3. С. 112]. «Тем или иным образом», а каким – не уточняется. Между тем по его же логике индивидуальное сознание *никаким образом* не может иметь доступа к информации, содержащейся во всех альтернативных реальностях. Тогда на помощь приходит понятие *бессознательного*, которое окончательно запутывает всю аргументацию.

Читаем далее: «Выключение сознания означает появление доступа ко всем альтернативным реальностям. Информация из этой огромной “базы

данных” делает возможным (в бессознательном состоянии) сверхинтуицию, то есть прямое видение истины» [3. С. 111]. Оказывается, сверхинтуиция возникает – через выключение сознания – «в бессознательном состоянии». «Прямое видение истины»<sup>1</sup> ощущается через то, что психологи называют подсознанием. Что это такое?

«Человек имеет, с помощью сознания, доступ к информации из всех параллельных миров» [3. С. 111] – так Менский пытается примирить непримиримое: сознание, ставящее перегородки между параллельными мирами, и сверхсознание, проникающее через эти перегородки. Какую же роль играет в этом подсознание?

Основная мысль Менского состоит в том, что «сознание» (таинственным образом использующее для этого сверхсознание) способствует выживанию живых организмов. Между тем животные лучше человека умеют приспособиться к условиям существования через свое подсознание, которое у них доминирует над сознанием. Это показал наш выдающийся психолог Л.С. Выготский, который исследовал связь между сознанием и подсознанием. Оказалось, что сознание – плохой способ для выживания вследствие того, что оно плохо ладит с подсознанием. Подсознание и сознание говорят на разных языках и удивительно скверно понимают друг друга. Сознание оперирует знаками – прежде всего, словами, понятиями, смыслами, отчасти образами, тогда как подсознание – ощущениями, эмоциями, чувствами, которые на язык слов не переводятся. Сознание – плохой помощник подсознанию в задаче выживания: подсознание подсказывает организму, как лучше выживать, сознание же, не понимая языка его сигналов, наполняет живой организм страхами перед неизвестным, «комплексами», необоснованными тревогами.

Нам так и осталось непонятным, каким образом подсознание, столь плохо взаимодействующее с сознанием, может перепрыгнуть через него к сверхсознанию, чтобы открыть выход в «квантовую реальность». Однако, допустим, что это *каким-то образом* происходит («тем или иным образом»). Что мы тогда получим?

Нам предлагается поверить, что выход в квантовую реальность позволяет извлечь полезную информацию из других миров, чтобы использовать её для целей наилучшего выживания. Позвольте, однако, в это не поверить.

Что означало бы для нас познание всей полноты бытия? Оно не способствовало бы нашему выживанию — оно обратило бы нас в прах, уничтожило бы нас как индивидуальности. «Если бы нам лишь однажды показали всё бытие, – пишет Х.Л. Борхес [18. С. 545], – мы были бы раздавлены, сломлены, уничтожены. Мы бы погибли. Время – дар вечности. Оно позволяет нам жить в последовательности, потому что мы не вынесли бы безмер-

---

<sup>1</sup> «Прямое видение истины» порождает вопрос: а кто является субъектом этой истины? Кто воспринимает истину непосредственно? Ведь «квантовое сознание» не предполагает никакого индивидуального субъекта. Кому принадлежит сверхсознание? Кто является его носителем? Вопрос остается без ответа.

ной тяжести совокупного бытия Вселенной». «Целостность бытия для нас невыносима, – предостерегает Борхес. – *К счастью, мы её не знаем*» (курсив наш. – В.З). Нам следует благодарить судьбу (или Бога) за то, что отдельный индивидуум не наделен всей полнотой такого «вселенского сознания».

О том же самом говорит Анатолий Франс в сборнике философских новелл «Сад Эпикура». «Неведение, – пишет он, – это необходимое условие самого существования. Если б мы знали всё, мы не в состоянии были бы мириться с жизнью ни одного часа... Если бы какой-нибудь человек, обладая, подобно Богу, истиной, совершенной истиной, выронил бы ее из рук, мир был бы уничтожен на месте и вселенная тотчас исчезла бы, как тень».

Представьте себе, что вам открылась вся квантовая реальность – пали бы все перегородки между альтернативными мирами. Тогда, например, в одном альтернативном мире вы увидели бы живого шредингеровского кота, а в другом этот же кот представился бы вам, индивидуальному наблюдателю, мертвым. Не сойдет ли с ума этот наблюдатель при открывшихся ему вполне совместимых альтернативах?

К счастью, мы не знаем совокупного бытия Вселенной. Это наше счастье, что существуют индивидуальности и нашему индивидуальному Я недоступно знание всего бытия. Благодаря этой тайне, этому незнанию существует наше Я. Квантовая реальность – это такая реальность, которая уничтожает наше Я; это такая реальность, в которой нашему Я нет места. Кто же живёт в параллельных мирах? Не знаем. Я думаю, и М.Б. Менский нам не ответил бы.

Между тем (вспомним Пенроуза), сердцевину нашего Я образует интуиция, источник всех великих творческих прозрений, делающих мир нашего Я столь удивительно прекрасным. Сами эти творческие прозрения составляют для нас тайну, они необъяснимы. «Без покрова нет красоты, – пишет там же А. Франс. – Из всех видов очарования сильнее всего над душой человека очарование тайны». Красоту бытия мы несём в себе сами, и мы должны быть благодарны Тому, кто дал нам этот наш антропный мир, изолировав нас от убийственной квантовой реальности. Говорят, что жизнь особенно притягательна для нас тем, что в нас живет ощущение собственной смертности (и этим человек отличается от всех остальных живых существ). Смерть же рождается существованием стрелы времени. В квантовой реальности нет стрелы времени, нет прошлого и будущего, нет поводов для надежд и ожиданий. Если бы даже и было кому жить в этой «реальности», такая «жизнь» показалась бы адом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Менский М.Б. Феномен сознания с точки зрения квантовой механики // Метафизика. – 2012. – № 13. – С. 103–114.
2. Менский М.Б. Квантовая механика, сознание и мост между культурами // Вопросы философии. – 2004. – № 6. – С. 64–74.
3. Менский М.Б. Сознание и квантовая механика // Фрязино: ВЕК 2. – 2011.

4. Менский М.Б. Интуиция и квантовый подход к теории сознания // Вопросы философии. – 2015. – № 4. – С. 48–57.
5. Менский М.Б. Человек и квантовый мир. – Фрязино: ВЕК 2, 2005.
6. Менский М.Б. Квантовая механика: новые эксперименты, новые приложения и новые формулировки старых вопросов // Успехи физических наук. – 2000. – Т. 170. – № 6. – С. 631–648.
7. Пенроуз Р. Новый ум короля. О компьютерах, мышлении и законах физики. – М.: ЛКИД/URSS, 2008.
8. Пенроуз Р. Тени разума. В поисках науки о сознании. – Москва-Ижевск: РХД, 2003.
9. Соловьёв В.С. Теоретическая философия // Соч.: в 10 т. Т. 9. – СПб., 1911.
10. Pascal B. Pensées. Paris, 1962.
11. Хайдеггер М. Что значит мыслить? // Разговор на просёлочной дороге: сб. статей. – М.: Высш. школа, 1991.
12. Бердяев Н.А. О назначении человека. – Париж: YMCA – PRESS, 1931.
13. Иванов Д.В. Сознание как объект метафизических исследований // Вопросы философии. – 2009. – № 2. – С. 86–96.
14. Бейли А. Сознание атома. – М.: Навна 3, 2003.
15. Захаров В.Д. Метафизический образ мира // Метафизика. – 2012. – № 1 (3). – С. 15–38.
16. Дэвис П. Проект Вселенной. Новые открытия творческой способности природы к самоорганизации. – М.: Библиейско-богословский институт св. апостола Андрея, 2009.
17. Менский М.Б. Наука и религия в XXI веке: взаимная необходимость // Метафизика. Век XXI: сборник трудов. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2004. – Вып. 3. – С. 44–62.
18. Борхес Х.Л. Время // Борхес Х.Л. Соч.: в 4 т. – Т. 3. – СПб: Амфора, 2005. – С. 543–552.
19. Пригожин И. Конец определённости. – Москва – Ижевск: РХД, 2001.
20. Пригожин И. От существующего к возникающему. – М.: Комкнига/URSS, 2006.

## THE EXPANDED MANY-WORLDS INTERPRETATION OF QUANTUM MECHANICS AND ITS CRITIQUE

V.D. Zakharov

In the “extended multi-world interpretation” of M. Menski the consciousness of the observer is indentified with division of the alternative results of the quantum measurements. I show the groundlessness of this indentification, because it leads to the contradictory “quantum splitting” of the observer consciousness.

**Key words:** extended multi-world interpretation of the quantum mechanics, quantum measurements, causality, quantum consciousness, subconsciousness, super-consciousness.

# ФИЛОСОФИЯ МИРОЗДАНИЯ

## КРЕАТИВЫ МЕТАФИЗИКИ АРИСТОТЕЛЯ И ЦЕЛЕСООБРАЗНЫЙ РАЦИОНАЛИЗМ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ

В.А. Яковлев

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

В статье реконструируются важные рациональные креативы учения Аристотеля с позиций их значимости для современной философии и науки. Выделяются методологические, онтологические и эпистемологические креативы, сыгравшие большую роль в развитии философии и науки. Особо подчёркивается значение энтелехиальной причинности и её интерпретации в науке.

**Ключевые слова:** метафизика, креативы, программы, аналитика, герменевтика, причины, метод, рационализм, энтелехия, наука.

### Введение

Закончился 2016-й год, который был объявлен ЮНЕСКО Годом Аристотеля. Прошло 2400 лет со Дня рождения величайшего философа, определившего стратегию развития европейского рационализма. По всему миру прошли юбилейные торжества – конгрессы, конференции, собрания, семинары и др. Наиболее важным и представительным оказался Всемирный философский конгресс «Аристотель: 2400 лет» (Салоники, 23–28 мая 2016). Конгресс был организован Междисциплинарным центром аристотелевских исследований Университета имени Аристотеля, на котором выступали с докладами и обсуждениями известные философы современности.

Важно также отметить ещё один Всемирный философский конгресс «Философия Аристотеля» (Афины, 10–20 июля 2016 г.) под эгидой Международной федерации философских обществ (FISP). В его организации и проведении приняли непосредственное участие Греческое философское общество, Международная ассоциация греческой философии и Философское общество Кипра. На этом конгрессе также выступили ведущие философы-аристотелеведы, ведущие учёные и культурологи.

Россия внесла свой вклад в эти юбилейные торжества. В Москве на базе Института философии РАН была проведена международная конференция

«Наследие Аристотеля как конституирующий элемент европейской рациональности» (Москва, 17–19 октября 2016 г.). Конференция стала составной частью Всемирного конгресса «Аристотель сегодня». В разработке и реализации московского аристотелевского проекта приняли участие Институт всеобщей истории РАН, Олимпийский центр философии и культуры (Афины), Новосибирский государственный университет и др. расскажут об уникальных открытиях Аристотеля и о роли философии в нашей жизни.

Данная статья написана на основе доклада, сделанного мною как участником Московской международной конференции [1. С. 54].

### **Креативы методологии**

Начиная с XVI–XVII вв., с позиций новой зарождающейся эмпирико-математической науки Стагирита как «главного схоласта» (Ф. Бэкон), олицетворяющего «идола театра», жёстко и дружно критикуют практически все философы и учёные. Авторитет Аристотеля, по мнению Б. Рассела, в это время «...стал серьёзным препятствием для прогресса как в области науки, так и в области философии. С начала XVII в. почти каждый серьёзный шаг в интеллектуальном прогрессе должен был начинаться с нападков на какую-либо аристотелевскую доктрину» [2. С. 180].

На наш взгляд, это действительно верно в отношении процесса становления классической науки. Однако трудно согласиться с английским учёным и философом, когда, оценивая логические взгляды Аристотеля, он пишет: «В наше время его влияние столь враждебно ясному мышлению, что с трудом помнишь, какой огромный шаг вперёд он сделал по сравнению со всеми своими предшественниками (включая Платона), какой превосходной, великолепной всё ещё казалась бы его логическая система, если бы она осталась одной из ступеней прогрессивного развития, вместо того чтобы стать (как это случилось на деле) тупиком в развитии логики, за которым последовало более двух тысяч лет застоя» [2. С. 216].

Рассел, сам выдающийся математик и логик XX века, выделяет формальные недостатки аристотелевской логики (путаница в использовании понятий субъекта и предиката) и содержательные (переоценка силлогизма как вида дедуктивного доказательства). Учёный также критикует излишнее, по его мнению, акцентирование внимания Аристотелем на десяти категориях, якобы выражающих фундаментальные свойства мироздания. Рассел пишет: «В заключение скажу, что доктрины Аристотеля... полностью ложны, за исключением формальной теории силлогизма, не имеющей большого значения. В наши дни любой человек, который бы захотел изучать логику, потратил бы зря время, если бы стал читать Аристотеля или какого-либо из его учеников... В течение всей новой эпохи практически каждый успех в науке, логике или философии приходилось вырывать зубами у сопротивляющихся последователей Аристотеля» [2. С. 223].

Зададимся простым вопросом – разве, критикуя Аристотеля, Рассел не соблюдает три известных закона формальной логики, эксплицированные Стагиритом в «Органоне»? Очевидно, что соблюдает, поскольку даёт определения понятиям и старается придерживаться их фиксированных значений в своих рассуждениях (закон тождества). В текстах Рассела не встретишь взаимоисключающих в одном и том же отношении утверждений (закон недопустимости противоречия). Даже в своей категоричной оценке – «доктрины Аристотеля... полностью ложны» – учёный уверен, что высказывает *истинное* суждение, противоположное которому будет *ложным*, а не каким-либо третьим по значению (закон исключённого третьего). Если же учесть ещё, что Рассел использует определённую систему аргументации, оппонируя Стагириту, то, можно сказать, Рассел согласен и с четвёртым законом (достаточного основания), хотя и не вполне чётко сформулированным Аристотелем.

Однако в таком случае логично утверждать, что учёный, излагая свои мысли по поводу «тупиковости» логики Аристотеля, вольно или невольно использует эту самую логику во всех своих рассуждениях. На наш взгляд, излишняя суровость критики проистекает из того, что Рассел неосознанно смешивает логику как формально-математическую науку, которая бурно развивалась на рубеже XIX–XX веков (построение искусственных языковых систем), и логическую структуру естественных языков, без которой была бы невозможна ни внутриязыковая, ни межъязыковая коммуникативная практика. Кстати заметить, что такого рода смешение может вести и прямо к противоположной оценке логики Аристотеля. Так, согласно И. Канту, после своего создания и утверждения Аристотелем логика «...до сих пор не могла сделать ни шага вперёд и, судя по всему, она кажется наукой вполне законченной и завершённой» [3. С. 82].

Нередко встречается точка зрения, что последующее развитие науки опровергло представление Канта об априорности пространства и времени, а также его отождествление физики с геометрией Евклида. Но, на наш взгляд, ключевая идея априоризма в философии Канта, напротив, явилась важнейшим креативным импульсом для развития науки. Без открытия трансцендентальной (метафизической) структуры мира было бы невозможно ни открытие так называемых неевклидовых геометрий, с их последующим применением в теории относительности Эйнштейна, ни проникновение в глубины микромира, в котором даже «квантовая логика», чтобы быть понятой, должна излагаться с учётом принципов логики Аристотеля.

Здесь важно подчеркнуть, что Стагирит в отличие от своего учителя Платона не пытается создать теорию креативности космогонического масштаба или развить метод сократовской майевтики. Он осмысливает уже нечто осуществлённое и ставшее сущим как в бытии, так и в сфере познания. Вот почему Аристотель классифицирует все науки в иерархическом порядке на три группы. Первая группа – это теоретические науки: философия, физи-

ка, математика; вторая – творческие науки: живопись, музыка, поэзия; третья – практические дисциплины: политика, этика, экономика.

Наиболее важной выступает первая группа наук, где тоже существует своя иерархия. Аристотель пишет: «Физика занимается предметами, существующими самостоятельно, но предметы эти не лишены движения; у математики некоторые отрасли имеют дело с объектами неподвижными, но такими, пожалуй, которые не существуют отдельно, а даются в материи; что же касается первой философии, то она рассматривает и обособленные предметы, и неподвижные» [4. С. 108]. Метафизика (первая философия) – это креатив науки наук, поскольку предметом её является «...наиболее ценный род сущего...; все другие науки более необходимы, нежели она, но лучше нет ни одной... ибо она существует ради самой себя» [4. С. 22]. Это, по Аристотелю, означает высшую свободу творчества по сравнению, например, с искусством, где творчество всегда ограничено подражанием природе («мимесис»), хотя автор свободен в выборе объекта и средств подражания.

Делая акцент на ясности и точности изложения научной теории, понимаемой как совершенное интеллектуальное созерцание природы, Аристотель создаёт первую в истории философии методологическую парадигму исследовательской деятельности. Эта парадигма, которой строго следовал сам Стагирит, какой бы темой он ни занимался, и которая вполне соответствует требованиям, предъявляемым к современной научной работе, может быть представлена в обобщённом виде следующими положениями: 1. Чёткая постановка проблемы исследования; 2. Критический анализ (в историческом и логическом аспектах) различных точек зрения и подходов, связанных с данной проблемой. Заметим, что об учениях многих философов Античности стало известно именно из трудов Аристотеля, который нередко позволял и довольно резкие оценки своих предшественников («Эмпедокл лепечет», «устаревшая форма» учения Эмпедокла и т.п.); 3. Привлечение нового материала и логически корректных суждений для предлагаемого нового варианта решения проблемы; 4. Акцентирование внимания на новизне, обосновании этого варианта и анализе возможных возражений; 5. Авторская оценка дальнейших перспектив исследований в данном направлении.

Отметим, что в этой парадигме, с современной точки зрения, явно не хватает положения о приборно-материальной базе и конкретных экспериментальных методиках. Однако это не упущение Аристотеля, а его принципиальная установка на понимание идеала научности как интеллектуального созерцания гармонии мира, где любое экспериментирование ведёт лишь к искажению естественности и делает невозможным понимание сущностных причин бытия. Кроме того, принципы конкретных исследований опираются в конечном счёте на принципы первой философии, впоследствии получившей название «метафизики», определяющие эти сущностные причины.

## Креативы метафизики бытия

Первая философия рассматривает «...сущее как таковое и то, что присуще ему по себе...». Иначе говоря, предмет её исследований «...составляют начала и высшие принципы... которые... должны быть началами и принципами некоторой существующей реальности... согласно её собственной природе» [5. С. 412]. Принципы метафизики, лежащие в основании всех наук, в своей совокупности составляют то, что называется высшей мудростью. Задача философа – в мысленном созерцании выявить эти первоначала и тем самым открыть дорогу для развития частных наук.

В отличие от исходного принципа Гераклита «всё течёт... одно и то же существует и не существует» Аристотель в качестве важнейшего первоначала утверждает принцип невозможности одновременного и единосмыслового существования противоположностей. Он пишет: «...вместе существовать и не существовать нельзя...» [5. С. 413], так же как «...невозможно ничего мыслить, если не мыслить [каждый раз] что-нибудь одно...» [5. С. 415].

Таким образом, исходный метафизический принцип Аристотеля един для бытия и мышления и на его основе формулируются четыре субстанциально-причинных креатива, определяющих сущность каждой вещи. Развиваемая Аристотелем так называемая теория эссенциализма принципиально отлична от теории эйдосов его учителя Платона, поскольку постулирует наличие этих сущностных причин в самих реальных вещах. Для того чтобы понять сущность любой вещи, необходимо ответить на вопросы – из чего в конечном счёте состоят все вещи; благодаря чему они отличаются друг от друга; почему в мире существует движение; какие возможны в принципе виды движения. В «Метафизике» Аристотель пишет: «О причинах речь может идти в четырёх смыслах: одной такой причиной мы признаём сущность и суть бытия; другой причиной мы считаем материю и лежащий в основе субстрат; третья – то, откуда идёт начало движения; четвёртой – причину, противоположащую [только что] названной, а именно – “то ради чего” [существует вещь] и благо (ибо благо есть цель всего возникновения и движения)» [6. С. 23]. Согласно Аристотелю, материя есть потенция, а форма – энтелехия.

Субстанциально-причинный креатив формы-движения-цели («энтелехии») есть высший единый духовный абсолют – Бог как форма всех форм, неподвижный перводвижитель, жизненная благость в самом себе. Об этом Боге Аристотель пишет: «Если поэтому так хорошо, как нам иногда, богу всегда, то это изумительно; если же лучше, то ещё изумительнее. А с ним это так и есть. И жизнь, без сомнения, присуща ему... Мы утверждаем поэтому, что бог есть живое существо, вечное, наилучшее, так что жизнь и существование непрерывное и вечное есть достояние его...» [5. С. 421].

Энтелехия в общем понимается в качестве внутренней силы (энергии), диспозиционно запрограммированной на определённую цель и достижение результата. Посредством энтелехии реализуются возможности сущего в самом бытии.

Материальная причина-субстанция противостоит божественному креативу формы-движения-цели, но в то же время и дополняет его как некая их совечность и составляющая всех вещей. Первоматерия – нечто абсолютно бесформенное и неопределённое – являет собою то, из чего состоят в конечном счёте и из чего возникают, благодаря форме, отдельные конкретные вещи. Первоматерия сама по себе непознаваема, но о ней можно догадываться, следуя нисходящей цепочке – от сложных материальных образований ко всё более простым и неопределённым (например, камни – материальный субстрат для строительства дома; земля и глина – материальный субстрат для камней и т.д.). Первоматерия отделяет бытие от небытия, является необходимым условием индивидуализации вещей и в то же время причиной их изменений и преходящести. Наиболее активную роль в мирообразовании играет, однако, креатив формы-движения-цели, вне которого материя пребывает лишь как чистая возможность (потенциальность).

Миротворчество находит высшее выражение в появлении души – идеальной движущей-целевой и формальной причины живого тела. Душа есть свидетельство существования нечто божественного и участия в божественном мироустройстве, даже если личностного бессмертия и не существует. Органическое тело обладает собственным бытием, заключающим в себе материальную субстанцию и идеальную форму души. «Душа есть энтелехия естественного органического тела» [5. С. 453], а значит, она присуща и самым простым формам жизни, включая и растения.

«Итак, душа неотделима от тела» [5. С. 455], но у человека она состоит из разных частей, главной из которых является её познающая часть, овладевающая мудростью – “...так называемый ум в душе, то есть ум, которым душа рассуждает и понимает...”» [5. С. 456]. Эта часть души крайне слабо связана с телом и напоминает Нус Анаксагора в плане способностей познания мира, однако в отличие от Нуса существует не вовне, а в самом человеке: «Ум отделён только в своей сущности, и только с этой стороны он бессмертен и вечен» [5. С. 458].

Последовательное изложение Аристотелем метафизических креативов бытия, включая и сущностную идеальную «душу-ум» человека, позволяет осмыслить особенности и креативы различных форм духовной деятельности, в том числе и процесса познания.

### **Креативы познания**

Душа-ум – это основной креатив познавательной деятельности субъекта. Этот креатив трансцендентален, поскольку сам ничем более не обусловлен, присутствует в субъекте изначально и определяет весь процесс познания. В отличие от Платона Стагирит не считает, что подлинное знание от рождения в скрытой форме уже содержится в душе каждого человека и надо только уметь с помощью диалектического метода вопрошания осознать его. Душа-ум по определению рациональна, как рациональны и метафизические

основания мироустройства. Поскольку рациональность изначально присутствует в мире и носит универсальный характер (панлогизм), постольку возможен в принципе и процесс познания.

Однако в реальности каждый отдельный индивид начинает познание с чувственных ощущений, которые дают достаточно адекватную картину окружающего мира, необходимую для успешной повседневной практики. Но чувственное знание принципиально ненаучно, поскольку только душа-ум может познавать метафизические абсолюты и «...имеет своим предметом различные причины и начала, указываемые иногда с большею, иногда с меньшею точностью» [6. С. 107]. Точность в конечном счёте может достигать и абсолюта, если выявляется нечто необходимо общее. Реальный процесс познания всегда носит творческий характер, поскольку индивид обладает свободой выбора, а значит, может ошибаться и принимать за знание нечто иное, а не необходимо общее. Человек не только субъект деятельности («праксис»), протекающей согласно сложившимся традициям и стереотипам, но и субъект творчества («пойэсис»), которое универсально и трансцендентально. Аристотель пишет: «Творческое начало находится в творящем, будь то ум, искусство, или некоторая способность...» [7. С. 117].

Философ считает, что стремление к познанию присуще душе-уму априори. Любознательность – это природное качество и человека, и высших животных. Возможность объективного познания проистекает из единой рациональной основы мироздания. Поэтому, с его точки зрения, субъективный идеализм и деструктивный скептицизм беспочвенны и в конечном счёте самопроверяемы, поскольку их сторонники никоим образом не следуют своим теориям в реальной жизни – «подобных взглядов не держится никто».

Познавательный процесс всегда связан с трудностями осмысления и рационализации чувственных ощущений, «...но чтобы не существовали те лежащие в основе предметы, которые вызывают чувственное восприятие, хотя бы самого восприятия и не было, – это невозможно» [8. С. 72–73]. Познание начинается с нечто явного и известного для нас, данного через органы чувств и отражающего что-то объективно существующее, единичное. Термином сенсуализм обозначается та ступень познания, где человек и животные непосредственно взаимодействуют с окружающим миром. Вторая ступень – опыт («эмпейриа») как накопление чувственного «знания индивидуальных вещей» в процессе жизнедеятельности живого организма. На основе этого опыта становится возможной следующая ступень познания – искусство («технэ») как способность созидания новых объектов, необходимых в практической деятельности человека. Высшей ступенью познания является наука, основа которой – философия, раскрывающая в теоретической форме подлинную сущность вещей.

Опыт необходим, чтобы выявить в конечном счёте метафизические начала каждого феномена. Для последовательного обобщения опыта необходимо использовать, согласно Аристотелю, креатив индукции. Философ утверждает, что индукция невозможна без чувственного восприятия, а об-

щее нельзя рассматривать без посредства индукции. Многократное восприятие отдельного приводит к осознанию очевидности общего. Посредством чувств душа воспринимает формы ощущаемого, поскольку «...чувство способно воспринимать формы ощущаемого без его материи, подобно тому как воск воспринимает отпечаток перстня без железа или золота» [9. С. 421]. Однако, хотя «...орган чувства тождественен со способностью ощущения, но существо его иное, ведь иначе ощущение было бы пространственной величиной» [9. С. 422]. Чувства обладают креативной способностью переводить потенциально существующие в объектах качества в актуальные. Например, мёд лишь потенциально сладок, а наше ощущение переводит это потенциальное качество в актуальное, когда мы едим мёд. Итак, согласно Аристотелю, чувственное познание необходимо, оно едино для всех людей, но в нём нет какой-либо мудрости. Его креативность проявляется лишь в том, что через него раскрывается рациональная структура ума-души, которая обладает неисчерпаемым креативным потенциалом, поскольку роднит человека с Богом. Аристотель считает, что ум «...не подвержен ничему, он ни с чем не смешан, будучи по своей сущности деятельностью... этот ум не таков, что он иногда мыслит, иногда не мыслит. Только существуя отдельно, он есть то, что он есть и только это бессмертно и вечно» [9. С. 436].

Предвосхищая известное изречение И. Канта «Мысли без содержания пусты, созерцания без понятий слепы», Аристотель утверждает, что человек, не имеющий ощущений, ничему не научится и ничего не поймёт. Созерцание умом подразумевает созерцание в представлениях. Представления – это необходимое условие актуализации имплицитно присутствующих в душе-уме форм бытия и их трансформации в креативы энтелехий. «Таким образом, – справедливо заключает А.Н. Чанышев, – у Аристотеля побеждает рационалистическая линия: знание существует до процесса познания» [10. С. 338].

Рацио является началом науки, тогда как аналитика – наукой о мышлении (термин «логика», как известно, используется стоиками). По убеждению Стагирита, аналитика превосходит в строгости и точности диалектический метод Платона, представленный в диалогах Сократа. На основе аналитики формируются важные гносеологические креативы – категории, представляющие общие роды высказываний и различные фигуры силлогизмов. Для достижения истины в процессе познания одинаково необходимы как логическая корректность в построении суждений, так и исходные принципы их построения, выражающие метафизику самого бытия. Понятия «истины» и «лжи» обладают специфическим гносеологическим статусом, поскольку истинное и ложное всегда есть определённое сочетание мыслей.

В отличие от «мнимой мудрости» софистов (метод эвристики) и диалектических правдоподобно-вероятностных рассуждений Сократа («топика») креатив аподиктически истинного силлогизма («аналитика»), по убеждению Аристотеля, должен привести субъекта к строгому, точному знанию, базирующемуся на высших трансцендентальных принципах бытия и самого

разума. Креативная способность разума проявляется не только в способности к открытию этих принципов, но и совершению порой внезапных скачков от частного к общему, от отдельного случая, события к широким обобщениям и проникновению в сущность вещей.

Заметим, что природу этих скачков впоследствии будут осмысливать многие крупные учёные (вспомним, например, Пуанкаре и Эйнштейна), размышляющие над своим личным научным опытом. А иррационалисты (прежде всего А. Бергсон) отнюдь не беспочвенно будут рассуждать о наличии в интеллекте креативного инстинкта интуиции как формы и продукта творческой эволюции.

Так или иначе, но именно Аристотель разработал наиболее общую и целостную теорию познавательного процесса, которая имела и имеет позитивное значение для выдвижения других теорий познания. Однако вряд ли так однозначно можно сказать о естественнонаучных идеях классика Античности.

### **Креативы или догмативы естествознания?**

Действительно, поставленный в подзаголовке вопрос указывает на затруднительность оценки этой части учения Аристотеля. Аналитический метод самого Стагирита здесь не поможет. Лишь в «спирали» истории развития фундаментальных идей науки можно говорить о креативном потенциале натуралистических взглядах древнегреческого мыслителя.

Аристотелю несомненно принадлежит первенство в создании наиболее полной первой научной картины мира, опирающейся на известные к тому времени сведения и наблюдения. Также впервые была разработана чёткая классификация наук. Досократики стремились объяснить устройство мира на основе отдельных элементов (вода Фалеса, воздух Анаксимандра, огонь Гераклита) или их сочетания (Эмпедокл). В качестве «архе» выдвигались и умозрительные абстрактные сущности – апейрон Анаксимена, число пифагорейцев, бытие элеатов, гомеомерии Анаксагора, атомы Демокрита. В качестве движущих сил, упорядочивающих Космос, рассматривались такие антропоморфные понятия, как любовь, вражда, логос, гармония, ум. Аристотель же ввёл эвристически значимое для естествознания понятие «потенциальности» и развил учение о системе безличных метафизических причин (сил), объясняющих всё мироздание.

С определённой, конечно, натяжкой, но всё же можно сказать, что это был прообраз так называемой «теории всего», о которой не перестают мечтать многие современные физики. Ученик преодолел также эзотерику своего учителя Платона о раздельном бытии сущностей и существующего, о существовании двух миров, из которых подлинным и первичным является мир эйдосов, а не природных объектов. Представления Аристотеля о космоустройстве легли в основу математически выверенной астрономии Кл. Птолемея, считавшейся вплоть до открытия И. Кеплером известных трёх зако-

нов движения планет, наиболее точной и практичной по сравнению с теорией Н. Коперника.

Парадоксально, но факт – так называемая качественная физика Аристотеля, казалось бы раз и навсегда преодоленная классической физикой Галилея и Ньютона, по своим фундаментальным идеям, как утверждают многие известные современные учёные, вполне сопоставима с принципами построения современных физических теорий. Речь идёт, прежде всего, об отрицании существования абсолютной пустоты, передаче импульса от точки к точке с конечной скоростью, существования исходной первоматерии (физический вакуум), неразрывной связи движения, материи и времени, возможного взаимопревращения элементов и др.

Стагирит положил начало всестороннему исследованию ойкумены человеческой цивилизации, причём, можно сказать, с привлечением и использованием ресурсов государственной власти. По свидетельству Плиния Старшего, Александр Македонский, воспитанник Аристотеля, став царём, не только щедро отблагодарил его, но и выделил ему в помощь несколько тысяч человек, которые описывали флору и фауну покорённых Александром стран, составляли географические карты, сообщали об астрономических и математических знаниях тамошних учёных.

Без всего этого были бы невозможны такие обширные классификационные системы (только более пятисот описанных видов животных), отражающих в конечном счёте ступени эволюции, которые в XVIII веке швейцарский натуралист Бонне назовёт «лестницей существ». Хотя, согласно натурфилософии Аристотеля, все виды неизменны и сосуществуют извечно, обилие эмпирического материала и принципы классификации несли значительный эвристический потенциал, позволивший в XIX веке прийти к научной теории эволюции Ч. Дарвина. Не случайно, сам английский учёный, высоко оценивая своих предшественников Линнея и Кювье, тем не менее, отмечал, что они «все же дети по сравнению со стариной Аристотелем». В историческом плане заслуги Аристотеля в области биологии неоспоримы. Как известно, жевательный аппарат морских ежей называется «Аристотелев фонарь».

Классик античной философии был первым, кто выделил естественную часть души, можно сказать, физиологическую основу сознания, обозначив тем самым декартовскую проблему души и тела (*mind & body*), являющуюся в современной науке и философии одной из самых актуальных. В отличие от фалесовского «магнит имеет душу» и экзотических «огненных атомов души» Аристотель в своём учении о душе довольно далёк от анимистских и гилозоистских представлений. По его мнению, одушевлено только живое, хотя степени одушевлённости могут быть разные – растение, животное, человек. Отметим в этой связи, что в настоящее время установлен, хотя пока и не объяснён, научный факт позитивной реакции на гармоничную классическую музыку всех этих ипостасей жизни. Тезис Аристотеля, что душа не может существовать без материи, полностью соответствует современным

научным представлениям о сознании как функции нейродинамических связей головного мозга, имеющих физико-химическую основу.

Однако, говоря о догматах учения Аристотеля, можно согласиться с указанным выше мнением Б. Рассела, что в целом новоевропейская наука рождалась в борьбе с натурфилософскими догмами Аристотеля, с его закреплённым в веках Средневековья авторитетом или, как скажет Фр. Бэкон, «идолом театра». Преодоление парадигмы аристотелизма рассматривается как важнейшая предпосылка становления классической науки, прежде всего астрономии и физики.

Известный историк и философ науки А. Койре справедливо утверждает, что «...великие научные революции всегда определялись катастрофой при изменении философских концепций» [11. С. 15]. По его мнению, переход от качественной физики Аристотеля к новоевропейской экспериментальной и математической физике стал возможен в результате ознакомления и осмысления европейскими философами и учёными главных идей учения Платона. А. Койре пишет: «Рождение новой науки совпадает с изменением – мутацией – философской установки» [11. С. 19]. Галилей, в частности, открыто признавался в своей приверженности априористским установкам пифагорейцев и Платона. В «Диалогах» он пишет: «То, что пифагорейцы выше всего ставили науку о числах, и что сам Платон удивлялся уму человеческому, считая его причастным божеству только потому, что он понимает природу чисел, я прекрасно знаю и готов присоединиться к этому мнению» [12. С. 197].

Отметим также, что современная квантово-релятивистская научная картина мира совсем не похожа на статичную картину мира Аристотеля, а его классификация наук, конечно, не выдерживает критики на фоне современных классификационных систем (Б.М. Кедров).

Поэтому нельзя, на наш взгляд, согласиться с М. Хайдеггером, когда он пишет: «Не имеет смысла говорить, что современная наука точнее античной. Так же нельзя сказать, будто галилеевское учение о свободном падении тел истинно, а учение Аристотеля о стремлении легких тел вверх ложно; ибо греческое восприятие сущности тела, места и соотношения обоих покоится на другом истолковании истины сущего и обуславливает, соответственно, другой способ видения и изучения природных процессов. Никому не придет в голову утверждать, что шекспировская поэзия пошла дальше эхилловской. Но еще немыслимее говорить, будто новоевропейское восприятие сущего вернее греческого» [12. С. 42].

Хайдеггер, как ранее и О. Шпенглер, пытается разорвать единую линию рациональности, наиболее отчётливо выраженной в развитии европейской науки. Вряд ли корректно и сравнение с литературой, поскольку в ней создаются образцы (образы) эстетичности и морали, действительно представляющие непреходящий интерес с точки зрения современности именно в силу их исторической уникальности.

Коперниканский переворот всё-таки произошёл, а драматизм событий, сопровождавших его, – сожжение Дж. Бруно, суд инквизиции над Г. Галилеем, запрещение и сжигание книг и др. – был непосредственно связан с теологизацией и догматизацией учения Аристотеля. Научная космология никогда уже не вернётся к его идеям геоцентризма, качественного разграничения подлунного и надлунного миров, божественного первоимпульса, «трущихся» небесных сфер, естественного и вынужденного видов движения, неизменности и вечности наблюдаемого космоса.

Также, очевидно, безвозвратно отошли в историю натурфилософские идеи Аристотеля об исключительном по своим качествам, в сравнении с земными субстанциями, космическом элементе эфира, о совершенстве и простоте кругового движения, силы как причины движения, энтелехиальной первопричины в лице Бога и многие другие явно архаичные идеи.

Описательный подход Аристотеля к различным видам живого уже давно воспринимается как самый предварительный, хотя и необходимый, для понимания законов строения и функционирования органического мира. Сейчас, как известно, наука «работает» на клеточном и молекулярном уровнях живого с применением необходимых физико-химических методов и математических моделей.

### Заключение

Подведём основные итоги нашего краткого анализа основных метафизических идей Аристотеля. Аристотель возвёл первую философию (метафизику) на пьедестал царицы наук, аргументированно показав, что именно она открывает и исследует предельные (трансцендентальные, априорные) структуры мироздания и всех форм социокультурного творчества. Никакие позитивистские направления в философии так и не смогли опровергнуть этот основной креатив учения классика Античности. Была впервые разработана, формально и содержательно, чёткая система требований, предъявляемых к тексту, претендующему на научную значимость. Хотя сократовские диалектические построения встречаются и в эпоху становления классической науки (диалоги разных учёных мужей в работах Бруно, Галилея и др.), явно доминирующим становится построение авторского текста по «рецепту» основателя школы перипатетиков. Выдвинув креатив четырёх причин мироздания, включая и энтелехиальную, Аристотель на тысячелетия вперёд «загадал загадку» всему естествознанию. Философы и учёные XVII–XVIII веков отбросили энтелехию как не имеющую ничего общего с наукой и только мешающую её развитию. Вспомним, однако, что в начале XX века немецкий эмбриолог Г. Дриш утверждал, что развитием зародыша управляет некий нематериальный фактор – *энтелехия*. К. Поппер в своих поздних работах неоднократно говорит о творческом (целесообразно-рациональном) потенциале Вселенной, реализация которого во времени сделала возможным появление таких очевидных проявлений человеческих энтелехий, как наука,

поэзия, музыка, живопись и др. Современное зрелое естествознание XX–XXI веков всё чаще обращается к идее синергетической целесообразности устройства мироздания и целенаправленности его развития – антропный принцип в космологии, идея автопоэзиса в биологии, введение понятий автосборки молекул и автокатализа в химии. Все больше космологов и физиков рассуждают о «целесообразности и гармонии» физических законов, исходной «информационной матрице», или «генетическом коде», «антропном принципе» Вселенной (Б. Картер, Дж. Уилер, И.Л. Розенталь, С. Хоукинг и др.), о «свободе выбора» на уровне элементарных частиц (Н. Бор, Ф. Дайсон и др.).

Химики, математики и биологи размышляют о телеологичности, диспозиционной заданности, телеономичности химико-биологических процессов, лежащих в основе генезиса и развития живых организмов, их направленной и ускоренной цефализации, опережающей морфологические изменения и дающей возможность в кратчайшее время выйти на уровень разумной жизни (Р. Том, Лима-де-Фариа, С.Д. Хайтун и др.). Введение сознания в интерпретационную картину квантовой механики ставится как задача в современной физике (В.К. Гейзенберг, М.Б. Менский).

Но если целевая (информационная) причинность существует, то тогда, можно сказать, именно она определила и Планковские величины и основанные на них физические законы, которые, очевидно, не существовали, пока не появилась сама Вселенная [14. С. 107–125].

Аристотелем впервые была разработана чёткая классификация наук. Философу, несомненно, принадлежит первенство в создании наиболее полной первой научной картины мира, опирающейся на известные к тому времени сведения и наблюдения. Эта картина была впервые серьёзно оспорена, как это ни парадоксально, епископом Парижским Э. Тампье в 1277 году в его знаменитых тезисах. Известный физик и философ науки XIX–XX веков П. Дюгем даже попытался взять их за точку отсчёта генезиса классической науки.

Панлогизм доктрины Стагирита дал основание для оптимизма всем учёным, стремящимся к познанию истины. Из теории познания Аристотеля вытекает принципиальная возможность её достижения, хотя, как он и предупреждает, путь к истине долог и нелёгок. Все последующие поколения учёных, избравших делом своей жизни науку, солидарны с классиком в понимании самооценности исследовательской работы как средства раскрытия и реализации своего творческого потенциала. В то же время реальные перспективы открытия фундаментальных истин природы имеют непреходящее значение и для прогресса всего человеческого общества. Мыслитель и учёный по примеру Аристотеля должен постоянно и неустанно стремиться к этим открытиям, анализируя ошибки предшественников и преодолевая неизбежные трудности на пути познания.

Гений Аристотеля продолжает вдохновлять современных учёных на поиск истины.

## ПЕОН

«Платон мне друг, но истина дороже».  
Идеи – в головах, а суть вещей – в вещах.  
Мир энтелехий на гармонии дрожжах  
К Тебе, извечному, всё ближе, Боже.  
Я – щёголь, шепелявый, близорукий,  
Метек в Афинах, лицеист и Стагирит.  
Наставник Александра и рапсод-пиит,  
Познавший творчества плоды и муки.

Всё под Луной текуче так и зыбко.  
Но постигает ум – есть пятый элемент:  
Он – квинтэссенция и горний свет планет,  
И Афродиты нежная улыбка.

Бойтся хладной пустоты природа.  
Земля – пуп Космоса и средостенье грёз.  
Веками смертных мучает вопрос:  
Что есть душа, какого она рода?

Мираж в пустыне? Оболочка *гиле*?  
Иль искра божья, чтоб любовь разжечь  
К науке мудрой – метафизике сиречь –  
Где души обретут бессмертья крылья.

Катарсис снизойдёт, пусть бrenно наше тело.  
Поелику я жив, то вправе сам решить –  
Жить в суете иль к звёздам воспарить,  
И в духе избежать забвения и тлена...

## ЛИТЕРАТУРА

1. Яковлев В.А. Энтелехиальная причинность в метафизике Аристотеля и целесообразный рационализм в современной науке // Аристотелевское наследие как конституирующий элемент европейской рациональности: Московская международная конференция по Аристотелю 2016. 17–19 октября 2016 г. Институт философии РАН. Материалы к докладом / отв. ред. В.В. Петров. – М.: Аквилон, 2016.
2. Рассел Б. История западной философии: в 2 т. – Т. 1. – М., 1983.
3. Кант И. Соч. в 6 т. – М., 1964–1966. – Т. 3.
4. Аристотель. Метафизика. – М. – Л., 1934. – Кн. VI. – Гл. 4.
5. Антология мировой философии: в 4 т. – Т. 1. – Ч. 1. – М., 1969.
6. Аристотель. Метафизика. – Кн. 1. – Гл. 3.
7. Аристотель. Метафизика. – Кн. VI. – Гл. 4.
8. Аристотель. Метафизика. – Кн. VI. – Гл. 5.

9. *Аристотель*. Соч.: в 4 т. – Т. 2. – М., 1975.
10. *Чаньшиев А.Н.* Курс лекций по древней философии. – М., 1981.
11. *Койре А.* Очерки истории философской мысли. – М., 1985.
12. *Галилей Г.* Избранные труды: в 2 т. – Т. 2. – М., 1964.
13. *Хайдеггер М.* Время картины мира // Время и бытие. – М., 1993.
14. *Яковлев В.А.* От креативов метафизики к философии творчества: Универсум принципов современной науки. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – С. 107–125.

## **CREATIVE INPUTS OF ARISTOTLE'S METAPHYSICS AND THE EXPEDIENT RATIONALISM OF MODERN SCIENCE**

**V.A. Yakovlev**

The subject of the research are the main provisions of the metaphysics of Aristotle's work reconstructed important rational creatives teachings of Aristotle from the perspective of their importance for modern philosophy and science. Stand out methodological, ontological and epistemological creatives, who played an important role in the development of philosophy and science. It is emphasized the value of the entelecheia' causation and its interpretation in science.

**Key words:** metaphysics, creatives, programs, analysis, hermeneutics, causes, method, rationalism, entelecheia, science.

---

---

## ИЗ НАСЛЕДИЯ ПРОШЛОГО

---

---

### МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ<sup>1</sup>

Паскуаль Йордан

Те люди, которые в современных исторических условиях в последней трети этого столетия воспринимают в качестве основополагающего консервативный образ мысли и представления о мире с точки зрения христианской веры, противостоят нехристианскому, неконсервативному или иначе мыслящему окружению. Их пафосное превосходство ощутимо не только в том, что ответы, соответствующие их образу мысли, на все волнующие человечество вопросы, повседневная мода внушают нам как само собой разумеющиеся и вовсе не допускающие никаких вариантов ответы. Целостная система этих ответов, диктуемых нам повседневной модой, к тому же еще логически едина в том отношении, что каждый приверженец повседневной моды заранее знает ответ, который он даст на какой-либо вопрос основополагающего значения. Эта система охватывает прописанные ответы не только на все фундаментальные и узкоспециализированные вопросы, но также на значимые для человека вопросы естествознания. Ввиду этого она порождает в своих приверженцах воодушевляющую убежденность, что они опираются на научно доказанные факты и в отличие от всех верующих им не нужны религиозные убеждения и гипотезы. Вспомним, какую роль играло слово «гипотеза» в знаменитом диалоге Лапласа и Наполеона.

Соответствует ли на самом деле схема обыденного мышления результатам естествознания? Ответ на данный вопрос подлежит тщательной проверке. Чтобы подойти к ясному ответу по-возможности кратчайшим путем – хотя это может показаться парадоксальным, – целесообразно, что мы вступим на мысленный путь, что мы не побоимся детально остановиться на историческом развитии естественнонаучной мысли, которое включает больше чем два столетия. Она исходит из античного обоснования атомистического материализма, прежде всего, Демокрита и только в нашем столетии подходит к естественнонаучному открытию богатства атома. Более двух тысяч лет

---

<sup>1</sup> Перевод работы “Pascual Jordan. Die weltanschauliche Bedeutung der modernen Physik” (Verlag: Klinger-Verlag, 1971. – 31 p.) выполнен А. Родиной.

назад Демокрит, истолковывая философскую действительность, способствовал такому развитию мысли, которое позднее так удивительно развилось в западноевропейском исследовании природы. Он выдвинул мысль о том, что все, с чем мы сталкиваемся в мире: осязаемое, осязаемое, тактильное, видимое, вещественное и материальное, есть не что иное, как колоссальное число мельчайших тел, которые, как известно, он назвал атомы (в дословном переводе «неделимый»).

Подобным обозначением он подчеркнул убеждение, что эти мельчайшие строительные камни материи, являются её конечными, неделимыми частями, а не сложными, а оттого неизменно неделимыми, невозпроизводимыми. Атомы двигаются даже в абсолютно пустом пространстве, при столкновении друг с другом вступают во взаимодействие, и сейчас мы можем кратко сказать: *по законам механики* происходит колоссальное сложное целое движение атома. Движение атомов по Демокриту есть реальность: объективная истина, объективная реальность, о которой наше грубое сознание дает лишь затуманенную и скрытую картину.

На данный момент для современного человека атомистическая картина больше не представляет собой нечто удивительное. Поэтому возможно и хорошо, что мы даем себе время, чтобы вспомнить о духовном мире, в котором Демокрит развил эту мысль. Его современники видели в любом серьезном явлении природы своенравную, деспотичную власть богов, полубогов, демонов, нимф и прочих мифологических существ, которые по их убеждениям населяли леса и реки, влияли на них и были их движущей силой. Этой мифологически оживленной картине природы Демокрит с холодной ясностью мышления противопоставил другую картину: природу с её законами. Эта великая мысль о законах природы осталась основополагающей для поздних исследований природы, и впервые в истории человеческой мысли она была осмыслена и представлена в рамках атомистического материализма Демокрита. Поэтому не стоит удивляться тому, что возникла идея, которая повлияла на более чем двухтысячелетний период человеческой мысли.

Позднее во время значительных исторических кризисов казалось, что атомистический материализм Демокрита был предан забвению, но, на самом деле, полностью от него никогда не отказывались. В эпоху Ренессанса, в великую эпоху расцвета западноевропейской мысли, в полной мере вновь было обнаружено духовное наследие античности, ученым Запада стали широко известны идеи Демокрита. С тех пор они не прекращали быть плодотворной почвой для развития естественнонаучной мысли.

В ходе этого, теперь обновленного западноевропейского осмысления атомистического материализма был очерчен и уточнен важнейший принцип понимания реальности, который мы привыкли обозначать двумя разными терминами. Подразумевается: *причинность и детерминизм*. В этом месте следует для лучшего понимания вставить исключительно уместное замечание. Современные физики привыкли в своем профессиональном употреблении использовать термины причинность и детерминизм как равнозначные. В

этом отношении они следуют за положением, которое уже давно ввел известный шотландский философ Дэвид Юм в своем философском анализе причинности. Подвести результат анализа можно следующим образом: согласно Юму понятие причинности не может иметь никакого другого осязаемого значения, кроме как понятия детерминизма. Современные физики придерживаются данной точки зрения в том отношении, что они также не делают различия между этими терминами. В то же время в философской литературе часто требуется провести различия между этими двумя терминами.

Часто требуется или, по меньшей мере, желательно понятию причинности каким-либо образом придать более полное, глубокое содержание, чем узкому и в то же время резкому понятию детерминизма. В сущности, для работы физиков только понятие детерминизма представляет собой нечто весомое. Хотим мы или не хотим присоединиться к философской точке зрения Юма – можем просто сказать, что мы желаем придерживаться терминологического употребления с точки зрения физики и использовать термины как равнозначные.

Можно условиться на следующем, попытаемся оставить термин причинности в стороне и ограничимся термином детерминизм. Суть того, что существенно для данной темы, можно выразить одним этим термином. С этого момента станем опираться на термин детерминизм. Возьмем, например, солнечную систему с различными планетами и Луной. Астроном, физик или математик хотели бы знать о состоянии солнечной системы в данный момент. Что нужно, чтобы получить эти знания? Во-первых, знание массы различных небесных тел, во-вторых, местоположение в данный момент по отношению к Солнцу, в-третьих, знание их текущих скоростей движения, равно как направление и размер тел.

Если в этом отношении заданы исчерпывающие данные текущего состояния солнечной системы, то для специалиста это становится чисто техническим расчетом, исключительно математикой – предсказать, как будет происходить движение планет, где планеты и Луна будут через год или через десять лет или еще больший отрезок времени. Движение небесных тел в солнечной системе на будущее предопределено заранее и не может осуществиться другим образом; в нем самом объективно заложено движение на будущее. Сам факт предварительного расчета посредством измерений и наблюдений, *предопределенности*, поддающейся проверке, есть не что иное, как то, что мы понимаем под детерминизмом.

Обратимся к картине реальности, предложенной Демокритом, с притязанием на то, что она полностью охватывает картину реальности. Демокрит сказал однажды: «В мире нет ничего, кроме атомов и пустого пространства. Всё остальное – лишь наши допущения». Это пренебрежительное слово «допущения» нужно толковать напрямую: все другое, что люди моего времени, окружения привыкли представлять в отношении к реальности, это всего лишь человеческие допущения, фантазия, человеческие спекуляции – неверно приписанные к объективной реальности, которая в своем истинном

образе есть не что иное, как движение атомов в пустом пространстве. Если мы вспомним об этом и одновременно будем придерживаться понятия детерминизма, как в случае с приведенным ранее примером о Солнечной системе, тогда мы придем к поразительному выводу. А именно к выводу, что в том случае, если учение и представления Демокрита соответствуют реальности, то всеобъемлющая реальность фундаментально одинаковым образом, равно как и солнечная система, во всех своих процессах может быть заранее предопределена. Это означает, что должен существовать всеобъемлющий, соответствующий, охватывающий от больших и малых до самых мельчайших природных явлений механический детерминизм, действующая, как часовая механизм, предопределенность.

Данному положению западноевропейские ученые доверяли лишь с колебаниями. Важным этапом стало развитие мысли и учение известного французского ученого Рене Декарта, который объяснил, что нас, в частности все живые организмы, животные и растения, можно рассматривать в качестве механизмов, которые подвержены равному детерминизму, неизменной, бесповоротной предопределенности во всех реакциях, как и Солнечная система. Солнечная система фактически неживая, это не предоставляет, в противоположность с ранними античными представлениями, никакого пространства для хаотичности живых существ.

Все, что рассчитывают астрономы для солнечных или лунных затмений, осуществляется. Это вовсе не так, как с прогнозами погоды, где все утверждается с некоторой долей неуверенности, здесь все происходит с точностью до секунды.

Декарт также утверждал, что животные точно такие же детерминированные природные создания, как и солнечная система. Игральная кошка создает у нас впечатление, что мы полностью не в силах предопределить, что она сейчас сделает, как она себя поведет. Декарт, напротив, пояснил, что она не подлжит нашим подсчетам лишь потому, что в своей игре производит впечатление «непредсказуемой» *спонтанности* лишь потому, что кошка слишком *сложна* для того, чтобы предвидеть её поведение *практическим* путем. Как правило, и это природное явление должно быть предсказуемым.

По Декарту, наша неспособность предсказать поведение кошки также совершенно (как мы предсказываем солнечную систему и её движение) и всецело заключается в большей сложности кошки по сравнению с солнечной системой. Мы не в силах предсказать кошку, опираясь на расчеты, это обусловлено тем, что наша наука находится еще в начале своего развития. Кошка, несмотря на свой небольшой размер, намного и намного сложнее, чем гигантская солнечная система, которая состоит лишь из ограниченного числа шарообразных небесных тел. Из-за своей сложности кошка не подлжит исчерпывающему расчету своего текущего состояния и основанному на данном расчете предопределению её дальнейшего поведения (с учетом влияния, которое она претерпевает извне). Это также ставит практически непреодолимое препятствие, хотя должно быть доступно научному

предопределению во всех своих действиях также всецело, как и Солнечная система.

Декарт отчетливо подчеркивал, что данный тезис не применим к человеку.

Человек, по утверждению Декарта, помимо своего материального тела обладает также душой, которая каким-то весьма таинственным образом находится в постоянном взаимодействии с телом. Она в состоянии давать телу импульсы, задачи, приказы; таким образом, в каждом отдельном живом человеке, как и во всех явлениях природы, разрушается исчерпывающий механизм предопределения.

Вероятно, подобной идеей Декарт хотел заложить путь примирения, гармонии между двумя течениями мысли, чье взаимопрорастание друг из друга он отчетливо увидел более чем за три столетия: идеи философии Демокрита, на которые сильное влияние оказало естествознание и идеи теологов, религиозные представления и их веские высказывания о сущности человека.

Нам сейчас достаточно знакомо ощущение, если мы заново знакомимся с философским учением Декарта, что это примирение сделано нарочито преднамеренно, излишне преднамеренно и из-за этого не весьма убедительно. Его современники смотрели на это во многом по-другому, и предпринятая им попытка примирения была воспринята с благодарностью, как убедительное решение сложной задачи. Напротив, невозможно было препятствовать тому, что радикальные умы пришли к тому самому выводу, который Декарт хотел отвергнуть. Его соотечественник, врач и философ, Жюльен Офре де Ламетри в книге, которая была опубликована под названием «L'homme machine», человек-машина; человек в качестве машины, в зависимости от перевода – утверждал то, что ярко обозначено в названии: человек – это машина; человек в реальности есть не что иное, как механизм, действующий механизм, реакции которого в каждом случае точно так же детерминированы, как и движение планет в солнечной системе; или как у Декарта движение животных. Жюльену Офре де Ламетри для того, чтобы изложить свою мысль, не нужно было делать ничего более, кроме как заявить, что то же самое, что Декарт предположил для всех живых организмов, исключая человека, мы должны последовательно применить и в отношении к человеку.

Таким образом, мы подходим к тезису, который выдвинул Ламетри: основной идее материалистической натурфилософии. Если мы захотим обобщить все, что понимают под материалистической натурфилософией, то мы не сможем дать более четкого и верного объяснения, чем дал Ламетри. Суть в том, что мы практически не в состоянии для какого-либо живого человека, который встречается нам на пути, с помощью математических расчетов предопределить, как он станет действовать, какие слова он произнесет. Однако если мы должны отказаться от того, чтобы посредством математики раскрыть живого человека, его реакции – все то, чем он является с точки зрения материалистической натурфилософии, а именно уже сейчас при-

держиваться последовательного философского мышления. Нам нужно лишь представить: нельзя ничего рассчитать заранее для отдельного атома, стоит об этом условиться в отношении законов механики, из-за которых движение атома во взаимодействии с другими атомами детерминировано. Находится ли наблюдаемый атом в неживом, неорганическом окружении, например, камне, морской воде или облаке; или данный атом находится в живом человеке, возможно, в его сердце или мозге. В любом случае данному единичному атому задана исчерпывающая и неизбежная детерминированность, и поскольку данный принцип действует для каждого отдельного атома человеческого тела, он действует и для всего организма. Согласно данной точке зрения неизбежно, как утверждал Ламетри, что мы рассматриваем человека как механизм, машину, аппарат. Человек – это робот, так мог бы заявить Ламетри, если бы тогда было распространено современное значение слова «робот»: оно точно выражает то, что пытался выразить Ламетри как в заглавии, так и на каждой странице своей книги. Ему нельзя было отказать в том, с какой последовательностью он утверждал, как кардинально это новое представление о человеке вытеснит все то, что было сказано о человеке с точки зрения религиозных представлений.

Давайте подумаем над понятием «свобода воли». Что может означать свобода воли по отношению к карманным часам, локомотиву или другой машине? И если человек есть не что иное, как машина, то это означает, что он во всех своих реакциях подвержен исчерпывающей и неизбежной детерминированности. Тогда уже само употребление слова «свобода воли» служит доказательством того, что человек, использующий его, не понял истины, какой её видел Ламетри.

Ламетри описал подобными идеями, в высшей степени управляемыми материалистическим пониманием действительности, природу и человека в качестве неизбежно детерминированных машин. Встав на путь радикально материалистической философии, Ламетри при жизни не нашел многочисленных последователей. В сущности, он остался в свое время одиноким мыслителем. Но время распространения его идей должно было прийти. Оно настало тогда, когда во второй половине прошлого столетия было выдвинуто, успешно представлено и научно обосновано биологическое учение об эволюции. Когда такие исследователи, как Дарвин, а позднее Геккель, изложили свои научные теории и в конце обеспечили им всестороннее признание. До этого, еще до Дарвина и Геккеля, пытливые мыслители заявляли: «Если нам нужно посеять религиозные сомнения, если нам придется однажды предпринять попытку и подвергнуть сомнению нашу веру, то нам стоит тогда лишь заглянуть в мир возникновения органических форм жизни». Стремление создать надуманные образы и приспособиться, – что может показаться нам тем удивительней, чем больше мы погружаемся в детали, – проявляют биологические создания, указывая на то, что все создал создатель, что мудрый Творец наделил их способностью приспособляться на жизненном пути.

Именно им противостоит биологическое учение об эволюции: представление о постепенном тысячелетнем развитии Земли, в ходе которого из мельчайших, невидимых, простейших форм жизни прогрессивно эволюционировали и возникли более сложные, усовершенствованные формы живых организмов, включая современную флору и фауну нашей планеты. И тогда казалось, мы совершенно свободно употребляем здесь именно слово «казалось», что движущие силы этой масштабной эволюции на нашей планете, исторические корни которой сейчас уже невозможно отрицать, можно понять и обосновать, основываясь на философских утверждениях, которые обозначили Демокрит и Ламетри. Таким образом, материалистическая натурфилософия достигла пика своего развития и обрела тем самым такую внушительную силу убеждения, что стала для дальнейшего развития миллионов людей новой верой или заменой веры. Под влиянием и давлением эволюционного учения, которое, казалось, завершило познание природы посредством материалистической натурфилософии, многие люди убедились в реальной точности не только эволюционизма как такового, но и в тесно связанной с ним, с точки зрения мышления, материалистической натурфилософии. Если мы однажды прислушаемся к тому, о чем думает общественность, упомянутая мной во вступительных словах к данной статье, о вопросах, затронутых выше, то станет понятен очевидный факт, что и сейчас слияние эволюционизма и материалистической натурфилософии воспринимается как неоспоримая и непреложная истина. Однако сейчас по истечении более половины столетия естествознание не стоит на месте, напротив, стоит на пути основательного, открывающего новые грани дальнейшего развития.

Как раз в начале этого века Макс Планк совершил удивительное открытие, которое впоследствии, можно сказать, послужило основной темой для всех последующих исследований. 1900-й год преподнес много событий для истории физики. Хотелось бы сначала сказать об этом несколько слов. Прежде следует сказать, что упомянутое возвращение западных ученых к идеям Демокрита в прошлом столетии, в XIX веке, было чрезвычайно плодотворным для физики и химии. Физики и химики прошлого столетия были едины в том отношении, что рассматривали представления об атоме Демокрита как неопровержимую основу своего мышления. Однако в начале нового столетия о себе дала знать жесткая и основательная критика. Некоторые известные ученые в области физики и химии ошеломили своих коллег тем, что несколько в других выражениях выразили следующее: «Нам больше двух тысяч лет твердили о мифических атомах. Но сейчас мы хотим взяться за дело основательно. Кто может представить нам доказательства, что атомы существуют? Мы подвергаем данный факт сомнению и оспариваем его. В любом случае мы оспариваем то, что доказательства существования атома уже существуют». Мы как критики не можем оспаривать то, что такой образ мышления дал импульс для исследований. Однако доказательства того, что атомы существуют, невозможно привести. Так как все, чего добились физики и химики прошлого столетия, используя представления об

атоме в качестве толкования открытых доказанных фактов, можно было ясно сформулировать и признать в отношении фактов без этих представлений.

Нет никакой необходимости или потребности привлекать представления об атоме, чтобы понять закономерности, которые можно уже понять потому, что их фактическая верность доказывается в экспериментах и затем уточняется в окончательных выводах.

Это можно сказать была критика, которая ошеломила современников, специалистов в области химии и физики. Но после первоначальной реакции, которая состояла из резких возражений, последовало признание невозможности опровергнуть эту критику; данная критика убедила физиков и химиков в том, что представление об атоме осталось всего лишь гипотетическим. Поскольку представление об атоме было гипотезой, которая в качестве рабочей посылки была весьма продуктивной, однако она продолжала оставаться гипотезой, а значит, могла быть ошибочной. Все более принималось, что представление об атоме в дальнейшем можно рассматривать как ненужный балласт, который нужно удалить из надежной области знания химии и физики, чтобы внести ясность в то, что можно принимать как неопровержимую истину.

Сейчас, конечно, происходит нечто удивительное, в начале столетия важные представители физики и химии могут еще думать, будто бы атомов вовсе нет. Вероятно, с точки зрения современной науки можно полагать, какими недалекими умами должны были бы быть люди, которые в начале столетия хотели оспорить то, что атомы существуют. Хотя в своем убеждении, что атомов не существует, они, разумеется, ошиблись – это уже нам известно, но, нужно отдать им должное, в критике, которую они высказывали: фактов, имеющих на тот момент, было недостаточно, чтобы изменить представление об атоме исключительно из-за подозрений. Потрясение, которое испытали физики и химики, казалось сначала таким болезненным, но затем поразительно продуктивно отразилось в дальнейшем.

Оно привело к тому, что усилия были устремлены на поиск вещественных, неопровержимых доказательств реального существования атомов, в котором ранее были твердо уверены физики и химики, даже не имея на то веских оснований. В начале века еще не было доказательств, а затем они были предоставлены, это событие можно обозначить как знаковое в истории физики нашего столетия, конечно, в большей мере они были получены благодаря работе Эйнштейна, который посвятил, в том числе, и данной теме свой многоплановый, новаторский труд. Однако многочисленные физики того времени усердно пытались посредством продуманных практических опытов опровергнуть позицию физиков и химиков прошлого, основывающуюся на утверждениях Демокрита, или подтвердить с помощью точных современных опытов его правоту, истинность смелого утверждения, выдвинутого два тысячелетия назад и до сих пор не доказанного.

На данный момент атом настолько осязаем в соответствующих экспериментах, как стул или стол, как все объекты материального мира, макрофи-

зики. Ввиду того что это доказательство реального существования атома удалось подкрепить, теперь возможно точно сказать о каждом виде атомов, какой массой они обладают. Если возникает вопрос о каком-либо химическом элементе или о каком-либо изотопе, то сейчас каждый может с точностью установить, какую массу имеет данный атом. Эти данные можно взять из таблиц; это даже можно перепроверить в собственных расчетах, если заранее подготовить соответствующую базу. Или можно сказать, какой размер имеет атом. Если мы хотим представить видимую цепочку из атомов длиной в сантиметр, сколько атомов войдет в неё? Приблизительно – сто миллионов. Атом обладает именно таким микроскопическим размером.

Ничего удивительного, что вплоть до современного развития науки, применения точнейших технических приборов ученым не удавалось получить доказательства существования атома. Несмотря на это, все то, что мы сейчас подразумеваем под понятием атома, согласно данным, приведенным выше, – это вовсе не то, что понимал под этим Демокрит, когда он представлял себе атомы и назвал их *конечным неделимым строительным материалом* материи. Разумеется, сейчас нам известно, что каждый атом построен в свою очередь, по определенной схеме: в центре атома располагается ядро, в своем диаметре оно в десятки, даже в сотни тысяч раз меньше, чем даже сам микроскопический атом. Однако, несмотря на это, 99 % массы атома содержится в его ядре. Меньше одного процента массы атома, то из чего состоит его основное пространство, приходится на так называемую электронную оболочку. Если мы в мыслях объединим обе элементарные частицы протон и нейтрон, составляющие ядро атома, и электрон, строительный материал электронной оболочки атома, тогда из трех этих образований, из которых состоят все химические элементы, мы получим нечто похожее на то, что Демокрит подразумевал или хотел подразумевать под понятием «атом». ввиду того, что элементарные частицы протон, нейтрон и электрон в некотором смысле (это достаточно сложно сформулировать, если подойти к вопросу серьезно) являются неделимыми частицами. Так как физика нашего столетия подтвердила существование атомов в современном понимании этого термина и вышеупомянутых элементарных частиц (включая их еще более мелкие части), для физики была открыта новая область реальности – мы называем её микрофизика, в противовес уже упомянутой макрофизике, которая имеет дело с макроскопическими объектами.

Микрофизика заинтересовала физиков не только потому, что она являла собой нечто новое по отношению ко всему имеющемуся, но и потому, что в ней, в этой новой области реальности, действие законов природы значительно отличалось от ранее известных науке фактов. Если мы не без основания скажем, что все данные физики и химии, полученные до 1900 года – это всегда данные макрофизики, которые подтверждают неизбежное наличие детерминированности во всех природных явлениях макромира. Только лишь в 1900 году нам пришлось столкнуться с явлениями недавно открытой микрофизики, в которых проявляются совершенно другие законы природы.

Можно употреблять слово «детерминированность» как основополагающий принцип для физики, которую мы изучали вплоть до 1900 года. Тогда в отношении недавно открытой микрофизики можно употреблять такое ключевое слово, как статистика. Слово «статистика» подходит в качестве основополагающего принципа для микрофизики, так же как и детерминированность для макрофизики, физики макрообъектов. Именно законы природы, которые действуют в макрофизике, больше не являются детерминирующими законами, а, напротив, носят статистический характер.

Для ясности приведем пример, что под этим подразумевается. Давайте представим препарат радия, большое множество атомов радия. Миллиграмм радия уже содержит (как мы уже упоминали в примере с цепочкой из атомов длиной в сантиметр) огромное множество отдельных атомов радия. Данный элемент известен из-за своего излучения. Излучение происходит благодаря делению, распаду атома на два новых атомных ядра, а именно на гелий и радон. Распаду атомного ядра на две части предшествует соответствующая балансировка электронных оболочек, таким образом, чтобы из атома радия получился атом гелия и атом радона.

Если у нас будет миллиграмм радия и мы покажем его какому-либо физику, то он скажет, даже не делая определенных измерений, какой силы излучение будет исходить из этого миллиграмма радия. Ввиду того что этот факт обусловлен законами природы и не может измениться внезапно, один миллиграмм радия всегда будет иметь строго определенную силу излучения. Таким образом, физик, который знает этот факт, может с точностью определить, сколько пройдет времени, пока от миллиграмма останется половина или, например, десять процентов. Это предопределение, которое основывается на знаниях прошлых тысячелетий, обладает такой же достоверностью, как и предопределение астрономами солнечных или лунных затмений. Это ли не новый убедительный пример действия закона детерминированности в природе?!

Однако давайте посмотрим на эту задачу под более острым углом. Я уже упоминал, что атом радия содержит огромное множество атомов радия. Весь препарат, скажем образно, большой коллектив состоит из индивидов, отдельных атомов радия. Давайте сделаем мысленный эксперимент. Я его опишу лишь в общих чертах. Он состоит в том, что из этого «коллектива» мы выделим лишь один атом радия. Мы поместим его отдельно от остальных и покажем тому физику, который ранее предопределил нам поведение многочисленных атомов радия и спросим: «Сколько пройдет времени до тех пор, пока распадется этот отдельный атом радия? Может быть, он распадется в последующие несколько секунд? Не исключено. А может быть, он, напротив, не распадется еще десятки тысяч лет? Впрочем, и это не исключено». Правда, физик сразу отклонит эти вопросы. Он скажет, что в этом случае ничего нельзя предопределить.

Если мы хотим дальше проникнуть в суть вопроса, то следовало бы добавить: не только я как физик в 1970 году не могу ничего сказать по этому вопросу, но также и физики последующих поколений будут не в состоянии сказать *больше* при ответе на этот вопрос. Это означает, что есть именно непреложный статический закон, согласно которому произойдет процесс распада огромного количества атомов радия в течение определенного времени, но нет возможности предопределить, когда распадется отдельный атом радия. Статистический закон дает нам четкие данные о том, сколько атомов из этого множества распадутся в последующую секунду (или в последующий год), но нет никаких данных, *какие* из атомов распадутся. Данный закон природы, ограниченный статическими показаниями, не помогает нам никаким образом произвести расчеты для отдельно изъятых атомов. Одно из утверждений современных физиков заключается в том, что речь здесь идет вовсе не о недостаточности современных знаний, а об объективном пробеле в детерминированности. Нет такого закона природы, который бы мог нам дать больше информации по этому вопросу, чем статистический закон. Если имеется заданное количество атомов радия, то через некоторое время определенная их часть распадется. Однако точных данных, которые были бы верны в отношении одного отдельно взятого атома, в какой момент времени он распадется, не было и никогда не будет.

Убеждение, что здесь, действительно, есть пробел в детерминированности, было высказано Гейзенбергом: «Квантовая механика относительно опровергла принцип причинности». В двух словах «относительно» и «опровергла» заложено, по меньшей мере, убеждение физика, многого достигшего в своей области, в том, что здесь достигнуто окончательное осознание проблемы. Окончательное осознание, которое погружает нас глубже в тайны природы.

Каждый человек, который начинает касаться этой темы, сначала скажет: «Нет, я в это не верю». А каждый духовно зрелый человек пояснит, почему он не верит, – скорее всего, потому, что это противоречит образу мышления, развивавшемуся на протяжении двух тысяч лет. Почти каждый человек вначале скажет: «Для распада атома радия должны быть определенные причины, а конкретная причина должна стать определяющей, для того, что атом распадется в данный момент или, напротив, не распадется». Согласно данным современной физики в данном случае речь идет о беспричинном событии или, другими словами, о событии, которое никаким образом не может быть объектом точного предопределения. Возможно лишь предопределение статистического характера, простейшее из них, какой процент атомов распадется сегодня. Все, что выходило бы за рамки статистических высказываний, находилось за пределами статистических законов. Утверждение современной физики можно передать следующим образом: в области микрофизики при процессах, протекающих на микроуровне, существуют недетерминированность или индетерминированность.

Я употребил сочетание «беспричинное событие». В целом согласно микрофизике все явления природы, если мы за ними тщательно наблюдаем и исследуем, всматриваемся вплоть до групп отдельных атомов или электронов – все это, с одной стороны, *скачкообразное*, с другой стороны, *беспричинное событие*. Есть известное философское высказывание «Natura non facit saltus» – природа не делает скачков. Согласно этому утверждению все явления природы, если их наблюдать с большой тщательностью и точно-стью, являют собой *последовательные* события, с последовательными, плавными переходами. Данное высказывание было опровергнуто из-за открытия Макса Планка. Процессы микрофизики – это скачкообразные события, а скачкообразные события – вслед за Максом Планком в так называемых квантомеханических переходах – это основная форма всех событий в целом. Радиоактивный распад – это пример такого скачкообразного процесса; для всех скачкообразных процессов действуют все те же законы, приведенные выше в мысленном эксперименте с атомом радия. Предопределения, исходя из законов природы, не существует, как и детерминированности отдельного события, но есть статистические правила, которые регулируют частоту определенных квантовых переходов. Частота зависит от условий, например, для наших атомов радия, если они как таковые существуют без какого-либо влияния извне – во время мысленного эксперимента с распадом – исходящего от процессов в ядерном реакторе, где приводится в действие превращение элементов. Здесь также подтверждаются статистические законы природы; процессы, которые протекают в ядерном реакторе, – это квантовые переходы превращения элементов, такие же, как и при радиоактивном распаде. Процессы, производимые в ядерном реакторе и нацеленные на желаемый в техническом плане результат, несут такую форму, что они лишь влияют на вероятность наступления определенного рода квантовых переходов. Вероятность всегда не подходила для того, чтобы детерминировать отдельный случай. Это представление, к которому нас подводит современная физика в виде приведенной выше цитаты из уст знаменитого физика, рассматривается сейчас как окончательное знание. Здесь речь идет вовсе не о пробелах в знаниях о протекании физических процессов, а, напротив, об убедительном утверждении о том, что в микрофизике действуют законы, отличающиеся от известных нам ранее, отличающиеся в том смысле, что там действуют законы статистики и вероятности, а не непреложный, точный закон детерминированности.

В связи с этим в физике как в основополагающей естественной науке произошли важные изменения в отношении к природным явлениям, о которых мы думаем, когда поднимаем вопросы, о которых раньше размышляли Декарт и позднее Ламетри. Действительно ли все так, как утверждал Ламетри, что все живые создания, включая человека подвержены непреложной детерминированности, придающей событиям неотвратимый характер?

Можно построить вопрос так, что мы вернемся к утверждениям Декарта. Был ли Декарт прав в том, что для животного мира, исключая сначала человека, определили, что нет подлинной спонтанности, а значит, и объективно недетерминированных событий? Процессы, которые сначала кажутся спонтанными, а значит, не до конца поддающимися анализу, прогнозу и расчетам, считаются спонтанными в сущности лишь из-за сложности предмета, поэтому почти невозможно дойти до их сути.

Физика показывает нам внутри чисто физических явлений, которые не имеют дело с объектами органики, почти точную спонтанность. Это явление обнаруживается во время распада атома радия: для отдельного атома радия нельзя рассчитать объективно (как утверждает Гейзенберг и другие ведущие физики), а объективно не значит предопределенно, когда он распадется. Разумеется, он в какое-то время распадется, если его оставить на неопределенный срок. Однако *когда* по расчетам современной физики не предопределено, все известно лишь в рамках закона статистики. Здесь налицо спонтанность, случай, который невозможно предварительно просчитать; он не подлежит научному анализу или, по меньшей мере, попытке подвести его под научный расчет.

Нужно поставить вопрос о том, можно ли сейчас представлять взгляды Декарта, а позднее Ламетри в современных естественных науках. И здесь следует продолжить обсуждением того, какие исследования предоставляет нам современная биология.

С 1900 года в биологии наблюдался не менее фундаментальный прогресс. В начале столетия были открыты квантовые переходы Планка, вскоре за этим подтверждено существование атома, а дальнейшие исследования привели к открытию спонтанности в микрофизических элементарных реакциях. Именно в 1900-е годы законы наследственности Менделя, надолго преданные забвению, обрели новую жизнь. Они способствовали тому, что в биологии стремительными темпами произошел впечатляющий прогресс: возникли генетика и теория мутаций, которые позволили раздвинуть границы науки. Они также дали данные для объяснения следующего вопроса: «Как обстоит дело со спонтанностью в органическом мире?» Можем ли мы, действительно, как утверждал Декарт, сказать, что в животном мире не существует настоящей спонтанности, там есть лишь подмена понятия спонтанности из-за степени сложности явлений и процессов, при исследовании которых наука бессильна. Или мы должны признать спонтанность в органическом мире? Ответ на этот вопрос требует привлечения знаний, относящихся к современной генетике и теории мутаций. Мы не станем сейчас пытаться это сделать, потому что это весьма обширная область знаний, приведем только выводы. Фактически вопрос обстоит так, что спонтанность, доказанная в процессах микрофизики, продолжает соответствующую спонтанность в органическом мире, только еще в большей степени.

Чтобы это озвучить, нужно сделать отступление. К серьезному прогрессу и достижениям современного естествознания относится также кибер-

нетика – наука об управлении, которая изучает общие законы управления в машинах и живых организмах. Управление играет в современной технике важнейшую роль. Понятие «управление» можно толковать и исследовать исключительно рационально. Управление, говоря в целом, занимает специалиста тогда, когда он обладает установками, которые позволяют произвести мельчайшее действие в одном месте повлечь за ним дальнейшие масштабные действия. Например, в определенном месте нажимают на кнопку, и судно спускается со стапеля. Это один из случаев управления, как специалист понимает данный термин. В этом смысле управление в органическом мире встречается повсеместно, это давно известный факт, что благодаря кибернетическим исследованиям стало возможным управление в органических системах. Кибернетика создала понятийный аппарат и развила методы, позволяющие провести сходные параллели между управлением, которое осуществляется посредством техники, и управлением, которое происходит благодаря сложному биологическому взаимодействию, например, нервные реакции. Здесь проявляется тесное взаимодействие биологических и технических исследований, которые дают нам новые знания по данной теме. Следует подчеркнуть тот факт, что процессы управления играют решающую роль в органическом мире. Опираясь на результаты исследований в области генетики и теории мутаций, можно здесь развернуть тезис, который кратко приведен выше: «Ввиду достоверности данных микрофизики, которые проявляются в глубине материального бытия, на микрофизическом уровне, здесь спонтанность является естественным фактом, можно и нужно сказать, что в органическом мире спонтанность обретает еще больший размах». Это как раз тот факт, который позволяет занять позицию по отношению к высказыванию Ламетри, что человек есть механизм, машина, и во всех своих действиях человек строго детерминирован. Сейчас мы знаем, что с точки зрения науки это неверно.

Утверждение Ламетри соответствовало состоянию науки того времени. В рамках знаний естественных наук того времени, дававших почву для размышлений, Ламетри смог своим острым умом сделать выводы, которые тогда невозможно было опровергнуть. С точки зрения естественных наук до недавнего времени нельзя было возразить Ламетри, по крайней мере выдвинуть доводы, доказать которые было бы возможно с помощью естественных наук. Лишь современное развитие науки позволило выдвинуть в противовес решительные доводы. Тезис о том, что утверждение Ламетри неверно, можно подкрепить цитатой Гейзенберга: «Квантовая механика относительно опровергла принцип причинности».

Во-первых, можно склоняться к тому, как будто бы естественнонаучные размышления о религии должны нам дать понять, рассматривали ли мы верно или неверно определенные враждебные христианству философские размышления. Часто звучит одно возражение: если современные физики склоняются к изложению естественнонаучных мыслей, с которым мог бы быть согласен верующий человек (не обретая формы естественной науки во

времена Геккеля и Ламетри с её характерным отношением к религии), то тогда бояться нечего. А именно того, что физики, когда они сейчас говорят о недетерминированности, возможно, в следующем столетии сделают новые открытия, которые серьезно будут отличаться от прежних открытий, например, на глубинном уровне мы вновь вернулись к детерминированности, которую не признавали в середине XX столетия.

Ко второму пункту можно привести цитату Гейзенберга, в которой выражено убеждение, а не подробное обоснование. Подробное обоснование этому невозможно сформулировать в нескольких словах, в любом случае в такой форме, которая была бы доступной независимо от дополнительного анализа всех данных современной физики. Можно ограничиться тем, что мы знаем, что думает известнейший физик нашего времени об этом вопросе, и далеко не единственный, как представитель своей дисциплины, вместе с другими современными физиками.

К первому вопросу следует сказать следующее: естественные науки не претендуют на то, чтобы давать нам данные, которые мы как представители христианства восприняли бы как откровение. Все доводы, выдвинутые против Ламетри, – это в первую очередь отрицание. Ход мысли Ламетри был впечатляющим, и нельзя утверждать, что Ламетри не был выдающимся ученым. С точки зрения современной науки можно заметить относительную неправильность его выводов, что человек – это машина, он лишен свободы и все процессы в мозге и организме обусловлены неотвратимой детерминированностью. С позиции естественных наук это неверно, а в понимании Гейзенберга – «относительное познание» современных естественных наук.

Все антирелигиозные возражения исходят из естественнонаучных обоснований, из мнения Демокрита, выдвинутого две тысячи лет назад, а затем его разделил Ламетри и многочисленные сторонники его философии. Это убеждение, что в природе существует замкнутое причинное событие, что природа в некоторой степени является самодостаточной и самоуправляемой системой, которая не приемлет вмешательства Творца. Нужно настойчиво обратиться к тому факту, что всё относящееся к повседневной моде, а именно представление о том, что лишение природы сакральности посредством естественных наук – это неизбежный результат научных исследований, – основывается на заблуждениях того времени.

Мы видим обратное на примере с атомами радия: попытки исследования, многочисленные опыты, глубинный взгляд на проблему приводят нас к выводу, что *тайна* сохраняется. Каждый отдельный атом радия для нас носитель тайны, и он хранит её до тех пор, пока однажды не распадется, это тайна о том, *когда* он распадется. Законы статистики остаются единственным способом, позволяющим человеку получить доступ к тайнам природы, но они не позволяют предопределить для атома радия момент распада, который *остается неизвестным от начала процесса до его завершения*. Для физики это неосновной результат, но результат, который важен для решения многих проблем человечества. Он означает, что материалистическая натур-

философия, которая воспринимается, как было упомянуто выше, большинством с пафосным превосходством как неотъемлемая истина, как основная составляющая часть представлений о мире по заявлениям её приверженцев, больше не соответствует естественнонаучному познанию. Более того, она во многом противоречит современному естественнонаучному познанию. Данное утверждение, несмотря на свой поначалу отрицательный характер, несет утешение, а для человека, истинно стремящегося к познанию в наше темное и беспокойное время, становится настоящим даром.

## **THE WORLDVIEW SIGNIFICANCE OF MODERN PHYSICS**

**P. Jordan**

---

## СИММЕТРИЯ АТОМА ВОДОРОДА

В.А. Фок

(Журнал «Сорена». – 1935. – Т. 5. – С. 3–9)

Симметрия какого-либо предмета есть то его свойство, которое больше всего бросается в глаза. Прекрасные орнаменты древних свидетельствуют о том, какого совершенства достигло искусство построения симметричных фигур уже в древние времена; по отзыву историков математики, учение о симметрии являлось до Евклида наиболее разработанным отделом математики.

Современная наука широко пользуется понятием о симметрии. Учение о симметрии многогранников и кристаллов представляет особую отрасль математики и физики.

Понятие о симметрии связано с понятием об инвариантности по отношению к определенным преобразованиям. Напомним, в чем состоит эта связь. Для определенности мы будем говорить о симметрии плоских фигур. Фигура называется симметричной, если она совпадает сама с собой после поворота на некоторый угол, или после отражения от некоторой прямой, или же после параллельного переноса на некоторый отрезок. Этот поворот, или отражение, или перенос и является тем преобразованием, которое соответствует данному свойству симметрии.

Преобразования могут быть как прерывными или дискретными (например, поворот квадрата на углы, кратные  $90^\circ$ ), так и непрерывными (например, поворот круга на произвольный угол). В дальнейшем мы будем говорить о непрерывных преобразованиях.

Симметрия, понимаемая как инвариантность по отношению к определенным преобразованиям, есть понятие настолько общее, что оно может быть применено не только к геометрическим фигурам, но и к другим математическим и физическим объектам. Можно говорить о симметрии, то есть инвариантности аналитических выражений. Рассмотрим, например, выражение

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

для квадрата расстояния точки  $x, y, z$  от начала координат. Произведя поворот координатных осей и выразив  $x, y, z$  через координаты  $x', y', z'$ , отнесенные к новым осям, мы получим для  $r^2$  выражение

$$r^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2$$

того же вида, как и первоначальное. Это значит, что выражение  $r^2$  *инвариантно* по отношению к повороту координатных осей.

Представим себе частицу, находящуюся в силовом поле с потенциальной энергией  $U(x, y, z)$ . Если функция  $U$  зависит от  $x, y, z$  только через посредство  $r$ , то силовое поле обладает *шаровой* симметрией. Если функция  $U$  зависит от  $x, y, z$  через посредство двух аргументов  $\rho = \sqrt{x^2 + y^2}$  и  $z$ , то силовое поле обладает *осевой* симметрией ( $\rho$  есть расстояние от оси  $z$ ).

Симметрия силового поля играет весьма важную роль в решении задачи о движении в нем материальной частицы. Так, например, в классической механике из шаровой симметрии силового поля уже следует, что орбита частицы должна быть плоской и что должен иметь место закон площадей (один из законов Кеплера), который выражает постоянство момента количества движения частицы. Из осевой симметрии следует, что должна оставаться постоянной составляющая момента количества движения по оси симметрии.

Согласно квантовой механике, электрон не обладает свойствами материальной точки и, в частности, не описывает определенных орбит (траекторий), так как он не может, обладая определенной энергией, быть в то же время локализованным в пространстве. Но именно поэтому роль симметрии силового поля в квантовой механике еще важнее, чем в классической. В самом деле, согласно квантовой механике, электрон в атоме может быть сравнен со стоячей волной, а стоячая волна может, очевидно, обладать и сферической симметрией; поэтому и весь атом может находиться в состоянии с шаровой симметрией.

В двухатомных молекулах силовое поле обладает осевой симметрией; такой симметрией может обладать и самая молекула.

Мы видели, что в классической механике наличие симметрии облегчает нахождение тех механических величин, которые остаются во время движения постоянными (например, момент количества движения) и тем самым характеризуют орбиту частицы. В квантовой механике роль постоянных играют так называемые *квантовые числа*, которые характеризуют стационарное состояние атома или молекулы. Эти квантовые числа будут, вообще говоря, целыми. Они могут служить для нумерации состояний атома или молекулы. При наличии симметрии оказывается возможным ввести некоторые из квантовых чисел, не решая сложных уравнений для электронов; тем самым симметрия дает основу для классификации состояний.

Энергия атома или молекулы в стационарном состоянии имеет и в квантовой механике определенное значение. Она будет, вообще говоря, зависеть от всех квантовых чисел. Но при наличии симметрии может оказаться, что энергия не зависит от некоторых из них. Тогда состояния, которые отличаются друг от друга только значением квантового числа (или чисел), не входящего в энергию, будут, очевидно, соответствовать одной и той же энергии. Этот уровень энергии называется в таком случае кратным. Таким

образом, кратность уровня энергии является, в конце концов, признаком симметрии.

Рассмотрим атом с одним внешним (валентным) электроном, например, атом натрия. На этот внешний электрон внутренние электроны действуют подобно некоторому сплошному распределению отрицательного заряда, который отчасти заслоняет (экранирует) положительный заряд ядра. Как заряд внутренних электронов, так и заряд ядра создает силовое поле, обладающее шаровой симметрией; такой симметрией будет, следовательно, обладать и результирующее силовое поле, в котором находится валентный электрон. Поле ядра характеризуется потенциалом, соответствующим закону Кулона (обратно пропорциональным расстоянию от ядра). Поле внутренних электронов характеризуется, во-первых, некоторым не-кулоновым потенциалом и, во-вторых (как это было показано мной в 1929 г.), так называемыми «силами квантового обмена», неизвестными классической механике. Для нас здесь важно только то, что в атоме, подобном атому натрия, как потенциал, так и силы квантового обмена обладают шаровой симметрией.

Стационарное состояние электрона в таком поле может быть характеризовано тремя квантовыми числами: «главным» квантовым числом  $n$ , «азимутальным» квантовым числом  $l$ , связанным с абсолютной величиной момента количества движения электрона (примерно пропорциональным ей), и, наконец, «магнитным» квантовым числом  $m$ , пропорциональным одной из составляющих момента количества движения. Оказывается, что энергия  $E$  такого атома не зависит от магнитного квантового числа  $m$ , а зависит только от остальных двух квантовых чисел  $n$  и  $l$ . Согласно сделанному выше замечанию, это должно быть связано с симметрией атома. Действительно, легко показать, что независимость энергии от  $m$  есть следствие шаровой симметрии. (Что это должно быть так, показывает следующее простое рассуждение: величина  $m$  пропорциональна составляющей момента количества движения в некотором произвольно выбранном направлении; в случае же сферической симметрии все направления равноправны; поэтому число  $m$ , выделяющее определенное направление, не должно входить в выражение для энергии).

Перейдем теперь от атома, подобного натрию, к атому типа водорода. В атоме водорода имеется только один электрон, который находится в кулоновом электростатическом поле ядра; экранирование и силы квантового обмена отсутствуют. Замечательнее всего то, что энергия атома водорода зависит только от одного, а именно от главного квантового числа  $n$ , тогда как остальные два числа  $l$  и  $m$  в нее не входят. Мы уже знаем, что кратность уровня энергии есть признак симметрии. Но шаровая симметрия влечет за собой только выпадение магнитного квантового числа  $m$ . Чем же обусловлено то, что азимутальное квантовое число  $l$  также не входит в выражение для энергии?

На этот вопрос до последнего времени ответа дано не было. В литературе установился даже термин: «случайная» кратность уровней (*zufällige Entartung*). Но мы покажем – и в этом состоит основное содержание

нашей работы<sup>1</sup> – что независимость энергии водорода от  $l$  отнюдь не случайна, а обусловлена симметрией, еще более полной, чем шаровая.

Что же может быть «круглее» шара? Ответ: шар в четырех измерениях. Чтобы выявить всю симметрию атома водорода, нужно обратиться к пространству четырех измерений и ввести в нем в качестве координат величины, связанные не с координатами электрона, а с его количеством движения  $p = mv$  (произведением массы на скорость). Известно, что при описании состояния электрона можно брать в качестве независимых переменных либо его координаты (как это обычно делается), либо составляющие количества движения. При переходе от координат к количеству движения меняется только вид уравнений, а все физические следствия их остаются неизменными. Мы произведем такой переход, но сделаем еще шаг дальше, а именно введем вместо трех составляющих  $p_x, p_y, p_z$  количества движения электрона четыре величины  $\xi, \eta, \zeta, \chi$ , которые можно будет толковать как прямоугольные координаты в пространстве четырех измерений.

Кинетическая энергия электрона равна, как известно,

$$T = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{p^2}{2m}.$$

Обозначим через  $T_n$  среднюю кинетическую энергию электрона в рассматриваемом состоянии и введем величину

$$p_n = \sqrt{2mT_n},$$

которую можно назвать «средним квадратичным» количеством движения. В качестве координат в нашем четырехмерном пространстве мы возьмем величины

$$(*) \quad \xi = \frac{2p_n p_x}{p_n^2 + p^2}; \quad \eta = \frac{2p_n p_y}{p_n^2 + p^2}; \quad \zeta = \frac{2p_n p_z}{p_n^2 + p^2}; \quad \chi = \frac{p_n^2 - p^2}{p_n^2 + p^2}.$$

Они будут связаны соотношением

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 + \chi^2 = 1,$$

так что геометрически они представляют точку на четырехмерном шаре с радиусом, равным единице.

Для случая трех измерений наши формулы представляют собой выражение для стереографической проекции шара на плоскость, известной уже древним грекам (Птолемей). Стереографическая проекция применяется при составлении географических карт, в особенности полярных областей. Чтобы уяснить суть дела, рассмотрим еще более простой случай двух измерений, то есть стереографическую проекцию круга на прямую.

<sup>1</sup> Работа была доложена 23 марта 1935 г. на сессии Академии наук СССР.

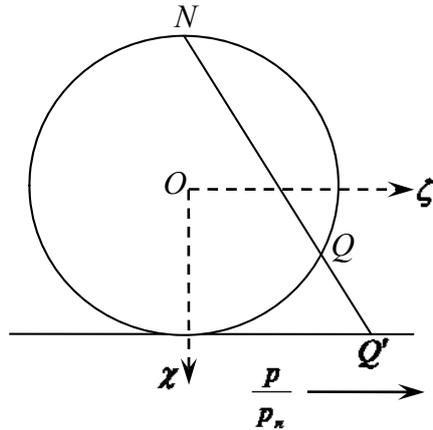


Рис. 1

Проведем круг радиуса единица и отметим на нем две точки  $N$  и  $S$  на концах одного диаметра. В точке  $S$  построим касательную к окружности. Через точку  $N$  проведем произвольную прямую; она пересечет окружность в точке  $Q$ , а касательную в точке  $Q'$ . Таким путем всякой точке  $Q$  на круге можно сопоставить одну и только одну точку  $Q'$  на прямой. Это построение и дает стереографическую проекцию круга на прямую.

Если ввести координатную систему  $\chi, \zeta$  с началом в центре круга, осью  $\chi$ , направленной вниз, и осью  $\zeta$ , направленной вправо, и положить в наших формулах  $p_x = p_y = 0, p_z = p$ , то для точки  $Q'$ , отстоящей от  $S$  на величину  $\frac{p}{p_n}$ , соответственная точка  $Q$  на окружности будет иметь координатами величины  $\chi, \zeta$ , даваемые нашими формулами (\*).

Это построение легко обобщить на случай трех измерений; для этого достаточно представить себе, что чертеж изображает сечение шара и плоскости, касательной к нему в точке  $S$  («южном полюсе»). Область шара вблизи южного полюса («антарктика») изобразится, с небольшим искажением на прилегающей к нему части плоскости (географическая карта антарктики).

Если сделать еще шаг и обобщить построение на четыре измерения, то его уже нельзя будет себе представить столь же наглядно. Однако аналитические соотношения остаются и в этом случае вполне аналогичными случаю двух и трех измерений, а эта аналогия позволяет с удобством пользоваться геометрическими терминами, например, говорить о вращении четырехмерного шара.

Мы выяснили геометрический смысл введенных нами переменных  $\xi, \eta, \zeta, \chi$ . Если мы при описании атома водорода введем их в качестве независимых переменных и преобразуем к ним основное уравнение для стационарных состояний атома, то окажется, что это уравнение будет содержать только величину

$$R^2 = (\xi - \xi')^2 + (\eta - \eta')^2 + (\zeta - \zeta')^2 + (\chi - \chi')^2,$$

где  $\xi, \eta, \zeta, \chi$  и  $\xi', \eta', \zeta', \chi'$  – координаты двух точек на шаре. Эта величина может быть, очевидно, истолкована как квадрат расстояния между этими двумя точками (квадрат длины соединяющей их хорды). Но мы знаем, что выражение для расстояния не меняется при любом повороте координатной системы. Следовательно, не будет меняться и вид основного уравнения.

Мы получаем, таким образом, следующий важный результат. *Симметрия основного уравнения атома водорода совпадает с симметрией четырехмерного шара.* Эта симметрия является, очевидно, более высокой, чем симметрия трехмерного шара; последняя получается из первой в том частном случае, когда четырехмерные вращения происходят вокруг одной определенной оси (оси  $\chi$ ) и приводятся к трехмерным.

Если мы припомним сделанное выше замечание о связи симметрии с кратностью уровней, то мы придем к заключению, что *независимость энергии водорода от азимутального квантового числа  $l$  обусловлена четырехмерной симметрией вращения.*

Мы не можем дать здесь исследование основного уравнения водорода в новых переменных, а ограничимся только указанием, что это уравнение совпадает с простейшим уравнением четырехмерной теории потенциала. Поэтому исследование его отличается чрезвычайной простотой и позволяет получить для атома водорода весьма общие результаты, которые доньше не были известны.

Возвратимся теперь к нашим формулам для четырехмерной стереографической проекции и дадим им другое геометрическое толкование. Поверхность четырехмерного шара имеет, очевидно, три измерения, так что ее следовало бы, собственно, называть не поверхностью, а пространством. Но это пространство не будет евклидовым, а будет обладать некоторой «кривизной», что будет, в частности, выражаться в том, что в нем не будет параллельных прямых, а всякие две прямые, подобно меридианам на глобусе, непременно пересекутся. Это будет так называемое пространство Римана с постоянной положительной кривизной. Но подобно тому, как искривленная поверхность земного шара или глобуса может быть изображена на плоской географической карте (мы упоминали выше о географической карте Антарктики), так и искривленное риманово пространство может быть изображено на плоском евклидовом пространстве. Это изображение дается как раз нашими формулами (\*). Таким образом, *составляющие количества движения  $p_x, p_y, p_z$  могут быть истолкованы как координаты в плоском евклидовом пространстве, представляющем изображение (стереографическую проекцию) риманова пространства с постоянной положительной кривизной.*

Мы рассматривали до сих пор те состояния атома водорода, в которых электрон остается связанным с атомом. Но возможны и такие состояния, в которых электрон отрывается от атома и удаляется на бесконечность (ионизация атома). В этом случае вместо среднего квадратичного количества движения  $p_n$  нужно ввести «количество движения на бесконечности» (то

есть величину  $p^* = \sqrt{2mE}$ , где  $E$  есть полная энергия) и соответственно изменить наши формулы (\*). Тогда вместо четырехмерного шара мы получим четырехмерный гиперболоид вращения. Трехмерная поверхность этого гиперболоида будет представлять собой *пространство с постоянной отрицательной кривизной*. В таком пространстве имеет место *геометрия Лобачевского*. Таким образом, в тех состояниях водорода, в которых электрон отрывается от атома, составляющие его количества движения могут быть истолкованы как координаты в плоском евклидовом пространстве, представляющем изображение пространства Лобачевского с постоянной отрицательной кривизной.

Может на первый взгляд показаться, что изложенные выше рассуждения о симметрии атома водорода имеют настолько абстрактный характер, что от них еще очень далеко до практических приложений. Между тем это не так. Знание свойств симметрии во всех случаях чрезвычайно облегчает исследование. В интересующем нас вопросе оно позволяет вывести ряд свойств атома водорода, которые не удавалось найти другим путем. Так, например, во многих задачах требуется найти среднее значение какой-нибудь величины по всем состояниям с заданной энергией. В нашей геометрической формулировке это среднее может быть заменено средним по поверхности четырехмерного шара. Но это последнее вычисляется уже гораздо легче, так как мы можем здесь пользоваться теми упрощениями, которые могут получиться в результате надлежаще выбранного вращения шара.

Но изложенный геометрический метод применим не только к атому водорода. Опыт показал, что энергия электронов и в других атомах сравнительно мало зависит от азимутального квантового числа  $l$ . Поэтому и другие атомы имеют большее или меньшее сходство с атомом водорода. Основываясь на этом, можно попытаться дать приближенное описание других атомов, построенное по образцу водородного. В соединении с предложенной мною ранее приближенной формулировкой задачи многих тел это упрощенное описание в тех случаях, когда оно было испробовано, дало весьма удовлетворительные результаты. Это позволяет надеяться, что таким путем удастся проникнуть глубже в свойства атомов и подчинить математическому расчету такие явления, которые по своей сложности не поддавались расчету иным путем. Некоторые из этих явлений, например фотоэффект от связанных электронов, уже применяются в технике (фотоэлементы). Поэтому оказывается, что от четырехмерного пространства и не-евклидовой геометрии до технических приложений не такой уже большой путь.

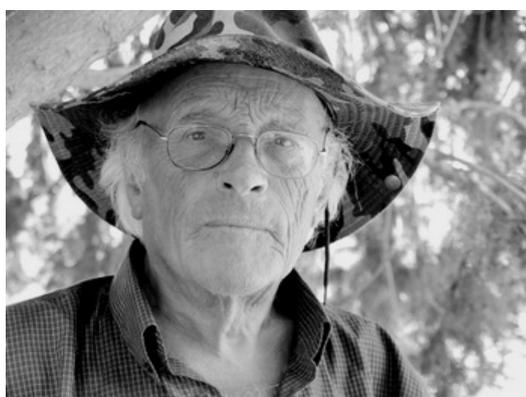
## THE SYMMETRY OF THE HYDROGEN ATOM

V.A. Fock

(Sorena Magazine. – 1935. – Vol. 5. – P. 3–9)

## ПАМЯТИ НАШИХ КОЛЛЕГ

### РЯЗАНОВ ГЕОРГИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ (1930–2017)



7 января 2017 года в Иерусалиме скончался наш коллега Георгий Васильевич Рязанов (1930–2017), посвятивший свою жизнь постижению оснований физики.

Г.В. Рязанов родился в Москве в семье военнослужащего. Его отец, участник Великой Отечественной войны, по ее окончании был генерал-лейтенантом авиации, дважды Героем Советского Союза. Его мать, Хая Беленькая, была кандидатом исторических наук, преподавала в институте диалектический материализм. Однако их сын избрал совершенно иной путь в жизни.

Г.В. Рязанов в 1948 году поступил на физико-технический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. После его окончания и аспирантуры в МГУ (1954–1957) с 1957 по 1966 год работал старшим научным сотрудником Московского института электровакуумного стекла и Всесоюзного НИИ источников тока.

С 1966 по 1990 год Рязанов был старшим научным сотрудником Института теоретической физики имени Л.Д. Ландау АН СССР. В эти годы он работал над анализом концептуальных проблем квантовой теории, опираясь на гипотезу об обратимости направления времени. Кроме того, он предложил феноменологическую теорию фазовых переходов 2-го рода, упростил методику расчета некоторых свойств двумерной модели Изинга и получил ряд других интересных результатов. Но главным делом своей жизни он счи-

тал решение двух проблем: построение физической картины мира на основе идеи двух направлений времени и вскрытие связи физики и религии.

Георгий Васильевич неоднократно выступал с изложением своих взглядов на семинаре Метафизика, действующим много лет на физическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова. В начале 1990-х годов Рязанов участвовал в школах-семинарах по основаниям теории физического пространства-времени и в конференциях по взаимосвязи физической и религиозной картин мира. В 90-е годы Г.В. Рязанов уехал из России сначала в США к сыну, а затем переехал в Израиль, где и скончался в этом году.

Во время пребывания Рязанова в России у автора этих строк были многократные беседы и дискуссии по проблемам фундаментальной физики. Они проходили как на территории физфака МГУ, так и в домашней обстановке. Дискуссии продолжались и во время его неоднократных приездов в Москву. Меня всегда поражала глубокая физическая интуиция во взглядах Георгия Васильевича. Не обладая четко сформулированной теорией, он зачастую формулировал весьма вероятные свойства физической реальности. С некоторыми из его предвидений трудно было спорить, – более того, имеются достаточно веские основания полагать, что часть из них уже удалось обосновать, а некоторые удастся подтвердить спустя некоторое время, исходя из более строгих рассуждений.

Ниже приведены две его работы, раскрывающие позиции Г.В. Рязанова по первой из названных проблем – приведено его понимание оснований физики, а затем помещен комментарий автора этих строк.

**GEORGY VASILYEVICH RYAZANOV  
(1930-2017)**

---

## МЫ ЖИВЕМ НАКАНУНЕ ВЕЛИЧАЙШЕЙ ИЗ РЕВОЛЮЦИЙ

Г.В. Рязанов

*(Отрывок из беседы в Клубе Наивных Людей «КаНаЛ» в салоне Мириам Мешель (Израиль), которая состоялась 5 февраля 2004 года)*

Что за революция?

Как я об этом узнал?

На эти вопросы я собираюсь ответить.

Ребенком я любил изготавливать разного рода самодвижущиеся устройства, позже стал делать более осмысленные приборы, а затем познакомился с физикой и полюбил ее. Но был очень удивлен, когда узнал, что официальная идеология опирается на науку. На науку, в которой нет смеха, любви, Бога, нет даже крохотной травинки. Хотя какое-то дыхание вечности за физикой чувствовалось.

После долгих поисков пришел к выводу: замысел науки хорош, но какой-то принципиальный дефект не дает нам взлететь. Более того, я подозревал, где именно физика дает сбой. Мне очень не нравилось принятое в физике правило: решая уравнения, всегда бери частицы и волны, идущие из прошлого в будущее. А почему не наоборот? Видеофильм можно прокручивать в двух направлениях: в одном направлении мы узнаем наш мир, а другое направление нас смешит – а почему?

Исходя из самых разных соображений – математических, эстетических, религиозных, мистических, – хотелось бы иметь физику, в которой оба направления времени входят на равных основаниях. Это некая небесная физика, но по какой-то причине, вследствие космического «грехопадения», возникает наш мир, где время течет в одном направлении и, как пишут, «река времени неудержимо влечет нас...» и т. д.

И я искал эту симметричную физику, начиная со школьных лет. Я в это время жил в деревне, а вернувшись в Москву, узнал, что так же думали творцы физики начиная с середины XIX века. Я, естественно, изучил их труды, то есть примкнул к этому направлению. Позже поступил в университет, закончил его, защитил диссертацию о двух направлениях времени, многое понял – но проблема осталась нерешенной.

Но однажды, точнее летом 1968 года, я лежал на берегу Москвы-реки и пытался восстановить по памяти один из расчетов Уилера и Фейнмана, где они показали, каким образом из-за поглощения волн на масштабах вселенной поля, идущие из будущего, обращаются в нуль. И здесь произошло событие, которое изменит ход нашей истории. А именно: сила, создаваемая волнами из будущего, оказалась в моем расчете не равной нулю – она оказалась состоящей из каких-то трех сил. Я решил (правильно решил), что я

ошибся и хотел повторить расчет, однако выражения для этих трех новых сил показались мне знакомыми:

*Первая сила* была пропорциональна ускорению, – это был школьный закон Ньютона с правильным значением массы электрона. Напомню, что со времен Ньютона и до наших дней физики ищут смысл понятия массы, – а здесь она появляется, да еще с правильным значением!

*Вторая сила* была силой трения, она зависела от частоты колебания электрона, но, в отличие от обычной силы трения, она обращалась в нуль при некоторой частоте. То есть электрон оказался колеблющимся на этой частоте сколь угодно долго. «Да это же волны де Бройля!» – подумал я и, вычислив их энергию, нашел константу Планка. Ее величина совпала с ее наблюдаемым значением. Еще одна тайна нынешней физики перестала существовать!

*Третья сила* оказалась зависящей от других электронов Вселенной, и я ее узнал – это сила тяготения с правильным значением константы тяготения!

Напомню, что я вел расчет в обычной теории электричества – это известные со школы законы Кулона и Ампера. В нынешней физике эти законы никак не связаны с массой, квантовой механикой и тяготением. А в моем ошибочном расчете законы Кулона и Ампера все это порождают и объясняют. И я понял: ошибся не я – ошибается вся нынешняя физика. А я по ошибке выписал формулы истинной физики.

Что же это за физика?

Я обратился к своему расчету и вижу: *вместо двух знаков времени в нашем мире я взял два мира с разными стрелами времени!* И как говорится в известном анекдоте, во-первых, это красиво. Во-вторых, здесь торжествует великий древний мистический принцип единства противоположностей. Итак, имеем чудо. Но оказалось, что это лишь начало целой серии еще более замечательных чудес.

Следующее чудо. Упомянутый выше расчет я вел для расширяющейся вселенной, и масса оказалась прямо пропорциональной скорости расширения. Я подумал: «А что, если какая-то часть материи сжимается, – здесь масса должна уменьшиться». Я провел расчет и увидел: массу можно обратить в нуль. Но в этом случае физика здесь полностью изменится. Так мы можем менять законы физики! А ведь это выход из-под власти материи.

Нынешняя физика полностью исчезает также в случае, когда обращается в нуль квантовый хаос. Как показывает расчет, условия для этого есть в любой клетке, любой травинке и, конечно, в человеческой психике...

## **WE ARE LIVING ON THE EVE OF THE GREATEST OF REVOLUTIONS**

**G.V. Ryazanov**

*(Extract from a conversation held at the Club of Naive People at Miriam Meshel's salon (Israel), which took place on February 5, 2004)*

---

## НЕОЖИДАННЫЕ СЛЕДСТВИЯ ИЗ ДАЛЬНОДЕЙСТВИЯ В ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ

Г.В. Рязанов

*(Тезисы докладов I-й Ионовской школы-семинара по основаниям теории физического пространства-времени. – М.: Изд-во физфака МГУ, 1995. – С. 39–41)*

Электродинамика с дальнодействием или, что то же самое, электродинамика с двумя знаками времени для решений уравнений Максвелла была предложена Шварцшильдом и Фоккером. Введение в теорию опережающих волн кажется противоречащим любому опыту, однако Уилер и Фейнман обнаружили здесь реакцию среды, обращающую в нуль наблюдаемые опережающие волны (в отличие от затравочных волн, существующих до учета среды).

Теория Уилера и Фейнмана не противоречит опыту, однако предположение о симметрии двух знаков времени для затравочных полей, несмотря на свои очевидные логические и эстетические преимущества, остается мало понятным, то есть не интерпретируемым. Чтобы иметь хоть какую-то интерпретацию, я предположил, что четыре мира, соответствующие четырем возможным решениям уравнений Максвелла (запаздывающие причинные, опережающие причинные, запаздывающие антипричинные, опережающие антипричинные), взаимодействуют и движения в этих мирах скорректированы. Оказалось, что имеется одна-единственная корреляция, удовлетворяющая условию равноправия всех частиц вселенной.

Таким образом, последовательная симметризация решений уравнений Максвелла дает теорию, которая столь же однозначна, как и обычная классическая электродинамика с запаздывающими волнами. Остается лишь рассмотреть следствия симметричной электродинамики, эти следствия чрезвычайно интересны:

1. Теперь любое движение электрона создает волны, которые после многократного рассеяния на частицах вселенной возвращаются (из-за наличия опережающих волн) к частице, которая их испустила, – возникает реакция вселенной.

2. Свободный электрон должен двигаться так, чтобы реакция вселенной, издаваемая такими же электронами, не меняла характера предполагаемой траектории.

3. Существует одно-единственное значение массы электрона, удовлетворяющее этому условию. Эту массу можно вычислить, она выражается через параметры космологической модели, ее значение совпадает со значением массы, известной на опыте.

4. Устойчивыми состояниями движения электрона оказываются круговые орбиты с частотой, близкой к комптоновской частоте.

5. Для электрона во внешнем поле, скажем, для электрона в атоме водорода, разрешенными оказываются лишь дискретные уровни энергии, удовлетворяющие условию квантования Бора. Определив отсюда величину постоянной Планка, получим значение, близкое к экспериментальному.

6. Петли во времени для фотона дают для заряженных частиц дополнительное взаимодействие, которое по величине и по зависимости от расстояния совпадает с тяготением.

7. Условия согласования (одинаковость частиц) дают уравнения для метрики, уравнения для пространственных симметрий, уравнения для преобразований при переходе в движущуюся систему отсчета. В последнем случае решение оказывается отличным от преобразований Лоренца в случае скоростей, очень близких к скорости света.

8. Как показывает расчет стационарной траектории свободной частицы, частица в процессе движения по окружности (без трения) переходит (с той же частотой) в другое пространство (из четырех упомянутых выше вселенных) – в итоге истинное пространство частицы оказывается вдвое больше, то есть возвращение к начальному состоянию происходит лишь после двойного обхода нашего пространства. То есть объясняется происхождение полуцелых представлений.

Таковы некоторые следствия симметризации и связанного с этой симметризацией замыкания локальной физики на расширяющуюся Вселенную. Аналогичный учет диссипации во вселенной позволяет вычислить температуру реликтового излучения, вычислить энтропию Вселенной, объяснить коллапс волновой функции в акте квантовомеханического измерения.

Так возникает новая физика, в которой многие проблемы нынешней физики оказываются решенными. В отличие от нынешней ситуации, новая физика оказывается неполной, то есть можно указать постановку опытов, в которых ответы, даваемые новой физикой, представляются сомнительными. Эта проблема решается, если симметризацию по времени и причинности с замыканием на расширяющуюся Вселенную дополнить замыканием на приборы и измерительные процедуры, на разные стороны жизни наблюдателя, на общую картину эволюции.

Некоторые новые явления, предсказываемые симметричной физикой, находят экспериментальное подтверждение: новая физика объясняет существование скрытой массы астрофизических объектов, объясняет некоторые малопонятные факты геофизики.

В своем докладе я собираюсь из всех этих вопросов рассмотреть лишь упомянутые выше пп. 1–4, все остальное я перечислил здесь в надежде привлечь внимание к этому направлению, в надежде дать интересующимся более полное объяснение уже в частных беседах.

**ЛИТЕРАТУРА**

- 1 *Рязанов Г.В.* Путь к новым смыслам. – М.: Гнозис, 1993.
- 2 *Рязанов Г.В.* Симметричная по времени электродинамика как генератор массы, квантовой механики и тяготения // A.D. Sakharov memorial lectures. “Nova science publ”. – N.Y., 1992.

**UNINTENDED CONSEQUENCES OF REMOTE ACTION  
IN ELECTRODYNAMICS**

**G.V. Ryazanov**

*(Abstracts of the 1st Ionov School-Seminar on the Foundations of the Physical Space-Time Theory. Moscow, Publishing House of the Department of Physics of Lomonosov Moscow State University, 1995. – P. 39–41)*

---

## КОММЕНТАРИЙ К РАБОТАМ Г.В. РЯЗАНОВА

Ю.С. Владимиров

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

Во время наших бесед с Рязановым мы обсуждали соотношение его взглядов с развиваемой нами бинарной геометрофизикой, основанной на так называемой бинарной предгеометрии. По некоторым вопросам у нас было согласие, однако убедить его окончательно в плодотворности нашего подхода мне тогда так и не удалось. Как мне сейчас представляется, это было связано с предварительными результатами наших исследований. В последнее время после получения новых результатов мне очень хотелось заново продискутировать с Рязановым наши позиции, однако он был далеко. Я все собирался написать ему в Израиль обстоятельное письмо, однако, к сожалению, так и не собрался. А совсем недавно получил сообщение о его кончине. Опоздал!

Тем не менее считаю уместным прокомментировать перечисленные в приведенных выше статьях Георгия Васильевича выводы с позиций развиваемой нами бинарной геометрофизики. В связи с этим напомним, что бинарная геометрофизика строится на основе так называемой теории бинарных систем комплексных отношений [1; 2]. Это означает, что задаются два множества неких элементов и определяются отношения между элементами двух множеств. Два множества элементов описывают два вида состояний микросистем, между которыми рассматриваются процессы перехода. Эти отношения удовлетворяют неким законам. В итоге получается так, что элементы в любом состоянии характеризуются отношениями как к элементам следующего состояния (в будущем), так и отношениями к элементам в прошлых состояниях. Уже сам этот факт фактически является ответом на поставленный Рязановым (и рядом других авторов) вопрос о некой симметрии ролей прошедшего и будущего в физике.

Постараюсь прокомментировать все 8 пунктов его второй статьи и идеи, высказанные во фрагменте его первой работы.

Начну с последнего, восьмого пункта его тезисов, в котором он на основании введения некоего второго пространства объясняет «происхождение полупространств», то есть факта спинорного описания элементарных частиц. В рамках бинарной предгеометрии показано, что спинорное описание элементарных частиц автоматически достигается, если опираться на бинарные системы комплексных отношений минимального невырожденного ранга (3,3). От этой бинарной предгеометрии путем «своеобразной

склейки» элементов двух множеств можно перейти к общепринятой 4-мерной геометрии с сигнатурой (+ - - -).

Далее обсудим шестой пункт тезисов Рязанова, где говорится, что «петли во времени для фотонов дают для заряженных частиц дополнительное взаимодействие, которое по величине и по зависимости от расстояния совпадает с тяготением». Фактически здесь утверждается, что гравитационное взаимодействие не является первичным, а является производным от электромагнитного взаимодействия («петли во времени для фотонов»). Это утверждение доказано в наших работах на основании последовательного реляционного обобщения [2] теории прямого межчастичного электромагнитного взаимодействия Фоккера–Фейнмана [3]. Нами показано, что гравитация является своеобразным квадратом от электромагнитных взаимодействий. Более того, аналогичное утверждение о вторичном характере гравитационных взаимодействий (правда, на основе иных соображений) высказывалось в работах А.Д. Сахарова [4] и С.Л. Адлера.

Во втором пункте тезисов Рязанова говорится, что «свободный электрон должен двигаться так, чтобы реакция вселенной, издаваемая такими же электронами, не меняла характера предполагаемой траектории». Это утверждение фактически означает обусловленность слагаемых, описывающих свободное движение в лагранжианах теории, реакцией со стороны всего окружающего мира. В наших работах [2] этот результат доказан на основании обобщения теории прямого межчастичного грави-электромагнитного взаимодействия.

В четвертом и пятом пунктах тезисов Рязанова фактически говорится о том, что круговые орбиты электрона в атомах также обусловлены реакцией окружающего мира. Этот результат также обоснован нами в рамках реляционной теории атомов [5]. Было показано, что именно реакцией окружающего мира объясняется найденная В.А. Фоком  $O(4)$ -симметрия в водородоподобных атомах.

Особый интерес представляют соображения Рязанова об обусловленности значения массы электрона «параметрами космологической модели», высказанные в третьем пункте его тезисов. К этому добавим соображения Рязанова из первой статьи, где он говорит об аналогичной обусловленности гравитационной постоянной. Будем опираться на другую публикацию Г.В. Рязанова [6], где приведены его конкретные формулы. Прежде всего, отметим, что эти утверждения фактически соответствуют проявлениям принципа Маха, понимаемого как зависимость локальных характеристик объектов от глобальных свойств окружающего мира. В литературе имеется ряд любопытных рассуждений на эту тему. Об этом писали Г. Вейль, П.А.М. Дирак, А. Эддингтон и ряд других мыслителей.

В работе Рязанова [6] приводится следующее значение для массы элементарной частицы:

$$m = (e^2 N^{1/2}) / (c^2 R),$$

где  $e$  – заряд электрона,  $N \sim 10^{80}$  – число Эддингтона (число протонов во Вселенной),  $R \sim 10^{28}$  см – размер наблюдаемой Вселенной.

В той же работе приводится следующее значение для ньютоновой гравитационной постоянной:

$$G = (e^2) / (m^2 N^{1/2}),$$

где использованы те же обозначения.

Отметим, что в названной публикации не указана масса конкретной элементарной частицы. Исходя из ряда дополнительных соображений и названных тезисов, следует положить, что это масса электрона  $m \rightarrow m_e$ . Из тех же дополнительных соображений следует положить, что во второй формуле Рязанова следует писать произведение масс электрона  $m_e$  на удвоенную массу протона  $2m_p$ . Коэффициент 2 здесь введен исходя из соображений удобства интерпретации окончательного результата. Тогда, подставляя первую формулу во вторую, получим

$$G = (e^2) / (2m_e m_p N^{1/2}) = (c^2 R) / (2m_p N) \rightarrow R = (2GM) / c^2,$$

где введена масса наблюдаемой Вселенной  $M = m_p N$ . Таким образом приходим к известному выражению для гравитационного радиуса Вселенной через ее массу и гравитационную постоянную.

Таким образом, формулы Рязанова можно соотнести с известными свойствами окружающего мира, что можно рассматривать как еще одно подтверждение справедливости принципа Маха.

Используя приведенные здесь обобщения формул Рязанова, можно по-новому взглянуть на квадратное уравнение Эддингтона, из которого получается известное отношение масс электрона и протона:

$$10 m_2 - 136 m m_0 + m_2 0 = 0,$$

где  $m_0$  – некая масса, определяемая глобальными свойствами Вселенной. Если отождествить коэффициент 136 с  $1/\gamma$ , где  $\gamma$  – постоянная тонкой структуры, то можно прийти к весьма любопытному выражению для отношения масс электрона и протона:

$$m_e / m_p = 10 \gamma^2 \sim 1 / 1840.$$

Это чрезвычайно любопытный результат.

В связи с изложенным приведем высказывание известного американского физика-теоретика Р. Дикке: «Итак, мы видели, что у принципа Маха много лиц – почти столько же, сколько было исследователей, рассматривающих принцип Маха. Будучи основан на глубоких философских идеях, этот принцип является интуитивным, и его трудно возвысить (или, если угодно, низвести) до уровня количественной теории. Но то, что самого Эйнштейна к

его чрезвычайно изящной теории гравитации привели соображения, вытекающие из этого принципа, говорит о многом. Принцип Маха еще может быть очень полезным для физиков будущего» [7].

Наконец, отметим, что оставшийся пункт 7 из тезисов Рязанова также не лишен оснований. Он в какой-то степени относится к описанию свойств окружающего мира на очень больших расстояниях. Это соображение Рязанова можно соотнести с высказываниями П.К. Рашевского [8] и В.Л. Рвачева [9], развитыми в наших работах с А. Молчановым [10].

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 *Владимиров Ю.С.* Физика дальнего действия. Природа пространства-времени. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2016.
- 2 *Владимиров Ю.С.* Реляционная концепция Лейбница–Маха. – М.: ЛЕНАНД, 2017.
- 3 *Wheeler J.A., Feynman R.P.* Interaction with the absorber as the mechanism of radiation // *Rev. Mod. Phys.*, 1945. – Vol. 17. – P. 157–181.
- 4 *Сахаров А.Д.* Научные труды. – М.: АОЗТ, «Изд-во ЦентрКом», 1995.
- 5 *Владимиров Ю.С., Терещенко Д.В.* Реляционно-статистическое обоснование O(4)-симметрии атома водорода // *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*. – 2016. – № 1 (14). – С. 43–53.
- 6 *Рязанов Г.В.* Путь к новым смыслам. – М.: Гнозис, 1993.
- 7 *Дикке Р.* Многоликий Мах // *Гравитация и теория относительности*. – М.: Мир, 1962.
- 8 *Рашевский П.К.* О догмате натурального ряда // *Успехи математических наук*. – 1973. – Т. XXVIII. – Вып. 4 (172). – С. 243–246.
- 9 *Рвачев В.Л.* Релятивистский взгляд на развитие конструктивных средств математики. – Харьков: Препринт Института проблем машиностроения АН УССР, 1990.
- 10 *Vladimirov Yu.S., Molchanov A.B.* Relational justification of the cosmological redshift // *Gravitation and Cosmology*. – 2015. – Vol. 21. – No. 4. – P. 279–282.

#### COMMENTARY TO THE WORKS OF G.V. RYAZANOV

**Yu.S. Vladimirov**

---

---

## НАШИ АВТОРЫ

---

---

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

**ГОДАРЕВ-ЛОЗОВСКИЙ Максим Григорьевич** – председатель Санкт-Петербургского философского клуба Российского философского общества.

**ЕФРЕМОВ Александр Петрович** – доктор физико-математических наук, профессор Российского университета дружбы народов, академик РАЕН.

**ЗАХАРОВ Валерий Дмитриевич** – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Всероссийского института научной и технической информации.

**ЙОРДАН Паскуаль (1902–1980)** – немецкий физик-теоретик, один из авторов скалярно-тензорной теории гравитации, работал с М. Борном и В. Гейзенбергом над проблемами квантовой теории поля.

**КАМИНСКИЙ Александр Викторович** – консультант компании ElfiTech (Израиль).

**ПЕЧЕНКИН Александр Александрович** – доктор философских наук, профессор философского факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

**РЯЗАНОВ Георгий Васильевич (1930–2017)** – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института теоретической физики имени Л.Д. Ландау (до отъезда из России в 1990-х годах).

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

**ТЕРЕХОВИЧ Владислав Эрикович** – кандидат философских наук, ученый секретарь семинара «Философские проблемы физики и математики» кафедры философии и техники Института философии Санкт-Петербургского государственного университета.

**ФОК Владимир Александрович (1898–1974)** – доктор физико-математических наук, профессор Ленинградского государственного университета, академик АН СССР.

**ЯКОВЛЕВ Владимир Анатольевич** – доктор философских наук, профессор философского факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

## Общие требования по оформлению статей для журнала «Метафизика»

Автор представляет Ответственному секретарю текст статьи, оформленной в соответствии с правилами Редакции. После согласования с Главным редактором статья направляется на внутреннее рецензирование и затем принимается решение о возможности ее опубликования в журнале «Метафизика». О принятом решении автор информируется.

### Формат статьи:

- Текст статьи – до 20–40 тыс. знаков в электронном формате.
- Язык публикации – русский/английский.
- Краткая аннотация статьи (два-три предложения, до 10-15 строк) на русском и английском языках.
- Ключевые слова – не более 12.
- Информация об авторе: Ф.И.О. полностью, ученая степень и звание, место работы, должность, почтовый служебный адрес, контактные телефоны и адрес электронной почты.

### Формат текста:

- шрифт: Times New Roman; кегль: 14; интервал: 1,5; выравнивание: по ширине;
- абзац: отступ (1,25), выбирается в меню – «Главная» – «Абзац – Первая строка – Отступ – ОК» (то есть выставляется автоматически).
- ✓ Шрифтовые выделения в тексте рукописи допускаются только в виде курсива.
- ✓ Заголовки внутри текста (названия частей, подразделов) даются выделением «Ж» (полужирный).
- ✓ Разрядка текста, абзацы и переносы, расставленные вручную, не допускаются.
- ✓ Рисунки и схемы допускаются в компьютерном формате.
- ✓ Века даются только римскими цифрами: XX век.
- ✓ Ссылки на литературу даются по факту со сквозной нумерацией (не по алфавиту) и оформляются в тексте арабскими цифрами, взятыми в квадратные скобки, после цифры ставится точка и указывается страница/страницы: [1. С. 5–6].
- ✓ Номер сноски в списке литературы дается арабскими цифрами без скобок.
- ✓ Примечания (если они необходимы) оформляются автоматическими подстрочными сносками со сквозной нумерацией.

### Например:

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

## ЛИТЕРАТУРА

1. Адорно Т.В. Эстетическая теория. – М.: Республика, 2001.
2. Бек У. Общество риска. На пути к другому модерну. – М.: Прогресс-Традиция, 2000.
3. Бердяев Н.А. Судьба России. Кризис искусства. – М.: Канон +, 2004.
4. Савичева Е.М. Ливан и Турция: конструктивный диалог в сложной региональной обстановке // Вестник РУДН, серия «Международные отношения». – 2008. – № 4. – С. 52–62.
5. Хабермас Ю. Политические работы. – М.: Праксис, 2005.

С увеличением проводимости<sup>1</sup> кольца число изображений виртуальных магнитов увеличивается и они становятся «ярче»; если кольцо разрывается и тем самым прерывается ток, идущий по кольцу, то изображения всех виртуальных магнитов исчезают.

<sup>1</sup> Медное кольцо заменялось на серебряное.

Редакция в случае неопубликования статьи авторские материалы не возвращает.

*Будем рады сотрудничеству!*

### Контакты:

ЮРТАЕВ Владимир Иванович, тел.: 8-910-4334697; E-mail: vyou@yandex.ru

*Для заметок*

---