

# МЕТАФИЗИКА

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2021, № 4 (42)

Основан в 2011 г.

Выходит 4 раза в год

*Журнал «Метафизика»*

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

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

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

*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)

• **ПРОБЛЕМАТИКА СЛОЖИВШИХСЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В ОБОСНОВАНИЯХ ФИЗИКИ**

• **ЭКСПЕРИМЕНТЫ, ЖДУЩИЕ СВОЕГО ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ**

• **МЕТАФИЗИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЧИСЕЛ**

• **ПАМЯТИ НАШИХ КОЛЛЕГ**

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

Подписано в печать 16.11.2021 г.  
Дата выхода в свет 30.12.2021 г.

Формат 70×108/16.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 16,28.  
Тираж 500 экз. Заказ 1150.  
Отпечатано  
в Издательско-полиграфическом  
комплексе РУДН  
115419, г. Москва,  
ул. Орджоникидзе, д. 3  
Цена свободная

# METAFIZIKA

(Metaphysics)

SCIENTIFIC JOURNAL

No. 4 (42), 2021

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

Established in 2011  
Appears 4 times a year

## Editor-in-Chief:

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

## Editorial Board:

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

*A.P. Yefremov*, D.Sc. (Physics and Mathematics),  
Professor at the Peoples' Friendship University of Russia,  
Academician of the Russian Academy of Natural Sciences

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

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

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

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

*A.Yu. Sevalnikov*, D.Sc. (Philosophy), Professor at the Institute of Philosophy  
of the Russian Academy of Sciences, Professor at the Chair of Logic  
at Moscow State Linguistic University

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

*S.V. Bolokhov*, Ph.D. (Physics and Mathematics), Associate Professor  
at the Peoples' Friendship University of Russia, Scientific Secretary  
of the Russian Gravitational Society (Secretary of the Editorial Board)

# МЕТАФИЗИКА НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

2021, № 4 (42)

**Учредитель:**  
Российский университет дружбы народов

Основан в 2011 г.  
Выходит 4 раза в год

## Главный редактор –

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

## Редакционная коллегия:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

# CONTENTS

<b>EDITORIAL NOTE</b> ( <i>Vladimirov Yu.S.</i> ) .....	6
<b>THE PROBLEM OF THE CURRENT CONCEPTS OF THE JUSTIFICATION OF PHYSICS</b>	
<i>Shershakov Ye.P.</i> Some practical considerations to the solving of theoretical physics problems .....	8
<i>Aristov V.V.</i> Relational statistical concept and range .....	27
<i>Antipenko L.G.</i> On the role of V. Heisenberg, E. Schrödinger, K.F. Weizsacker, N. Bohr and M. Heidegger in the development of the logical and mathematical foundations of quantum physics .....	36
<b>EXPERIMENTS AWAITING FOR THEORETICAL JUSTIFICATION</b>	
<i>Panchelyuga V.A., Panchelyuga M.S.</i> Mach's principle and microseism spectrum ...	50
<i>Eganova I.A., Kallies V.</i> Experimental investigations on identification of a priori relationship of 4-dimension events and its properties .....	60
<i>Panchelyuga V.A., Kolombet V.A., Panchelyuga M.S.</i> Macroscopic fluctuations phenomenon .....	73
<i>Kolombet V.A., Lesnykh V.N., Panchelyuga V.A.</i> The universal period-tripling system .....	98
<i>Vladimirsky B.M., Panchelyuga V.A.</i> The resonant structure of solar system – half a century of reflection and discussion .....	107
<b>METAPHYSICAL ROLE OF NUMBERS</b>	
<i>Dombrovsky K., Stanyukovich K.</i> Number distribution and resonance .....	119
<i>Bakhtiyarov K.I.</i> Genesis Tower of Babel .....	159
<i>Bisengaliev R.A., Tugulchieva V.S.</i> Dedicated to the 200th anniversary of Pafnuti Lvovich Chebyshev .....	169
<b>IN MEMORY OF OUR COLLEAGUES</b>	
<i>Alexander V. Koganov (1946–2021)</i> .....	172
<i>Simon E. Shnoll (1930–2021)</i> .....	178
<i>Sergey V. Siparov (1954–2021)</i> .....	181
<b>OUR AUTHORS</b> .....	184

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ОТ РЕДАКЦИИ (Владимиров Ю.С.)</b> .....	6
<b>ПРОБЛЕМАТИКА СЛОЖИВШИХСЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В ОБОСНОВАНИЯХ ФИЗИКИ</b>	
<i>Шершаков Е.П.</i> Некоторые практические соображения к решению проблем теоретической физики .....	8
<i>Аристов В.В.</i> Реляционная статистическая концепция и дальнодействие .....	27
<i>Антипенко Л.Г.</i> О роли В. Гейзенберга, Э. Шредингера, К.Ф. Вайцзеккера, Н. Бора и М. Хайдеггера в разработке логико-математических оснований квантовой физики .....	36
<b>ЭКСПЕРИМЕНТЫ, ЖДУЩИЕ СВОЕГО ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ</b>	
<i>Панчелюга В.А., Панчелюга М.С.</i> Принцип Маха и спектр микросейсм .....	50
<i>Еганова И.А., Каллис В.</i> Экспериментальные исследования по выявлению априорной взаимосвязи 4-мерных событий и ее свойств .....	60
<i>Панчелюга В.А., Коломбет В.А., Панчелюга М.С.</i> Феномен макроскопических флуктуаций .....	73
<i>Коломбет В.А., Лесных В.Н., Панчелюга В.А.</i> Универсальная система утраивающихся периодов .....	98
<i>Владимирский Б.М., Панчелюга В.А.</i> Максимальная резонансность Солнечной системы – полвека размышлений и дискуссий .....	107
<b>МЕТАФИЗИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЧИСЕЛ</b>	
<i>Домбровский К., Станюкович К.</i> Распределение чисел и резонанс .....	119
<i>Бахтияров К.И.</i> Вавилонская башня генезиса .....	159
<i>Бисенгалиев Р.А., Тугульчиева В.С.</i> К 200-летию Пафнутия Львовича Чебышева .....	169
<b>ПАМЯТИ НАШИХ КОЛЛЕГ</b>	
<i>Коганов Александр Владимирович (1946–2021)</i> .....	172
<i>Шноль Симон Эльевич (1930–2021)</i> .....	178
<i>Сипаров Сергей Викторович (1954–2021)</i> .....	181
<b>НАШИ АВТОРЫ</b> .....	184

## ОТ РЕДАКЦИИ

DOI: 10.22363/2224-7580-2021-4-6-7

Данный номер журнала, как и большинство предыдущих, посвящен обсуждению оснований фундаментальной теоретической физики, причем главное внимание в этом и в других наших выпусках уделяется решению назревшей проблемы – поиску новых более глубоких принципов физической картины мира. Отметим, что эта проблематика также активно обсуждается на еженедельном семинаре «Основания фундаментальной физики», действующем в течение около полувека на физическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова. Этот семинар явился продолжением известного семинара по теоретической физике профессора Д.Д. Иваненко, где также активно обсуждалась данная проблематика. Большая часть статей данного номера журнала отражает выступления, недавно сделанные на этом семинаре.

Статьи данного номера журнала составляют четыре раздела. В статьях первого раздела обсуждаются проблемы фундаментальной физики и обосновывается необходимость пересмотра сложившихся представлений о физической реальности. Как неоднократно подчеркивалось в нашем журнале, в настоящее время исследования в области фундаментальной теоретической физики ведутся в рамках трех физических (метафизических) парадигм: 1) в наиболее общепринятой теоретико-полевой парадигме, в которой формулируется современная квантовая теория поля, 2) в геометрической парадигме, основанной на принципах эйнштейновской теории гравитации и 3) в рамках реляционной парадигмы, развивающей идеи, высказанные в трудах Г. Лейбница, Э. Маха и других видных мыслителей. Эта парадигма в XX в. оказалась в тени. Рядом современных физиков, как отечественных так и зарубежных, отмечается, что ныне созрели условия для возрождения исследований в рамках реляционной парадигмы. В настоящее время, наконец, найден математический аппарат – теория систем отношений, необходимый для развития идей этой парадигмы. В статьях первого раздела журнала приводятся свидетельства в пользу развития именно этой парадигмы.

На научных семинарах и конференциях при обсуждении идей реляционной парадигмы, как правило, высказывается мысль о необходимости поиска экспериментального подтверждения идей этой парадигмы. Для большинства физиков теоретические положения становятся приемлемыми лишь тогда, когда они подтверждаются экспериментом. В связи с этим на упомянутом семинаре и в нашем журнале уделяется должное внимание обсуждению

экспериментов, пока не нашедших должного обоснования в рамках общепринятых теоретико-полевой и геометрической парадигм. Ожидается, что теоретическое обоснование результатов этих экспериментов будет найдено в рамках именно реляционной парадигмы. Отметим, что 38-й выпуск нашего журнала (№ 4 за 2020 г.) целиком был посвящен этой тематике. Второй раздел данного номера нашего журнала фактически является его продолжением. Экспериментальные исследования в этом направлении активно ведутся коллективом физиков под руководством В.А. Панчелюги в Институте теоретической и экспериментальной биофизики в Пущино. Ими представлено несколько статей в этот раздел журнала.

Третий раздел журнала посвящен обсуждению метафизической роли целых чисел. В первой статье этого раздела, написанной профессором К.И. Бахтияровым, фактически обосновывается особая метафизическая роль чисел 2 и 3. Вторая статья посвящена 200-летию со дня рождения выдающегося отечественного математика П.Л. Чебышева.

С прискорбием отмечаем, что в течение последних двух месяцев ушли из жизни трое наших коллег, авторов ряда статей нашего журнала, активных участников семинаров и конференций по основаниям фундаментальной физики и математики: Александр Владимирович Коганов (1946–2021), Симон Эйлевич Шноль (1930–2021) и Сергей Викторович Сипаров (1954–2021). В четвертом разделе нашего журнала помещены соответствующие три некролога. Более того, в статье «Феномен макроскопических флуктуаций» второго раздела этого номера журнала содержится изложение основных достижений С.Э. Шноля и приведен обширный список его научных публикаций.

*Ю.С. Владимиров*

---

---

# ПРОБЛЕМАТИКА СЛОЖИВШИХСЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ОБ ОСНОВАНИЯХ ФИЗИКИ

---

---

DOI: 10.22363/2224-7580-2021-4-8-26

## НЕКОТОРЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ СООБРАЖЕНИЯ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

**Е.П. Шершаков\***

*Российская Федерация, 454091, г. Челябинск, ул. Карла Маркса, д. 73*

**Аннотация.** Сделан философско-исторический обзор появления новых метафизических и мировоззренческих положений, на основе которых могут возникнуть новые подходы к решению насущных задач в современной науке. Приведены основные положения бинарной геометрофизики как пример нового подхода, в том числе и использования оригинального математического аппарата. Описаны методы, которые могут быть плодотворны при получении новых результатов в современной физике. Высказаны некоторые предположения о наличии законов высокой «коллективной организации», которые могут систематизировать поведение систем, независимо от их природы происхождения (физическая, химическая, биологическая, социальная, экономическая и т.д.).

**Ключевые слова:** «бытие в возможности», бинарная геометрофизика, принцип Маха, законы «коллективного порядка»

### Чуть обернувшись

За последние 120 лет физика прошла извилистый и сложный путь, углубившись в тайны микромира и еще дальше заглянув в глубины космоса. Но воздав должное великим предшественникам, сейчас можно остановиться и по-новому посмотреть на то, что сделано, и то, что сейчас делают физики-теоретики. Если смотреть шире, то как физика, так и другие науки (экономика, биология) и изящные искусства на данный момент находятся в ожидании каких-то новых свершений. Возможно, прорыв произойдет в тех науках, которые имеют не такую яркую историю развития, как в физике XX в. Затем

---

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

незамедлительно последует цепная реакция и в других отраслях прикладной и фундаментальной науки, в том числе и гуманитарного направления. В свою очередь, прорыв в науке приведет к подъему в изящных и актуальных искусствах, как это было в начале XX в.

Цель статьи – краткий культурно-исторический обзор становления некоего нового мировоззрения, но основе которого могут быть сформулированы модифицированные подходы в формализации уже собранного фактического и теоретического материала в естественных науках (в основном физика), а также новые подходы в решении насущных задач, вновь возникающих перед физиками. Автор опирался на уже проведенные исследования (см.: Литература), в которых развернуто и глубоко исследованы различные аспекты данного процесса, совокупно формирующие его фундаментальное обоснование. Материал изложен так, чтобы даже у узкопрофильного специалиста в каком-то разделе физики проснулся интерес к формулируемым подходам.

Чтобы ментально понять ситуацию, которая сложилась в настоящее время, лучше обратиться к истории. Вспомним, кто стоял у истоков пересмотра всей цивилизационной парадигмы средневековья в XII–XIII вв. В силу исторического и социального развития западноевропейского общества все основные новые принципы формировали люди, которые по своей сути были универсалами. Обширный обзор этой ситуации делает А. Уайтхед [1]. Декарт, Лейбниц, Кант – это ученые (А. Уайтхед упоминает 12 имен того времени, чтобы акцентировать именно на сплаве широкого философского кругозора и естественнонаучного подхода), которые особенно сильно повлияли на развитие естественных наук. Их основная отличительная черта заключалась в том, что они являлись и специалистами в естественных науках, и оригинальными философами. Заметим, что неслучайно в этом ряду упомянут Кант. Его отличала очень широкая осведомленность в естественных науках от географии до математики, а последующее влияние его философии на умы физиков трудно переоценить. Сложно сказать, что было первично для рождения идей этих великих людей – философский гений или естественнонаучный уклад их мышления. Но одно можно сказать точно – без этого сплава естественнонаучного понимания и философской прозорливости не было бы такого могучего интеллектуального подъема западной цивилизации. Нечто подобное, связанное с переоценкой существующего миропонимания, случилось в период становления квантовой механики. Но в связи с уже четко сформировавшейся специализацией в науке, а тем более с ее разделением на естественную и гуманитарную ветви, влияние изменения миропонимания, вызванного развитием квантовой механики, не так глубоко проникло в социальную жизнь западного общества, как это было в эпоху Просвещения.

Вернемся в действительность. Перед учеными в физике стоят задачи, которые концептуально не сильно отличаются от тех, которые стояли перед создателями квантовой механики. Понятно, что за 100 лет наработан огромный багаж теоретического и практического материала. Но последнее время явно ощущается «концептуальная усталость» в идеях, которые обсуждают физики.

Старый понятийный аппарат уже не справляется с задачей формулировки каких-то новых принципов, на основе которых могут быть разработаны новые математические инструменты для того, чтобы более адекватно объяснять наблюдаемые явления. В таких науках, как биология и химия, тоже наблюдаются аналогичные тенденции, так как понятийный аппарат в этих науках имеет ту же физическую основу. На сегодняшний момент точные и гуманитарные науки идут параллельным курсом, мало пересекаясь между собой.

В XX в. физики больше интересовались, чем занимались философией. В среде физиков даже возникло неприятие каких-либо разговоров о философии. Вспомним знаменитые «Shut up and calculate» и скептическое отношение Ландау к этому вопросу. Дело не в том, что физики должны заниматься философией, чтобы глубже понять законы мироздания. Суть заключается в том, что при определенном творческом или интеллектуальном тупике у физика должна быть платформа, с которой он мог бы посмотреть на все с другой точки зрения. Философское миропонимание должно ему помочь создать мысленно контролируемый и частично объясняемый концепт, который должен адекватно увязываться с действительностью.

На начальном этапе развития физика упрощала ситуацию, чтобы в простоте своей ухватить суть происходящего. А теперь все более явственно обозначилась проблема – нужно видеть явление, не отдельно выдернутое из контекста бытия, а увязанное с другими «участниками» этого бытия. Формулировка этого концепта должна основываться на том, что нужно понимать условия, при которых работали «старые» упрощения и при которых общая парадигма строения мироздания должна изменяться таким образом, чтобы старая картина мира была «вложением» в новый каркас концепта. Именно философия может быть той основой, на которую можно опереться при создании этого концепта. «Мы не можем мыслить без абстракций. Соответственно, в высшей степени важно быть готовым вовремя критически пересмотреть свои способы абстрагирования. Именно здесь обретает свое место философия... Она является критикой абстракций», – пишет А. Уайтхед [1. С. 115].

Неважно, какие философские теории будут близки тебе, какие семантические смыслы придут к тебе из любой области искусства. Главное – чтобы возник этот концепт. Поэтому, применяя только уже устоявшиеся подходы, вряд ли мы двинемся в прорыв. Нужно использовать еще что-то (рациональное или иррациональное), чтобы как-то найти другой путь продвижения. «Природа скучна; она лишена цвета, звука запах; в ней есть лишь место суете бесконечного и бессмысленного вещества... Прежде всего следует отметить поразительную эффективность этой философии как понятийной системы, используемой для организации научного исследования... Эта концепция реальности образована, очевидно, с помощью понятий высокой степени общности», – так образно формулирует А. Уайтхед результат развития научного понимания мира на начало XX в. Но эта концепция на данный период времени сформировала такую ситуацию, что «преимущество изолированного внимания к определенной группе абстракций состоит в том, что вы ограничиваете свои мысли определенными четко очерченными вещами... Воспринимая

особенности частного случая, вы абстрагируетесь от всех остальных вещей... Обойденные вниманием вещи занимают важное место в вашем опыте, но формы вашего мышления оказываются не приспособленными для их понимания», – так резюмирует А. Уайтхед [1. С. 112, 115] новый вызов, который возник в науке в начале XX в. Такая ситуация остается и по сие время.

Далее в статье будет приведено несколько положений, которыми уже оперирует современная физика. Они входят в противоречие с той концепцией, которая считалась верной до сих пор. В современной научной литературе уже есть обсуждения по поводу новых веяний. Философская база для выработанных новых положений уходит корнями в Античность и эпоху Просвещения. В результате анализа трудов древних философов можно отметить, что их взгляд на мироздание более объемен. Современный человек концентрируется на деталях, его взгляд более фрагментарен. Поэтому возвращаясь к тем основоположениям, которые были использованы античными и более поздними философами эпохи Просвещения, можно сформулировать для себя новую мировоззренческую базу, на основе которой уже сделать попытку построить новый понятийный аппарат и инструментарий формализации. Кратко сформулируем несколько положений, которые возникли на основе достижений современной физики:

- 1) концепция «бытия в возможности»;
- 2) принцип Маха как более употребительная формулировка общего принципа;
- 3) дальноедействие или нелокальность.

1. Концепция «бытия в возможности» ведет свою историю от Аристотеля. Подробный разбор становления этой концепции описан в работе [2]. Идеологически очень близок к излагаемой концепции А. Уайтхед [1], что неудивительно, вспоминая его биографию. Он выработал свою философскую концепцию, будучи физиком и математиком очень высокого уровня, находясь в научной полемике с А. Эйнштейном, хотя отчасти и потерпев неудачу в развитии своих научных взглядов. Тезисно можно определить содержание следующим образом:

– физика XII–XIX столетий строилась на основе дуализма декартовой философии. Результаты исследования микромира наталкивают на использование другого понятийного аппарата, развиваемого Аристотелем в своих книгах («Метафизика», «О Душе», «Физика», «История животных»);

– основная мысль, которая будет очень продуктивна для выстраивания формального аппарата будущей физики микромира, а также качественной и наглядной интерпретации физических процессов, в нем происходящих, – «расколотость» бытия, то есть его разделенность на бытие возможное и бытие актуальное.

Применительно к квантовой механике можно сказать следующее:

а) состояние квантовой системы, описываемой волновой функцией как математическое выражение, определяет «тенденции» или «возможности» («*dynamis*») перехода в действительность. «Мир возможностей» состоит из нескольких вариантов реализации возможностей в действительность;

б) переход от потенциально возможного к осуществившемуся происходит в последней стадии эксперимента [3. С. 12].

Таким образом, математические законы квантовой теории вполне можно считать количественной формулировкой аристотелевского понятия «*dynamis*» или «потенция» [4. С. 222–223].

Обращение к следующему историческому этапу развития концепции «бытия в возможности» может дать материал для размышлений над формулировкой новых подходов к исследованию микромира. Лейбниц в своих работах [5; 6], размышляя над вопросом «возможности и осуществления», ставит вопрос под некоторым другим углом. Дистанцируясь от ответа Лейбница в религиозном ключе и понимая качество постановки вопроса, можно сформулировать этот подход как: «Почему существует нечто, а не ничто?». Также следует упомянуть «принцип предустановленной гармонии» [7], к которому не раз обращались физики и философы на протяжении всей истории развития науки. Такая постановка вопроса привела к тому, что на современном этапе в свете вышесказанного встали две проблемы: классификация уровней реализации возможного [8] и определение фундаментальных принципов, на основе которых выявляются закономерности тех или иных физических процессов. Ко второй проблеме мы еще обратимся позже.

Дальнейшее развитие вышеупомянутой проблематики можно проследить у сторонников «философии организма» применительно уже к не только к физическим микросистемам, но и к макросистемам другой природы (биологическим, химическим, социальным и т.п.) [1; 9].

2. «Принцип Маха» – максимально подходящее определение с точки зрения физики под общий закон, который проявляется во многих процессах (не только физических). Поэтому он и имеет такое название. Мах максимально последовательно описал действие этого закона в механике. Но в силу интуитивного понимания этот закон работает применительно и к другим немеханическим процессам. Термин, описывающий этот закон, имеет устоявшуюся форму обозначения. Мах говорит: «Даже в простейшем случае, в котором мы как будто занимаемся взаимодействием только двух масс, отвлечься от остального мира невозможно. Дело именно в том, что природа не начинает с элементов, как мы вынуждены начинать. Для нас, во всяком случае, счастье то, что мы в состоянии временами отвлечь наш взор от огромного целого и сосредоточиться на отдельных частях его» [10]. Этот принцип современная физика впитала максимально органично: теория поглотителя Феймана, «волновая функция Вселенной» Хокинга. Но использование этого принципа как основополагающего для построения новых теорий на регулярной основе не наблюдается.

Использование закона в достаточно пространной формулировке позволяет сделать Маху интересное предположение, которое впоследствии выразилось в выработке новых математических методов. Хотя Мах комментирует введение в механику таких параметров, как скорость и силу, но, тем не менее, используя рассуждения о воздействии всего окружения на рассматриваемое тело, он делает далеко идущий вывод: «Нет ничего невозможного в том,

что место элементарных законов, составляющих содержание современной механики, когда-то займут (употребляя выражение К. Неймана) законы интегральные, что мы непосредственно будем познавать взаимную зависимость положений тел» [10. С. 222–223].

Также следует упомянуть такое понятие, как «отношения», которое упоминалось у Лейбница и Маха. Этот термин ближе по своему значению к общепринятому отношению между людьми. Он характеризует взаимодействия, взаимные воздействия физических объектов. Именно использование этого понятия в геометрии как базового положения, в том числе и при введении метрики, позволило Ю.С. Владимирову [11; 12] создать достаточно жизнеспособную физическую теорию, которая опирается на продуманные метафизические принципы, упомянутые выше, и оригинальный математический аппарат. Использование оригинального математического аппарата некоторым образом дистанцирует эту теорию от «main stream» направления движения современной теоретической физики, но, тем не менее, открывает горизонты для получения новых интерпретаций и свежих результатов.

**3.** Вопрос «нелокальности квантовой механики» ясно обозначился с публикации работы по ЭПР-парадоксу [13]. Этой проблеме посвящено множество литературы. Мы приводим лишь ее небольшую часть [2; 4], которая имеет отношение непосредственно к темам, обсуждаемым в данной статье. Итогом анализа большого количества работ, посвященных исследованиям различных вариантов неравенства Белла, Леггетта–Гарга, а самое главное – их экспериментальным исследованиям [15; 16], стали выводы: характер взаимодействия между квантовыми объектами имеет «нелокальный» характер (другими словами, имеет место «дальнодействие») и невозможность свести эволюцию квантового объекта (конкретно в эксперименте [16] – атома) к движению по какой-либо траектории.

А теперь хотелось бы прокомментировать положения, про которые шла речь выше. За последнее время теоретическая физика достигла таких вершин абстракции, что в отдельных направлениях развития теоретической физики глубоко разбирается лишь очень ограниченный контингент людей. Конечно, предпринимаются попытки популяризации достижений современной теоретической физики (М. Каку, М. Грин, С. Хокинг). Но для физиков, работающих в других областях, хотелось бы ознакомления с новыми достижениями, например физики элементарных частиц, на другом, существенно качественном уровне. Мы – все родом из общей физики. Общая физика за долгие годы выработала практику представлять различные физические явления на качественном уровне так, что человеческий мозг может себе представить суть модели, которая используется для интерпретации этого физического явления (идеальный газ, законы электростатики, полупроводниковые модели, гидродинамика и т.п.). Ясно, что с погружением в понимание микромира, неравновесных и нелинейных явлений антропоморфное представление даже вредит пониманию сути физических явлений. Но в то же время за последние годы теоретиками было предпринято множество попыток развить какие-то теоретические представления, и при этом они ничем не увенчались.

Выработка понимания сути физических явлений на качественном уровне существенно снизило бы изначально количество попыток, которые не имели бы дальнейшей перспективы.

Среди компонентов, которые необходимы для выработки «качественного понимания» сути явлений, я бы назвал такие:

- мысленные эксперименты (ЭПР-парадокс, кот Шредингера и т.п.), которые дают возможность взглянуть на явление более объемно;

- визуализация явлений пусть даже с использованием каких-либо «симулякров», которые впоследствии либо исчезнут за ненадобностью, либо видоизменяются, либо наполнятся каким-либо физическим смыслом;

- понятная физическая интерпретация базовых понятий, включая тех, которые не имели аналогий в истории физики (волновая функция).

Возвращаясь к вышесказанному, хотелось бы сделать методологический набросок выработки такого «качественного понимания» различных физических теорий и явлений.

1. Концепция «бытия в возможности» позволяет использовать для теоретических моделей любые математически непротиворечивые положения: применение девиантных логик; применение, как фон, анизотропных, неоднородных, дискретных, искривленных пространств; отсутствие пространств как таковых и прямое взаимодействие частиц, а также множество математических приемов, которые помогают обнаружить какие-то новые явления или построить новую теорию. Мы математически имитируем действия природы, если так можно выразиться. При этом я не удивлюсь, что в дальнейшем будут использоваться какие-то предположения, которые не будут восприниматься человеческим мозгом как мыслимые. Отчасти в такой парадигме и живет современная теоретическая физика. В рамках нашего рассмотрения можно сделать уточнение, что любая непротиворечивая математически теория выдает одну из возможных версий развития событий. Подобные выводы делаются исходя и из других базовых предположений [17. С. 92]. Но это не значит, что эта версия реализуется в действительности.

Следующим шагом оценки развития явления по предполагаемой схеме должны быть критерии или ограничения, которые позволяют реализоваться тому или иному сценарию развития события. А. Уйатхед [1. С. 240] приводит формальные признаки такой реализации. Мы попробуем качественно сформулировать эти признаки применительно к физике. Так сложилось, что в результате эволюции на нашей планете мыслящее существо (в нашем случае – человек) явно осознает происходящее, находясь в 4-мерном пространстве-времени. Поэтому основным критерием реализации возможных сценариев должна быть возможность реализации этого явления именно в 4-мерном случае. Вообще, к интерпретациям теорий применительно к евклидовому пространству стоит отнестись особенно внимательно. Природа не делает ничего просто так. Человеку выпала возможность познавать мир именно в 4-мерном измерении. По всей видимости, реализация возможных сценариев развития событий в этих условиях происходит максимально «эффективно», да позволят так выразиться. Действия многих законов приводят к одним и тем

же результатам, которые мы можем обнаружить посредством имеющихся у нас органов восприятия окружающего мира, а также приборов регистрации, в конечном итоге которые тоже взаимодействуют с теми же органами восприятия. Можно привести несколько источников, где собраны результаты таких исследований [11. С. 272; 17. С. 115–116, 194].

Выражаясь языком экспериментаторов, должны быть точно установлены условия реализации прямым или косвенным образом предсказанного явления. Средством обнаружения этих условий является прибор, рассматриваемый как макрообъект в 4-мерном пространстве-времени. В случае обнаружения условий, выраженных косвенным образом, особенно нужно точно понимать, что фиксирует экспериментатор, и относятся ли фиксируемые способы проявления происходящих взаимодействий к рассматриваемому явлению. Можно предположить, что возникнут некоторые противоречия с современными принятыми нормами. Например, обнаружение кварков в несвязанном состоянии является возможным, но нереализуемым как в экспериментальном, так после нашего утверждения и в теоретическом смысле, по крайней мере, на момент сегодняшнего развития науки.

Абстракции современной физики очень сложно представить качественным образом. Как бы человек ни делал далеко идущие выводы на основе формул, ему требуется представление явления в виде какой-то сложившейся и непротиворечивой картины. Последнее время людей, способных выдать удачную интерпретацию, становится все меньше и меньше то ли с увеличивающимся отрывом от классических представлений, то ли с уменьшением доли гениальных профессионалов, которые пытаются адаптировать новые знания к пониманию человеческим разумом как таковым. Уместно вспомнить теорию инвариантов М. Борна. Он исходил из того положения, что «естествознание... есть применение обычного здорового человеческого разума при необычных обстоятельствах» [18; 19. С. 238]. Физик воспринимает результат какого-либо измерения какого-либо явления ровно так же, как обычный человек познает мир.

Например, понятие «стул» для человека является обобщением чувственных восприятий, и это понятие получает устойчивую идентификацию в нашем сознании, независимо от вариации чувственных восприятий. Это происходит благодаря формированию неких устойчивых образований, которые называются инвариантами, которые формирует человеческий мозг для опознавания предмета «стул». Ровно так же происходит в физике. «Большинство измерений в физике относится не к интересующим нас вещам, а к некоторого рода проекциям, причем это слово употребляется в самом широком смысле этого слова», – пишет Борн. Необходимо отметить, что его работы пестрят блестящими наглядными примерами, которые демонстрируют объемным образом те явления, которые он комментирует: собака как пример инварианта, формируемого человеческим сознанием; тени вращающегося картонного круга; нарезка колбасы для демонстрации проекции сечения на плоскость и т.д. Именно такие «картинки» позволяют более наглядно понять суть физических явлений. Вернувшись к сути инвариантов Борна, можно

отметить, что определенная величина, рассматриваемая нами как свойство предмета или явления, в действительности есть лишь свойство проекции. Улавливая такие свойства как непосредственно органами чувств, так и с помощью все более усложняющихся приборов, наше сознание формирует инварианты, которыми мы можем называть некоторые образования как качественного (типа элементарных частиц), так и количественного (типа массы, заряда электрона) порядка. Е. Вигнер и С.В. Илларионов используют свои классификации инвариантов [19; 20]. Борн подчеркивает, что такое описание справедливо для любого квантового явления. Но наблюдение или измерение относится не к самому явлению природы, а лишь к определенному аспекту, связанному с определенной проекцией этого явления: выбором определенной системы координат, особенностями экспериментальной установки.

Целью работы экспериментатора является улучшение техники эксперимента для получения пусть ограниченных, но хорошо очерченных сведений, независимых от наблюдателя и его прибора, а именно инвариантных особенностей некоторого числа подходящим образом спроектированных экспериментов. Таким образом, целью использования инвариантов является отсечение всего несущественного и концентрация на использовании каких-то неизменных свойств изучаемого явления при определенных условиях. Еще раз повторимся, что такой метод полностью эквивалентен тому, который осуществляется в подсознательном мышлении людей. Научный метод отличается от наивного тем, что тут существенно больше неизвестных. Нужно много размышлять, менять условия опыта. После этого рождается математическая теория, результатом которой и является появление инвариантов, которые позволяют более структурно взглянуть на исследуемое явление.

Основываясь качественно на теории инвариантов Борна, можно наметить направления технического решения задачи реализации возможного в действительное. Очевидно, что идеологически в такой трактовке для квантовой механики органичен подход Феймана. Именно в подходе Феймана сконцентрирован общий смысл реализации возможного в действительном: все возможные пути реализации влияют на формирование того «трека», которые формируются в действительности. Идеологически интерпретации Феймана близок подход Ю. С. Владимирова [11; 12] за исключением того, что для построения теории не нужно наличия пространственно-временного континуума. При этом никто не пытается каким-то образом умалить достоинства других интерпретаций квантовой механики. Именно эти интерпретации помогли наработать огромный багаж теоретического и практического материала за последние 100 лет. Последние достижения «main stream» направления физики элементарных частиц представлены в статье [21]. Но нам хотелось бы остановиться на другом подходе. Его активным сторонником был И.А. Акчурина [22]. «Важнейший и даже несколько неожиданный результат физики последних лет – это то, что все ее основные динамические уравнения могут быть получены как определенное следствие довольно самоочевидных предположений о “локально-глобальных” аспектах слоения общего многообразия динамических состояний, “движения” исследуемой нами системы», – пишет

автор. Встает вопрос о том, как оно «составлено», «выстроено» из каких-то своих «частей», подмножеств меньшей размерности. Образно говоря, динамические физические системы допускают локализации-разложение на составляющие их элементарные «части» несколькими совершенно различными и, главное, никак не сводимыми друг к другу способами. И каждое такое разложение, каждый новый тип топологической локализации «частей» в системе выявляют некоторые совершенно новые стороны глубокого внутреннего единства. Динамические законы физики существенно связаны с интересующими нас объектами-расслоениями более «вместительных» обобщенно-пространственных структур, лишь «частями» которых являются исследуемые нами объекты и их возможные движения. Оказывается, основные динамические уравнения наиболее фундаментальных физических теорий наших дней являются в определенном смысле следствиями чисто топологической локальной «составленности», «выстроенности» полного многообразия динамических состояний исследуемой физической системы из каких-то ее «частей», возможности локального однозначного разложения ее движения на динамические «слоения», подмножества меньшей размерности. Задача сводится к выбору абстрактного математического пространства, «окрестностная» локализация в котором дает в физике наиболее плодотворные теоретические результаты.

Критерии этого выбора определяются, вообще говоря, новыми и важными понятиями так называемых теорем о «Морита – I, II и III – эквивалентностях». До сих пор в физике интуитивно использовалась «Морита I – эквивалентность», выражением которой были инварианты (в смысле Е. Вигнера, а не М. Борна). Исследуя физические свойства инвариантности (при движениях или преобразованиях) некоторых новых природных процессов, мы можем заранее решить, можно ли вообще их объясняющие математические модели и теории локально «вложить», локализовать «окрестностно» в том или ином конечномерном векторном пространстве (а это обычно связано только с топологически тривиальными структурами классической физики). Структуры же физики наших дней чаще всего топологически весьма и весьма нетривиальны, и поэтому их приходится «погружать» уже не в векторные пространства любого – даже бесконечного числа измерений, а в более общие «вместилища» всякого рода топологических патологий. К последним и относится «Морита II – эквивалентность». Задача сводится к тому, какого типа «патологичности» топологические пространства лучше других, по крайней мере, приспособлены для «погружения» в них топологически нетривиальных физических процессов определенного класса (типа инстантонов, кинков и т.п.).

Особый интерес вызывает развитие теории на базе «Морита III – эквивалентность». Неизбежная включенность любых средств наблюдения современной физики в определенную (всегда) понятийную систему как раз и фиксирует, какие именно конкретные базовые объекты будут использованы для построения абстрактного «локального» математического пространства

теории и то, какие именно наблюдаемые только и имеют инвариантный физический смысл (даже локально) в этой теории. Определенный набор базовых объектов, применяемый для описания всего разнообразия физических опытных данных (посредством локализационных теорем о «Морита – I – II и III – эквивалентностях»), определяет конкретный топологический тип локального пространства, в которое можно геометрически «погрузить» без какого-либо остатка («изоморфно») все эти опытные данные в некоторой физически целостной, обобщенно-наглядной картине всех их взаимоотношений и взаимосвязей. Тем самым в различных пространственных окрестностях определенных физических процессов теперь может очень резко изменяться в современной физике даже сам тип локального расслоенного пространства, которое необходимо для построения полной теории.

Мы видим, что какие бы теории мы ни развивали, пройти мимо проблемы взаимодействия объекта с «макроприбором» (в той постановке вопроса, в которой исторически обсуждался в квантовой механике) не получится. Классики квантовой механики достаточно подробно изучали эту тему [3; 20]. Также разработана философская трактовка данного вопроса в свете вопросов, освещаемых в этой статье [2. С. 133]. Но продвинуться дальше тех пределов, до которых дошли корифеи квантовой механики в вопросе формализации этого вопроса, не удалось. Именно в вопросе взаимодействия квантового объекта и «макроприбора», если можно так выразиться, возникает «интеллектуальный тупик», который, по всей видимости, на основе современных математических и физических представлений не преодолеть. Необходимо подойти к решению этой проблемы немного с другой стороны.

Именно это и проделал Ю. С. Владимиров [11; 12]. В основу бинарной геометрофизики положены отношения между некоторыми абстрактными первичными элементами, составляющими частицы (объекты). На основе описания этих отношений некими комплексными числами строятся прообразы общепринятых понятий. Физическое наполнение этих прообразов должно производиться с использованием известных физических моделей. Сначала из элементарных понятий строится импульсное пространство и одновременно формируется прообраз физического действия. Координатное пространство возникает на заключительной стадии теории. Обратим внимание, что импульсное пространство оказывается в некотором смысле более первичным, чем координатное. Введение классических понятий интервала при этом возможно только относительно «макроприбора», который является достаточно сложным ансамблем элементарных базисов. Не углубляясь в детали, можно сказать, что, рассматривая ансамбль элементарных базисов, составляющих макроприбор, производятся некоторые статистические процедуры в импульсном пространстве. В результате можно получить Фурье-образ функции плотности распределения импульсов квантового объекта относительно ансамбля элементарных базисов, что на самом деле является волновой функцией квантового объекта. Дальнейший переход к описанию взаимодействия в уже известном понимании квантового объекта и «макрообъекта» осуществляется усреднением большого числа отношений между частицами, составляющими

«макрообъект», и ансамблем элементарных базисов, составляющих «макроприбор».

Таким образом, предпринята попытка описания на новом качественном уровне, используя оригинальный математический аппарат, взаимодействия квантового объекта и «макроприбора». Безусловно, что описанный метод требует значительной проработки для получения результатов, которые помогут выявить новые виды инвариантов, уже ближе по идеологии к модели М. Борна, чем Е. Вигнера. Мы надеемся, что в недалеком будущем появятся новые теории, использующие другую идеологию, которые еще дальше продвинут вопрос формализации взаимодействия квантового объекта и «макроприбора». По всей вероятности, к ним относятся и топологические методы, о которых мы упоминали выше.

2. Осознание того, что принцип Маха в общей формулировке является одной из важнейших компонент рассмотрения каких-либо процессов, активно происходит в различных гуманитарных и точных науках. Идеи применения принципа Маха сейчас интенсивно и многосторонне обсуждаются многими ведущими физиками и методологами науки современности, однако пути их конкретного, эвристического «внедрения» в физическую науку наших дней остаются пока что, к сожалению, достаточно неопределенными и неясными. И.А. Акчурун [22] предполагает, что наиболее интересными и перспективными представляются сейчас попытки истолковать космологический принцип Маха как физическую «экспликацию» чисто математических и, прежде всего, топологических принципов и теорем двойственности.

Эти весьма и весьма глубокие теоремы топологической двойственности в наши дни уже позволяют более основательно понять чисто физические «механизмы», благодаря которым наиболее существенные динамические свойства интересующего нас локального объекта (его индивидуальная масса, заряды электрический, ядерный и т.д.) определяются целостными, глобальными топологическими характеристиками «всей» совокупности его взаимодействий со всеми остальными объектами в незанятой им «остальной» части пространства.

Обобщенные теоремы двойственности Серра–Гротендика позволяют благодаря формулировке законов физики на языке топологии аппроксимировать все физически важные взаимодействия «внешнего» мира и интересующего нас локально выделенного объекта с помощью специальной системы «покрытий» внешнего мира – так называемого дуального топологического комплекса. Этот последний является, вообще говоря, очень сложной обобщенно-геометрической «моделью» всех возможных взаимодействий с внешним миром данного объекта – топологической конструкцией особого рода, которая, однако, в некоторых случаях в пределе при все большем «измельчении» покрытий внешнего мира по определенному закону становится, как это ни странно, очень простой. При определенных условиях дуальный топологический комплекс «внешнего мира» становится изоморфен нашему евклидову пространству того или иного числа измерений. Вся совокупность связей интересующего нас объекта с внешним миром «вне его» оказывается

сконцентрированной в один объект и суммарно выражается особым «комплексом вычетов». Поиск этих «вычетов» с помощью определенной математической процедуры и его физическая интерпретация позволяют делать выводы о взаимодействии элементарных частиц.

Следующей важной темой, примыкающей к комплексу вопросов, связанных с применением принципа Маха, являются опять же взаимоотношения квантового объекта и макроприбора. Операциональные измерительные установки, определяющие частицу или волну, наблюдаемые нами в том или ином конкретном физическом эксперименте, являются, с точки зрения топологических теорем двойственности, как раз чисто «внешними» границами той «части» трехмерного пространства, которую может «занимать» интересующий нас существенно квантовый объект.

И.А. Акчурин [22] говорит о том, что после успешного обобщения идей Стоуна-Зариского А. Гротендиком в пространственной теории топосов мы должны считать, что «полное» многообразие характеристических параметров, фиксирующих определенное состояние интересующего нас квантового объекта, представляет собой уже не классическое поле действительных чисел, а некоторое абстрактное алгебраическое кольцо, различные идеалы которого и соответствуют различным состояниям квантовых объектов. При этом конкретные математические характеристики экспериментальной установки (число щелей, их координаты, ширина и т.д. – в случае изучения волновых или корпускулярных свойств микрообъектов) осуществляют как бы автоматическое «разложение» этих идеалов абстрактного кольца квантовых наблюдаемых на его так называемые примарные компоненты. Кольца используемых комплексных чисел уже имеют несколько способов разложения на примарные компоненты, а не один, как в случае действительных чисел.

Именно использование поля комплексных чисел для представления квантовых объектов в сочетании с теоремами двойственности Серра–Гротендика делает возможным, что в одних условиях данная конкретная экспериментальная установка своими двумя щелями глобально, целостно «вырезает» из информационно очень «богатого» квантового объекта только волну, а в других топологических «условиях» другая «дополнительная» ей топологически (в определенном смысле) экспериментальная установка своей щелью «вырезает» из того же самого квантового объекта уже только корпускулу. Автор подчеркивает, что описанный метод может быть распространен и на биологию.

Общим выводом для исследования природы как физических, так и биологических объектов является то, что топологические характеристики «внешней» по отношению к объекту «не занимаемой им» части пространства могут в этом случае определять не только его «статическое», чисто геометрическое разложение на подобъекты меньшей размерности, но и динамическое «поведение» этих подобъектов во времени – существование, например, преимущественных траекторий их движения. Именно это имеет место, по-видимому, в отношении прямых линий всякого инерциального механического движения или концентрических «окружностей» магнитного (или электрического) поля, как бы «навивающихся» на всякий ток (или переменное во времени магнитное поле).

Такого рода выделенные, преимущественные направления «канализации» всякого материального движения на каждом конкретном уровне его пространственно-временной организации определяются, по-видимому, пока неизвестными нам еще (в самом общем их виде) динамическими общефизическими принципами топологической двойственности. В биологии при описании «креодичности» (по Уоддингтону), то есть эффективной канализованности по определенным траекториям движения почти всех молекулярно-биофизических структур живой клетки, физика приобретает совершенно новые для нее, очень необычные для чистой «протяженности» измерения – измерения организации или даже символические, «предыдеальные», так сказать. Про законы «организации» мы скажем несколько слов ниже.

3. Как, упомянуто выше, вопрос «дальнодействия» очень подробно исследовался в литературе. Поэтому хотелось ограничиться лишь краткими замечаниями. В статье представлены последние достижения в физике элементарных частиц. В основе теоретического анализа берется Стандартная модель, формализм которой основан на локальной квантовой теории поля. При выходе за рамки Стандартной модели локальный характер взаимодействий тоже никак не отвергается. Экспериментальные доказательства наличия «дальнодействия» и отсутствия траекторий квантовых объектов как таковых дают возможность и подойти по-новому к корректировке стандартного формализма [1. С. 576; 17. С. 335; 19. С. 371] и одновременно попробовать исследовать физику микромира с других базовых позиций [24–26], где авторы не пользуются вариационным принципом для построения своих теорий. Авторы пытаются создать такую теорию, где на первый план выдвигается алгебраический и геометрический подход к описанию физических явлений. Несомненно, математика в своих выводах является отражением действительности. Но все ли может «ухватить» математика при описании физических явлений без привнесения дополнительных условий из внешнего мира? Хотелось все-таки следовать классической традиции – наполнить теорию философским и физическим смыслом для того, чтобы при сгущении математической абстракции не потерять реальной опоры. Тем не менее мы вправе ожидать, что вслед за цитируемыми авторами появятся исследователи, которые предложат новые подходы к созданию современной парадигмы физической реальности.

В заключении этого раздела хотелось бы сказать несколько слов о теории Ю.С. Владимирова [11; 12]. Бинарная геометрофизика является теорией, которая находится в стадии развития. Несомненно, это развитие определит ее место в структуре современной науки. Следует отметить, что данная теория дает возможность продвинуть наши знания в таких сложных вопросах, как формализация взаимоотношений квантового объекта и «макроприбора» и интерпретация термина «волновая функция». Про взаимоотношения квантового объекта и «макроприбора» говорилось подробно выше. Интерпретация «волновой функции» строится следующим образом. Как уже упоминалось, при использовании математического аппарата бинарной геометрофизики получается, что импульсное пространство некоторым образом

первично относительно координатного. Оказывается, что при проведении определенных математических процедур с использованием понятия ансамбля элементарных базисов, характеризующих макроприбор, Фурье-образ функции распределения импульсов из импульсного пространства в координатное является амплитудой вероятности пребывания частицы в соответствующей точке классического пространства. Впервые предполагается теоретическое обоснование феноменологически установленных понятий. Со своей стороны хочется упомянуть выводы С.В. Илларионова [19. С. 342] по поводу реальности Фурье-компонент в радиотехнике и квантовой механике, которые говорят о том, что рассмотрение задач в квантовой механике более удобно при использовании операторов сохраняющихся физических величин. В нашем случае это говорит о том, что использование импульсного пространства как основного имеет под собой серьезное основание. Использование волновой функции является вторичной процедурой и может характеризовать уже взаимодействие квантового объекта с макроприбором в классическом пространстве.

### **Заглянув в будущее**

В 1958 г. В. Эльзассер выпустил работу [27], в которой он делает предположение о наличии так называемых биотонических законов. Эти законы не содержатся в законах классической физики и квантовой механики, но и не противоречат им. Наверное, излишне приводить описание этих законов в изложении автора, так как с тех времен произошли многие открытия в различных науках. Также эти законы имеют отношение к биологии, хотя рассмотрение происходит на физической основе. Однако можно заметить следующее: на протяжении развития науки исследователи интуитивно понимали, что существуют законы, которые обладают большей общностью, чем существующие специализированные законы в той или иной научной области. В свое время Лейбниц сформулировал принцип «предустановленной гармонии» [7], который и является образной формулировкой этих интуитивных догадок.

В истории человечества было много формулировок этого принципа, но в контексте данной статьи определение Лейбница – оптимально. Возможность формирования, существования и какого-либо другого бытия сущего может происходить по любому сценарию. Но реализация этого бытия происходит по какому-то «треку». Основой реализации этого «трека» является обобщенный принцип Маха. Именно благодаря взаимодействию со всем «условно локально окружающим миром» мы познаем этот мир так, как это происходит на планете Земля – в 4-мерном пространственно-временном континууме. Поэтому Лейбниц и назвал тот порядок, который царит по крайней мере в макром мире «предустановленной гармонией». Мы знаем только малую часть физических законов, из действия которых складывается реализация этого «гармонического» принципа. До сей поры законы, открытые в различных дисциплинах (особенно естественнонаучных и гуманитарных), слабо коррелировали между собой. Но сейчас мы стоим на пороге открытия новой

системы законов, которые обладают более высоким уровнем общности, наподобие тех, о существовании которых предполагал Эльзассер. Речь идет о законах, которые имеют силу в сложных системах. Рассмотрение, которое сконцентрировано на отдельных акторах взаимодействия или их ограниченных количествах, опирается на законы низшего «коллективного порядка». Именно с такими системами в основном работает современная физика. Можно предположить, что если использовать законы, описывающие взаимодействия элементарных частиц в рамках атома и являющиеся законами более высокого «коллективного порядка», могут быть получены результаты, отличные от тех, которые выдает, например, Стандартная Модель, которая, в свою очередь, описывает менее коллективно организованную структуру. В силу принципа фрактальности одни и те же элементы изучаемой системы, которые могут находиться при рассмотрении в различном окружении участников взаимодействия и применяемой масштабности, могут описываться как одними, так и другими законами. Это касается и объектов макромира. Например, наличие различных изомеров веществ одного и того же атомарного состава может быть объяснено именно явлениями, связанными с особенностями коллективного взаимодействия атомов.

К вопросу изучения коллективно организованных структур исследователи подходили уже несколько с другой стороны. Например, С.В. Илларионов [19. С. 443] описывает процессы самоорганизации, которые наглядно демонстрируются в биологии, а методически они разбирались в кибернетике.

На сегодняшний момент наука оперирует законами в различных дисциплинах, которые описывают наиболее простые конфигурации исследуемых систем. Эти законы имеют четкую специализацию и описывают явления, которые характерны для той или иной науки (биологии, экономики, физики и т. д.), на минимально коллективно организованном уровне. При усложнении рассматриваемых систем, если начинают учитывать дополнительные параметры или условия, например количество участвующих элементов, новые характеристические размеры системы, наличие акторов дополнительного воздействия и т.д., законы могут приобретать более общие черты. При определенном уровне масштабирования и «степени коллективности» законы для различных дисциплин могут иметь общую форму. Действия этих законов для разных дисциплин могут быть описаны в схожих конфигурационных пространствах. Наглядно это можно продемонстрировать на примере развития организмов от простейших до сложных, которые на определенном этапе развития еще и начинают обладать разумом. Скорее всего, в физике присутствует аналогичная цепочка развития, по которой структура имеет разный уровень сложности с присущими этому уровню свойствами самой структуры. Конечно, даже при уменьшении масштаба меньше планковской длины мы получаем очень сложную картину строения материи. Проблема здесь в выборе масштаба фрактальной структуры, что обусловлено знанием человека на текущий момент, после которого можно строить цепочку усложнений и перехода на более коллективно организованный уровень. Безусловно, рассуждения о еще неоткрытых законах провоцируют усмешку. Однако стоит

задуматься о приложении усилий в этом направлении, тем более что мы уже используем ряд методов коллективного анализа.

К примеру, возьмем статистическое распределение Больцмана. Используя положения молекулярно-кинетической теории, которая работает с микрообъектами, можно получить описание системы на уровне макропараметров. Таким образом, используя законы более низкого «коллективного порядка» (механического движения молекул) и некоторых предположений о характере столкновений между молекулами, можно посредством статистических методов получить описание системы на другом качественном уровне. Особенность данного рассмотрения заключается в том, что систему можно описывать на другом качественном уровне при большом количестве микрообъектов. То же самое можно сказать и об описании систем на основе статистики Бозе и Ферми.

Существование законов «коллективного порядка» опять же обусловлено наличием принципа Маха в обобщенном случае. Например, результаты, полученные с помощью распределения Больцмана, можно рассматривать как взаимодействие исследуемой системы с окружающим миром. Параметром, характеризующим данный процесс, или инвариантом в смысле Борна, можно назвать температуру. Значение температуры можно рассматривать не как параметр, присущий изучаемой системе, а как некоторую характеристику, определяемую именно взаимодействием данной системы с окружающим миром.

В свете вышесказанного можно привести статью Г.Р. Иваницкого [28], в которой автор комментирует вопросы, касающиеся построения иерархии и самоорганизации биологических систем. Уже не вызывает удивления, что в биофизике используются те же подходы, что мы описывали в данной статье, характерные для физики, хотя специфика предмета накладывает свои отпечатки на метафизическую и методологическую основу изложения. То, как развиваются взгляды физиков и биологов, характеризует таблица терминов, используемых на разных этапах развития биологии. Ту же направленность философских взглядов можно проследить и в социальных науках [9].

Сформулируем некоторые положения, приведенные в работе [28], которые могут быть полезны в поисках нахождения законов «коллективного порядка», которые в том числе будут работать и в физике.

1. В биологии (как и в физике) существует запрос на проработку топологическими методами проблемы построения определенных конфигурационных пространств для решения конкретных задач математическими методами;

2. Основным результатом будущей теории «хищники и жертвы» может стать теория классов универсальности, фрагментами которой является «теория катастроф» [29] или классификации различных форм фазовых переходов [30]. Все эти исследования непосредственно связаны с изучением устойчивости систем в неравновесных процессах [31];

3. Введение нужного количества параметров описания развития системы, а также характеристических параметров (например, в биологии характеристических времен жизни), позволяющих сравнивать состояния системы на различных стадиях организации «коллективного порядка».

От себя добавим, что развитие методов построения симметрии в живой и неживой природе [32] может существенно продвинуть исследователей на пути поиска системы законов «коллективной организации». Ведь применение законов симметрии является очень наглядным и понятным методом, который позволяет сделать интересные выводы, как это было сделано в физике элементарных частиц. Скорее всего, будут открыты новые виды симметрии, которые связаны уже не с отдельными частицами, а некоторыми кластерами, состоящими из этих частиц, но имеющими более высокий уровень «организации порядка» относительно отдельных объектов.

Что касается исследования устойчивости систем в неравновесных процессах, то одним из важных шагов будет изучение возникновения нелинейных эффектов, например [33], как практической реализации возможности развития явления после прохождения точки бифуркации в модели «теории катастроф». Также в физике элементарных частиц уже были попытки создать теорию, которая пытается рассматривать квантовые объекты как сложные системы (Висбаденская программа Гейзенберга) [17. С. 269]. Надеемся, молодые исследователи, переосмыслив некоторые положения, возьмут на вооружение сам подход Гейзенберга, который дал возможность получить нетривиальные результаты для своего времени.

### Литература

1. *Уайтхед А.Н.* Избранные работы по философии. М.: Изд-во «Прогресс», 1990. (Раздел 1, «Наука и современный мир»)
2. *Севальников А.Ю.* Интерпретации квантовой механики. В поисках онтологии. М.: Либроком, 2009.
3. *Фок В.А.* Квантовая физика и строение материи // Структуры и формы материи. М., 1967.
4. *Гейзенберг В.* Шаги за горизонт. М.: Прогресс, 1987.
5. *Лейбниц Г.В.* Начала природы и благодати, основанные на разуме // Лейбниц Г.В. Соч. в 4 т. Т. 1. М., 1982.
6. *Лейбниц Г.В.* О глубинном происхождении вещей // Лейбниц Г.В. Соч. в 4 т. Т. 1. М., 1982.
7. *Лейбниц Г.В.* Монадология // Лейбниц Г. В. Соч.: в 4 т. Т. 1. М., 1982.
8. *Карпенко А.С.* Основной вопрос метафизики // Логика и Философия. Журнальный клуб Интелпрос «Философский Журнал». 2014. № 2.
9. *Морен Э.* Метод // Природа Природы. М.: Прогресс – Традиция, 2005.
10. *Мах Э.* Механика: Историко-критический очерк ее развития // Регулярная и хаотическая динамика. Ижевск, 2000.
11. *Владимиров Ю.С.* Метафизика. М.: Бином, 2009.
12. *Владимиров Ю.С.* Основания физики. М.: Бином, 2008.
13. *Эйнштейн А., Подольский Б., Розен Н.* Можно ли считать квантовомеханическое описание физической реальности полным? // Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Т. 3. М.: Наука, 1966. С. 604–611.
14. *Гриб А.А.* Неравенства Белла и экспериментальная проверка квантовых корреляций на макроскопических расстояниях // УФН. 1984. Т. 142. Вып. 4. С. 619.
15. *Aspect A., Dalibard J., Roger G.* Experimental Test of Bell's Inequalities Using Time-Varying Analyzers // Phys. Rev. Lett. 1982. 49. P. 1804.
16. *Robens C., Alt W., Meschede D., Emary C., Alberti A.* Ideal Negative Measurements in Quantum Walks Disprove Theories Based on Classical Trajectories // Phys. Rev. 20 Jan 2015. X 5, 011003.

17. *Вяльцев А.Н.* Дискретно пространство-время. М.: КомКнига, 2007.
18. *Борн М.* Физика в жизни моего поколения: «Философские аспекты современной физики», «Физическая реальность». М.: Издательство иностранной литературы, 1963.
19. *Илларионов С.В.* Теория познания и философия науки. М.: РОССПЭН, 2007.
20. *Вигнер Е.* Этюды о симметрии. М.: МИР, 1971.
21. *Казаков Д.И.* Перспективы физики элементарных частиц. УФН 2019 г. Т. 189. Вып. 4.
22. *Акчурин И.А.* Философские проблемы физики элементарных частиц (тридцать лет спустя). М.: РАН, Институт философии, 1994.
23. *Полак Л.С.* Вариационные принципы механики: Их развитие и применение в физике. М.: Книжный Дом «Либроком», 2010.
24. *Ефремов А.П.* О физико-математической аналитике и реальности фрактального пространства // Метафизика. 2018. № 1 (27).
25. *Ефремов А.П.* Кватернионы: алгебра, геометрия и физические теории // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике. М.: РУДН, 2004. № 1.
26. *Пенроуз Р., Риндлер В.* Спиноры и пространство-время: спинорные и твисторные методы в геометрии пространства-времени. М.: Мир, 1988.
27. *Elsasser W.M.* The Physical Foundations of Biology. London: Pergamon Press, 1958.
28. *Иваницкий Г.Р.* Самоорганизующаяся динамическая устойчивость биосистем, далеких от равновесия. УФН 2017. Т. 187. № 7.
29. *Арнольд В.И.* УФН 1983. Т. 141. С. 569.
30. *Паташинский А.З., Покровский В.Л.* Флуктуационная теория фазовых переходов. М.: Наука, 1982.
31. *Пригожин И.* От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках. М.: Наука, 1985.
32. *Урманцев Ю.А.* Симметрия природы и природа симметрии: философские и естественнонаучные аспекты. URL: <http://www.sci.aha.ru> (дата обращения: 10.09.2021).
33. *Зельдович Б.Я., Пилипецкий Н.Ф., Шкунов В.В.* Обращение волнового фронта. М.: Наука, 1985.

## SOME PRACTICAL CONSIDERATIONS TO THE SOLVING OF THEORETICAL PHYSICS PROBLEMS

Ye.P. Shershakov\*

*73 Karl Marx St, Chelyabinsk, 454090, Russian Federation*

**Abstract.** The philosophical and historical review of the emergence of new metaphysical and worldview provisions is made. New approaches to solving urgent problems in modern science could appear on this basis. The main provisions of as an example of a new approach and using the original mathematical apparatus are given. Methods can be fruitful in obtaining new results in modern physics are described. Some suggestions about the presence of a sunset high “collective organization” that can systematize the behavior of systems regardless of their nature origin (physical, chemical, biological, social, economic, etc.) are made.

**Keywords:** “being in possibility”, binary geometrophysics, Mach’s principle, high collective organization laws

---

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

## РЕЛЯЦИОННАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ И ДАЛЬНОДЕЙСТВИЕ

**В.В. Аристов**

*Вычислительный центр имени А.А. Дородницына РАН  
Российская Федерация, 119333, Москва, ул. Вавилова, д. 40*

**Аннотация.** В работе рассматривается введение реляционного пространства и времени с заданием одновременности, связанным с единством светового сигнала для всего мира. В согласии с представлениями некоторых физиков предлагается концепция, по сути, абсолютного времени, трактуемого по-новому и согласуемого с теорией дальнего действия, что обеспечивается инвариантностью приращения реляционного времени относительно произвольных пространственных сдвигов. Тем самым уходит неоднозначность теории при использовании запаздывающих и опережающих потенциалов. Обсуждается переход от данных построений к описанию в теории относительности с помощью соответствующих преобразований.

**Ключевые слова:** реляционное статистическое пространство-время, одновременность, абсолютное время, дальнее действие.

### Введение

Существуют различные проблемы, связанные с адекватным описанием взаимодействия в полевой теории. В частности, они связаны с тем, что близкое действие требует определить смысл запаздывающих и опережающих потенциалов. Это приводит к стремлению разрешить некоторые из таких вопросов с помощью формализма, принятого в реляционном статистическом подходе с конструируемой соответствующей моделью пространства-времени, что позволило бы построить последовательную теорию дальнего действия.

В реляционно-статистическом подходе важны три положения, которые подчеркивает Ю.С. Владимиров (см., например, [1]): реляционная теория пространства-времени, дальнее действие и принцип Маха. Соглашаясь с этим, в нашем подходе мы вносим уточнения. Для правильной интерпретации дальнего действия надо по-новому задавать одновременность.

В изучаемой реляционной концепции [2–5] постулируются статистические связи между частицами, пространством и временем. Эти соотношения задаются путем анализа измерительных физических процедур с определением пространственных и временных характеристик. Такие представления соответствуют реляционным взглядам ряда физиков, приведем следующие слова Брайана Грина из [6]: «Готфрид Лейбниц и другие шумно спорили, провозглашая, что пространство и время – всего лишь регистрационные приборы для удобной записи соотношений между объектами и событиями во

Вселенной». Нами строятся теоретические модели фундаментальных приборов: линейек и часов, задающих основные уравнения, которые приводят к известным физическим уравнениям.

Существенным является получение фотографий, по которым находятся координатные положения всех частиц мира – тем самым вводится конструктивное определение и задание мгновения. Можно соотнести такой подход с ответом на вопрос, который ставит Ли Смолин в [7] о возможности введения понятия «сейчас», что допустимо было бы определить в физической теории. Он пишет о пересказе Рудольфом Карнапом беседы с Эйнштейном: «Однажды Эйнштейн сказал, что проблема понятия “сейчас” его серьезно волнует. ...То, что эта особенность не может найти свое место в науке, представлялось ему требующих болезненных, но неизбежных перемен... Эйнштейн и Карнап сходятся в одном: восприятие природы в серии моментов не является частью физической концепции природы. Будущее физики (и, можно сказать, физики будущего) сводится к простому выбору: согласиться с Карнапом в том, что в науке нет места для текущего момента, либо довериться интуиции величайшего ученого XX в. и постараться нащупать пути в новой науке, в которой можно избежать «болезненных перемен». ...Мы многое узнали о физике и космологии. Достаточно много, чтобы привнести “сейчас”, наконец, в физическое описание природы».

Принятый нами операциональный подход (в духе Бриджмена) позволяет вводить некоторые новые связи и уравнения, которые опираются, по сути, на физические наблюдения и в силу своей глобальной статистической природы содержат фактически информацию об элементах всего мира. Причем получающиеся структуры, связанные с такими гипотетическими приборами, дают возможность расширить представления о совместном описании явлений – трактовать единым образом квантовые и гравитационные явления (см. [5]), и интерпретировать дальноедействие.

В [8; 9] обсуждается теория дальногодействия в реляционной статистической теории Ю.С. Владимирова и его последователей. В отличие от полевой теории с близкодействием предполагается непосредственное действие на расстоянии. В [9] приводятся знаменательные слова Лейбница: «Я говорил о том, что притяжение в собственном смысле слова или по образцу схоластических качеств было бы действием на расстоянии, *без посредника*». Здесь же цитируется Мах: «Мысль Ньютона о силах, действующих на расстоянии, была великим умственным событием, которое позволило в течение одного столетия построить однородную математическую физику». Соглашаясь с моделью дальногодействия, мы полагаем, что в реляционном подходе можно вводить время более простым и адекватным способом, чтобы представление о дальногодействии стало отчетливым.

В историческом аспекте важным представляется следующий отрывок из речи Пуанкаре на открытии Первого Всемирного философского конгресса, проходившего в Париже в 1900 г.: [10]: «А наш эфир – существует ли он в действительности? Известно откуда появилась уверенность в его существовании. Свету требуется несколько лет, чтобы дойти до нас от удаленной

звезды. В это время он *уже* не находится на звезде и *еще* не находится на Земле. Надо допустить, что он где-то находится, что он имеет, так сказать, некоторый материальный носитель». Принципиально, что Пуанкаре, сомневаясь в существовании эфира, тем не менее, говорит о запаздывании светового сигнала, что поневоле наталкивает на мысль о наличии некоторого посредника для его передачи: будь это эфир, поле, вакуум и т.д. В известной дискуссии между Френкелем и Миткевичем в 1930 г. первый, отстаивающий концепцию дальноедействия, отмечал, см. [11]: «Как ни трудно представить себе это дальноедействие, да еще запаздывающее, все же необходимо сделать соответствующее усилие». Характерно здесь, что говорится о трудности восприятия дальноедействия при наличии запаздывания (и уж тем более опережения). Ведь запаздывание так или иначе ассоциируется с прохождением сигнала в некой среде между моментом времени посылки сигнала, и моментом времени приема сигнала. Построение реляционного времени способно устранить это противоречие.

Для правильной трактовки дальноедействия надо отказаться от рудимента определения одновременности, связанной с запаздыванием по световому сигналу. В таком понимании возникает неизбежно вопрос, что же является агентом взаимодействия, если две взаимодействующие частицы отнесены к разным моментам времени. В нашем варианте реляционного подхода события, лежащие на одном световом луче, относятся к одному моменту времени. Такое определение одновременности, конечно, подразумевает и требование установления связи с прежним определением.

### **Построение реляционной модели времени и новое определение синхронизации**

Вначале задается теоретический прибор для измерения расстояний и вообще для построения модели пространства через связь с конфигурациями частиц. В таком операциональном подходе явно предъявляется измерительная процедура, соответствующая реальным измерениям по линейкам. Следующим является установление соответствия между пространством и временем, что также соотносится с традицией конструктивных мысленных экспериментов. Для этой цели используется теоретический фундаментальный прибор темпорометр. Мы будем обсуждать задаваемую здесь связь пространства и времени. Для описания темпорометра достаточно представить его схему и инструкции, как проводятся измерения. Используется идеализируемый фотоаппарат для получения мировых фотографий – набора координатных значений всех частиц мира. Задание момента времени с помощью темпорометра позволяет отметить данный момент времени («сейчас») суммой световых, связанных с электромагнитными явлениями событий, запечатленных на такой обобщенной фотографии. Тем самым образы частиц с их пространственными координатами оказываются сопоставленными в единой конкретной измерительной процедуре. Получаемые в результате кинематические и динамические характеристики движения частиц соотносятся с таковыми в обычной теории и

по принципу соответствия оказываются совпадающими с уравнениями традиционной физики.

Вопрос о нахождении скорости света является центральным. Для этого в реляционном подходе предьявляется измерительная процедура. С помощью темпорометра по двум фотографиям необходимо найти среднее, точнее среднеквадратичное, пространственное приращение, с чем и сопоставляется приращение времени (в принципе для определения смещения может быть использована и одна фотография, на которой из-за конечности «выдержки» фотосъемки запечатлеваются и координаты, и их малые сдвиги). Среднеквадратичное смещение всех частиц (отнесенное к центру масс), деленное на временной интервал, задает характерную скорость. Но в силу указанной связи пространства и времени получается некоторая постоянная скорость – она и оказывается сопоставимой со скоростью света. Что оправдано, поскольку весь физический и математический аппарат по принципу соответствия затем согласуется с известным аппаратом кинематики и динамики СТО.

Важнейший пункт для смысла всей работы заключается в различии определений одновременности пространственно-разделенных событий в СТО и в нашей теоретической схеме. В традиционном подходе СТО события испускания света звездой и приема его в рассматриваемой точке являются неодновременными. Значимость определения одновременности пространственно-разделенных событий была осознана давно. Вот что пишет А. Пайс в своей известной книге [12]: «В 1898 г. Пуанкаре... указал, что нельзя непосредственно ощущать одновременность двух событий, происходящих в двух различных местах. Это замечание было почти наверняка известно Эйнштейну до 1905 г.» Следует напомнить, что работа Эйнштейна 1905 г. «К электродинамике движущихся тел» [13], а именно ее кинематическая часть, начинается с установления одновременности пространственно-разделенных событий с помощью световых сигналов и синхронизации часов, помещенных во всех пространственных точках.

Согласно СТО два события, одновременные в некоторой инерциальной системе отсчета (и соответственно системе координат), не будут одновременными в другой инерциальной системе. В реляционном подходе естественным, на наш взгляд, образом задается такое определение: события признаются одновременными, если они связаны световым сигналом, фиксируемым на фотографии, расположенной в некоторой пространственной точке. В реляционной теории одновременность является инвариантным свойством для разных систем. Это имеет отношение к абсолютному времени, обсуждаемому Ли Смолиным. В реляционной модели приращение времени инвариантно относительно пространственных сдвигов, поскольку отсчет каждой координаты, входящей в сумму для среднеквадратичного выражения, отнесен к сумме координатных сдвигов, то есть как бы к центру масс мира.

Для такого согласования дается физическая интерпретация новым задаваемым понятиям. Устанавливается соответствие определений одновременности в СТО и новой модели. Для этого происходит переход от координат и интервалов времени в изначальном подходе нового введенного времени

к координатам СТО. Показывается, что собственное время является инвариантом, и, допуская линейность преобразований, получаем преобразования Лоренца. В системе отсчета с определением одновременности, принятой в СТО, скорость движения частицы оказывается ограниченной. Эта величина равна отмеченной константе, отождествляемой со скоростью света.

Можно также обсудить вопрос об определении скорости света способом посылки и отражения светового сигнала. В согласии с определениями СТО время посылки светового сигнала  $t_A$  в точке  $A$ , время приема его в точке  $B$  равно  $t_B$ , время приема отраженного сигнала в точке  $A$  равно  $t_A'$  и скорость света  $c = 2r_{AB}/(t_A' - t_A)$ , где  $r_{AB}$  – расстояние между точками  $A$  и  $B$ . Время по часам в  $B$  устанавливается так, что  $t_A' - t_B = t_B - t_A$ . Можно заметить, что скорость света всегда определяется «туда и обратно», а «в одну сторону» (что замечали многие философы) устанавливается по соглашению. Можно сказать, что в реляционном подходе свет «в одну сторону не распространяется», то есть не имеет смысла говорить о такой скорости света – он распространяется мгновенно, что соответствует данной синхронизации. Но операционально в точке  $A$  мы также получаем сигнал о событии, которое может быть интерпретировано как отражение света в точке  $B$ . Приращение времени в точке  $A$  можно полагать равным прежней величине  $t_A' - t_A$ , что согласовано с традиционными понятиями СТО.

Заметим, что устанавливаемая процедурами фотографирования в одной пространственной точке скорость света может быть меньше скоростей отдельных частиц. Поскольку так задаваемая скорость света есть некое среднее (среднеквадратичное) от скоростей всех частиц. То, что определяемая по фотографиям скорость частицы выше световой, не должно вызывать удивления. Здесь строится в некотором смысле глобальное собственное время. Как известно, скорость, задаваемая по собственному времени (интервал которого может быть мал из-за замедления времени) в СТО, может быть сколь угодно больше скорости света. Такое превышение скорости света неоднократно обсуждалось в литературе. Снимки астрономических объектов фиксировали такой эффект. Если в точку наблюдения движется частица «почти по световому лучу», то интервал реляционного времени будет близок к нулю, но приращение времени в СТО в согласии с определением одновременности здесь будет близко к величине  $dx/c$ , но больше ее. Реляционная скорость может превысить  $c$ , а в формализме СТО скорость будет, конечно, меньше  $c$ . Другими словами: в случае, если частица движется со скоростью, близкой к скорости света, то в лабораторной системе отсчета пройденное время, отмеряемое по разным часам, примерно равно  $dt = dx/c$ . Но собственное время близко к нулю.

В терминах реляционного статистического подхода фактически галилеевы (сдвиговые) преобразования лежат в основе исходного уравнения для абсолютного времени. Из этих соотношений выводятся уравнения ньютоновской механики. Затем на основе полученных соотношений, как показано в [2; 3], получаются принятые в СТО преобразования и уравнения.

## **Мгновенность распространения светового сигнала и описание дальнего действия**

Синхронизация часов означает в данной схеме мгновенность распространения светового сигнала. Переход от одновременности в реляционной системе к синхронизации часов в СТО реализуется простыми преобразованиями. В СТО интервал собственного времени всегда меньше, чем интервал времени в лабораторной системе, измеренного по двум часам, синхронизованным по Эйнштейну. В реляционной модели синхронизация происходит по световому лучу, и также в каждой точке пространства можно «развесить» часы, синхронизованные по отмеченному способу. Приращение времени является инвариантом относительно перехода к другой системе, интервалы времени в движущихся относительно друг друга системах отсчета равны.

Рассмотрим более подробно, как трактуется одновременность в одной системе отсчета для реляционной концепции. Если фотоаппараты, расположенные в разных пространственных точках, улавливают один и тот же световой сигнал, то таким фотографиям приписывается один и тот же момент времени. Допустим, произошла вспышка сверхновой звезды. Ее принимают обсерватории Маунт Вильсон в Калифорнии (предположим, что это место ближе к звезде в момент фиксации изображения) и в Пулково (дальше от звезды). В реляции эти события полагаются одновременными. Понятно, что в СТО они не одновременны: различие в моментах времени будет равно расстоянию между обсерваториями, деленному на скорость света.

Популярная картина для понимания идеи неодновременности событий в разных системах отсчета в СТО обеспечивается мысленным экспериментом, подобным тому, который был предложен *Комстоком* в 1910 г. [14] и Эйнштейном в 1917 г. [15]. Один наблюдатель находится в середине скоростного вагона, другой наблюдатель стоит на платформе, когда поезд движется мимо. Вспышка света излучается в центре вагона в момент, когда два наблюдателя оказываются напротив друг друга. Для наблюдателя, сидящего в поезде, передняя и задняя часть вагона находятся на фиксированных расстояниях от источника света и, значит, по мнению этого наблюдателя, свет достигнет передней и задней части вагона одновременно. Хотя для наблюдателя, стоящего на платформе, задняя часть вагона приближается к точке, в которой произошла вспышка, а передняя часть вагона удаляется от неё. Скорость света конечна и одинакова во всех направлениях для всех наблюдателей. Свету, движущемуся к задней части поезда, нужно преодолеть меньшее расстояние, чем свету, движущемуся к передней части вагона. Таким образом, вспышки света достигнут концов вагона в разное время.

В реляционном подходе событие, одна фиксированная вспышка света, будет соответствовать одному и тому же моменту времени в разных пространственных точках. Это справедливо и для движущихся относительно друг друга систем отсчета, поскольку, как указывалось выше, скорость света в реляционном подходе не зависит от системы отсчета. Применяется однотипный прибор – идеализированный фотоаппарат темпорометр, и

определение одновременности связано с получением одного и того же сигнала и не зависит от расстояния от источника света. Поэтому свет достигнет передней и задней части вагона одновременно, независимо от того, в какой системе отсчета проводится измерение. Следовательно, одновременность имеет некоторый абсолютный характер, а так как скорость света не зависит от движения объектов, то последовательно вводится абсолютное время.

В современной физике проблема построения абсолютного времени является важной и актуальной (хотя господствует мнение, что это понятие изжило себя). Ньютоново абсолютное время вытеснено относительным временем СТО и ОТО. Но на современном уровне развития физической теории к этой проблеме можно подойти по-другому. Вот что пишет Ли Смолин, обсуждая некоторые аспекты гипотетической еще модели [7. С. 193]: «Какова цена “входного билета”? Отказ от принципа относительности одновременности и возвращение к картине мира, в которой определение одновременности справедливо во всей Вселенной. Мы должны действовать осторожно, поскольку не желаем вступать в противоречие с теорией относительности, имевшей множество успешных применений». Реляционная статистическая теория в рассматриваемом варианте – модель, по сути, нового абсолютного времени.

Требуется провести последовательный переход от уравнений с абсолютным временем реляционной модели к обычной физике с уравнениями, в которых фигурирует традиционно описываемое время. Получение «расщепленного времени» (с запаздыванием и опережением сигналов), принятого в традиционной электродинамике, может быть осуществлено. В нашем методе вначале выводятся уравнения для гравитационного и кулоновского потенциала из статистических закономерностей в терминах принятого реляционного времени [4; 5]. При этом сумма кулоновских потенциалов для всех заряженных частиц в мире относится к одному моменту реляционного времени. Затем может быть реализован переход к физическому описанию с обычным запаздывающим и опережающим потенциалами, зависящими от величин  $t - x/c$  и  $t + x/c$  соответственно.

Согласуется ли представление о дальноедействии с принятым в СТО определением одновременности? В предлагаемой реляционной модели времена двух указанных потенциалов одной к одной гиперплоскости (отвечающей фиксированному по ее двум поверхностям – нижней и верхней соответственно. Тем самым снимается проблема опережающего потенциала с его неясной физической интерпретацией, два потенциала – запаздывающий и опережающий – в реляционной теории – фактически соединяются в один и тот же потенциал. В математическом описании это, возможно, означает переход от традиционного гиперболического к параболическому типу уравнений в реляционной теории.

Важно, что исходными для описания электромагнитных явлений должны быть не уравнения Максвелла (с полевыми представлениями), но выражения для потенциалов вида Лиенара–Вихерта. С использованием времени, по-новому определенного, без запаздывания и опережения. Затем могут быть выведены известные уравнения Максвелла.

### Заключительные замечания

Были представлены построения для реляционного времени (связанного статистически с пространством). По самому операциональному характеру фотографий для всех элементов мира определяется естественное понятие одновременности. Тем самым намечен путь для задания дальнодействия. В таком выражении для потенциалов, выводимых математически из основных уравнений реляционной статистической концепции, будет фигурировать именно абсолютное время, но определяемое по-новому – через систему фотографий. Так преодолевается противоречивость нынешней теории дальнодействия с потенциалами с запаздыванием и опережением. Данная работа носит качественный характер в силу специфики журнала. Предполагается все эти построения представить в дальнейшем в развернутой математизированной форме.

Заметим, что в варианте Ю.С. Владимирова реляционной статистической концепции проводится несколько иной подход к проблеме дальнодействия: «...Испущенное, но не поглощенное электромагнитное излучение, ответственно за формирование классического пространства-времени». Однако представимо, что может быть установлено соответствие между нашим подходом, где глобальная статистичность (принцип Маха) содержится в координатной сумме, через которую выражается реляционное время, и реляционном подходом Ю.С. Владимирова с суммой глобального электромагнитного взаимодействия для всех элементов мира. Также надо было бы соотнести предлагаемые построения с теорией поглотителя Фейнмана, с теорией прямого межчастичного взаимодействия и т. д.» [16].

В определенном смысле наши построения соотносятся с этими положениями: хотя реляционное статистическое пространство-время у нас таково, что испущенного, но не поглощенного электромагнитного излучения вообще нет, – этого удастся достичь соответствующей конструкцией пространства-времени и определения одновременности.

Хотелось бы подвести итог высказыванием Брайана Грина из [17], которое в общих чертах согласуется с содержанием настоящей работы и могло бы обозначить перспективу для создания реляционного статистического пространства-времени: «Является ли чем-то пространство-время? ...Я думаю, что экспериментально подтвержденный, “независимый от фона” союз между общей теорией относительности и квантовой механикой приведет к удовлетворительному решению этой проблемы. ...При отсутствии пространства-времени, изначально введенного в теорию, не будет никакой “фоновой арены”, в которую они были бы встроены. ...При таком описании почти совсем исчезнет различие между пространством-временем и более осязаемыми материальными элементами, поскольку и то и другое будет возникать как совокупность более элементарных ингредиентов и фундаментально реляционной, беспространственной и безвременной теории. Вот как Лейбниц, Ньютон, Мах и Эйнштейн могли бы провозгласить общую победу».

## Литература

1. Владимиров Ю.С. Реляционная картина мира. Кн. 1: Реляционная концепция геометрии и классической физики. М.: ЛЕНАНД, 2020.
2. Аристов В.В. Статистическая модель часов в физической теории // Докл. РАН. 1994. Т. 334. С. 161–164.
3. Аристов В.В. Реляционная статистическая модель часов и физические свойства времени // На пути понимания феномена времени в естественных науках. Конструкции времени в естествознании. Ч. 1 / под ред. А.П. Левича. М.: Изд-во МГУ, 1996. С. 48–81.
4. Aristov V.V. The gravitational interaction and Riemannian geometry based on the relational statistical space-time concept // Gravitation and Cosmology. 2011. Vol. 17. № 2. P. 166–169.
5. Аристов В.В. Реляционное статистическое пространство-время и единое описание квантовых и гравитационных эффектов // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2018. Вып. 4. С. 4–20.
6. Грин Б. Элегантная вселенная. М.: Едиториал УРСС, 2004. С. 242.
7. Смолин Ли. Возвращение времени: от античной космогонии к космологии будущего. М.: АСТ: CORPUS, 2014. С. 121–123.
8. Владимиров Ю. С. Физика дальногодействия: Природа пространства-времени. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012.
9. Владимиров Ю. С. Реляционная концепция Лейбница–Маха. М.: ЛЕНАНД, 2018. С. 23.
10. Пуанкаре А. О науке. М.: Наука, 1983.
11. Френкель Я.И. Природа электрического тока (Беседы-диспут в Ленинградском политехническом институте). М.–Л.: Всесоюзное электротехническое общество, 1930.
12. Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. М.: Наука, 1989. С. 29.
13. Эйнштейн А. К электродинамике движущихся тел: собр. научн. трудов. М.: Наука, 1965. Т. 1. С. 7–35.
14. Comstock D.F. The principle of relativity // Science. 1910. Vol. 31. P. 767–772.
15. Einstein A. Relativity: The Special and General Theory. Springer, 1917.
16. Владимиров Ю.С. Реляционная концепция Лейбница–Маха. М.: Леналенд, 2017. С. 39.
17. Грин Б. Ткань космоса: Пространство, время и текстура реальности. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. С. 493–494.

## RELATIONAL STATISTICAL CONCEPT AND RANGE

V.V. Aristov

*Dorodnicyn Computing Centre of RAS  
40 Vavilov St., Moscow, 119333, Russian Federation*

**Abstract.** This paper considers the introduction of relational space and time with the specification of simultaneity associated with the unity of the light signal for the whole world. In accordance with the ideas of some physicists, a concept is proposed, in fact, of absolute time, interpreted in a new way and consistent with the theory of action at a distance. This is ensured by the invariance of the increment of the relational time relative to arbitrary spatial shifts. This eliminates the ambiguity of the theory when using retarded and advanced potentials. The transition of these constructions to the description in the theory of relativity with the help of appropriate transformations is discussed.

**Keywords:** relational statistical spacetime, simultaneity, absolute time, action at a distance

**О РОЛИ В. ГЕЙЗЕНБЕРГА, Э. ШРЕДИНГЕРА,  
К.Ф. ВАЙЦЕККЕРА, Н. БОРА И М. ХАЙДЕГГЕРА  
В РАЗРАБОТКЕ ЛОГИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОСНОВАНИЙ  
КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ**

**Л.Г. Антипенко\***

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

**Аннотация.** Разработка логико-математических оснований квантовой физики, и в первую очередь квантовой механики, является делом большого коллектива физиков, математиков и философов, внёсших свой вклад в решение данной задачи. В заголовке статьи указаны имена четырёх учёных, которые, по мнению автора, подготовили почву для создания квантовой логики. Это надо понимать так, что с самого начала (Гейзенберг и Шредингер) было установлено, что свойства квантовых объектов описываются не числами, а операторами. Во взаимоотношениях самих операторов можно было усмотреть аналог булевой алгебры классической логики. Вайцеккер поставил вопрос о том, как можно при описании состояний движения квантовых объектов представить физическую величину времени: оператор или вектор состояния?

Автор статьи показывает, что развитие квантовой механики прошло два этапа. Первый этап отличается тем, что в физику были введены комплексные числа и функции, иначе говоря, элементы теории функций комплексного переменного. На втором этапе в квантовую физику проникло спинорное исчисление. Если на первом этапе были представлены способы описания *внешних* степеней свободы (движения) элементарных частиц и других квантовых объектов, то второй этап ознаменован описанием *внутренних* степеней движения элементарных частиц. Появилась возможность понять, что измеряемая масса электрона или любого другого фермиона является величиной усреднённой, состоит из двух ингредиентов: массы положительной и массы отрицательной (два значения соответствующего оператора). В этом открытии большую роль сыграла операция диалектического отрицания (приваация), заимствованная из фундаментальной онтологии Хайдеггера.

**Ключевые слова:** математические основания квантовой механики, квантовая логика, приваация, время, два этапа развития квантовой теории

Среди огромного числа работ, посвящённых анализу квантовой физики, истории её возникновения и практической значимости, пожалуй, не найдётся ни одной работы, специально уделившей внимание логико-математическим основаниям этой теории. Конечно, нельзя не видеть того, что существует множество попыток создать так называемую *квантовую логику*. Однако в

---

\* E-mail: chistrod@yandex.ru

большинстве своём они несостоятельны, и главный их недостаток заключается в том, что они, как правило, оторваны от математики, а ведь теоретическая физика есть физико-математическая теория. В этом плане предпосылки для создания новой востребованной логики мы находим, прежде всего, в работах Вернера Гейзенберга (1901–1976), Э. Шредингера (1887–1961), Карла Фридриха фон Вайцзеккера (1912–2007), Нильса Бора (1885–1962) и Мартина Хайдеггера (1889–1976).

Обычно указывают, что представление квантовой механики, разработанное Гейзенбергом (матричная механика), эквивалентно представлению Шредингера (волновая механика). Доказательство эквивалентности принадлежит И. фон Нейману [1]. Однако, когда мы говорим здесь об эквивалентности, то следовало бы одновременно с этим формулировать её критерий. Когда речь заходит об описании стационарных квантовых состояний системы (к примеру, электрона), то параметры одного варианта описания, как показал фон Нейман, математически однозначно переводятся в параметры другого варианта описания. А когда речь идёт об описании изменения квантового состояния во времени, то здесь имеется различие. Различие касается фактора времени, хотя оно мало заметно в рамках нерелятивистской квантовой механики. В релятивистской же квантовой механике структура времени подлежит изменению, и это приводит, как будет показано ниже, к нетривиальным выводам, касающимся перспективы развития квантовой теории и логики самого этого развития.

Итак, в представлении Шредингера с течением времени изменяется вектор состояния (волновая функция), а операторы, действующие на вектор состояния, остаются неизменными. В представлении Гейзенберга, напротив, вектор состояния остаётся неизменным, а изменяются операторы. Если спектр собственных значений оператора, читаем мы в учебнике А.С. Давыдова «Квантовая механика» [2], не меняется с течением времени, то можно пользоваться операторами, математическая форма которых не зависит от времени. «В этом случае изменение состояния с течением времени определяется изменением (поворотом) вектора состояния. Такое представление операторов и векторов состояний носит название *представления Шредингера*. В представлении Шредингера изменение волновой функции определяется уравнением Шредингера» [2. С. 122]. Различие между двумя представлениями состоит, помимо прочего, ещё и в том, что в представлении Гейзенберга изменению оператора  $\hat{A}$  во времени соответствует изменение среднего значения соответствующей ему физической величины.

Перейдём теперь к более детальному рассмотрению высказанных выше положений.

В квантовой механике, как и в классической, пишет Н.Н. Боголюбов, эволюция состояний динамической системы совершается закономерно, и задание определённого состояния для начального момента времени  $t_0$  полностью определяет состояние этой системы для всех других моментов времени  $t$ . Существенное же отличие классической механики от квантовой заключается

в построении понятия состояний динамической системы. Так, в классической механике состояние какой-нибудь динамической системы с  $n$  степенями свободы определяется одновременным заданием её  $n$  координат и  $n$  импульсов  $q_1, \dots, q_n; p_1, \dots, p_n$ . Основным средством описания служит гамильтониан системы  $H = H(q_1, \dots, q_n, p_1, \dots, p_n)$ . В случае отсутствия внешних воздействий  $H$  не зависит явно от  $t$ .

В квантовой механике состояние динамической системы определяется соответствующей волновой функцией  $\psi$ , а его эволюция характеризуется волновым уравнением

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

в котором гамильтониан  $H$  является самосопряжённым оператором, действующим на функцию  $\psi$  [3. С. 11].

Различие между квантово-механическим и классическим определениями состояния динамических систем отчётливо проявляется, по словам Боголюбова, при исследовании функционирования динамических переменных (энергии, координат точек, импульсов, моментов количества движения и т. д.) в одном и другом случае. В классической механике динамические переменные являются функциями координат и импульсов системы и тем самым функциями состояния динамической системы. Следовательно, задание состояния полностью определяет динамические переменные. В квантовой же механике динамические переменные не являются функциями состояния, характеризуемого волновой функцией  $\psi$ , а представляются самосопряжёнными операторами, действующими в пространстве возможных  $\psi$ . «Даже точное задание состояния рассматриваемой динамической системы, то есть точное задание соответствующей волновой функции  $\psi$ , не определяет, вообще говоря, значение, получающееся при измерении данной динамической переменной. Только когда  $\psi$  является собственной функцией оператора  $A$ , представляющего исследуемую динамическую величину, то есть когда

$$A\psi = a\psi, \quad (2)$$

где  $a$  – обычное число, можно утверждать, что, измерив величину  $A$  для нашей динамической системы, находящейся в состоянии  $\psi$ , мы получим определённое значение  $a$ » [3. С. 12–13].

Гейзенберг приступил к описанию квантового состояния движения, отправляясь от планетарной модели атома водорода, изобретённой Н. Бором. Но было ясно, что электрон, находясь под воздействием электрической силы притяжения к ядру атома, не может двигаться вокруг ядра так, как, скажем, планета Земля вокруг Солнца, где действуют две силы – сила гравитационного притяжения и сила инерции, не позволяющая упасть Земле на Солнце. Модель атома Бора была противоречивой, и главное противоречие заключалось в различии между понятием классического движения и понятием

квантового движения. Как же конкретно поступил Гейзенберг, чтобы избавиться от этого противоречия?<sup>1</sup>

Гейзенберг каждой прежней характеристике движения электрона – координате  $x$ , импульсу  $p$ , энергии  $E$  – поставил в соответствие многомерные матрицы  $\{X_{nk}\}$ ,  $\{P_{nk}\}$ ,  $\{E_{nk}\}$  и уже для них стал записывать уравнения движения, известные из классической механики. Действия над этими матрицами не должны были нарушать математических правил. Известно, что, вообще говоря, результат перемножения двух матриц зависит от порядка сомножителей. Гейзенберг подобрал такие матрицы  $\{X_{nk}\}$  и  $\{P_{nk}\}$ , для которых разность их произведений оказалась равной единичной матрице, умноженной на число  $i\hbar$ :

$$\{X_{nk}\} \cdot \{P_{nk}\} - \{P_{nk}\} \cdot \{X_{nk}\} = i\hbar I, \quad (3)$$

где  $i = \sqrt{-1}$ ,  $\hbar = \frac{h}{2\pi}$  ( $h$  – постоянная Планка),  $I$  – единичная матрица. (Обычно это равенство принято записывать в виде  $Q \cdot P - P \cdot Q = i\hbar I$ .) Тем самым автор превратил эти матрицы в операторы с последующим, построенным из них, уравнением движения.

Как сообщается в статье Стайера (см. [4]), матричная формулировка квантовой механики, развитая Гейзенбергом в июне 1925 г., была первой из открытых впоследствии формулировок [5]. (Формулировка на основе волновой функции, которая сегодня имеет наибольшее хождение, была установлена Эрвином Шредингером примерно шестью месяцами позже). По словам Стайера, в матричной формулировке каждая механическая наблюдаемая (такая, как положение, импульс или энергия) математически представляется матрицей, отождествляемой с оператором. Для системы с  $N$  базисными состояниями (где в большинстве случаев  $N = \infty$ ) оператором служит  $N \times N$  квадратная эрмитова матрица, а некоторое квантовое состояние  $|\psi\rangle$  математически представляется  $N \times 1$  матричным столбцом. (В теории матриц одностолбцовые матрицы тоже, как и квантовое состояние  $|\psi\rangle$ , называются векторами.)

Связь с экспериментом в матричной механике, по Стайеру, описывается следующим образом. Предположим, что измеряемая величина  $A$  представлена оператором  $\hat{A}$ . Тогда для любой функции  $f(x)$  математическое ожидание для измерения  $f(A)$  в состоянии  $|\psi\rangle$  есть внутреннее произведение  $\langle \psi | f(\hat{A}) | \psi \rangle$ . Далее, если обозначить оператор, соответствующий наблюдаемой величине механической энергии, через  $\hat{H}$ , то закон эволюции во времени какого-либо оператора  $\hat{A}(t)$  будет выражен в виде уравнения

<sup>1</sup> Достаточно подробная история решения этой задачи изложена в статье Д. Стайера «Девять формулировок квантовой механики» (пер. на русский язык М.Х. Шульмана) [4], из которой мы заимствуем некоторую нотацию и ссылки на литературные источники.

$$\frac{d\hat{A}(t)}{dt} = \frac{\partial \hat{A}}{\partial t} - \frac{i}{\hbar} [\hat{A}(t), \hat{H}],$$

где второе слагаемое в правой части уравнения – квантовые скобки Пуассона.

Какие же существенные, в математическом плане, суждения мы можем сделать, изучая гейзенберговский опыт создания матричной квантовой механики? Обращаем внимание на то обстоятельство, что физика имеет дело с размерными величинами и их единицами. Их взаимоотношения позволяют вывести множество формул, содержащих физические истины. Руководством служит теория, известная под названием *анализ размерностей* (dimensional analysis) [6]. Кроме того, все физические величины выражаются вещественными (действительными) числами. А в квантовой механике, в первую очередь в матричной механике Гейзенберга, мы находим сочетание вещественных и комплексных чисел. Математическая техника этого синтеза реализуется за счёт введения операторов, соответствующих той или иной физической величине, и комплексных амплитуд вероятности, позволяющих вычислять вероятности регистрации в эксперименте того или иного значения физической величины.

Классическая статистическая физика тоже имеет дело с вероятностями. Но *математическое ожидание* привносится в неё *извне* [7]. В квантовой механике вероятности появляются *изнутри*, исходя из свойств движений микрообъектов. Квантовая механика превращается, таким образом, в модель математических закономерностей, открывающих возможность синтезировать математическую теорию вероятностей (см. [8]) и всю ту часть математики, в основание которой положена математическая теория множеств. Логические закономерности здесь выявляются тогда, когда рассматриваются взаимоотношения между целыми положительными числами с их свойствами.

Н. Бор провозгласил, что логика квантовой механики определяется идеей (принципом) *дополнительности*: *contraria sunt complementa* (противоположности дополнительные). В первую очередь это единство противоположностей относится к матричному представлению квантовой механики Гейзенберга, с одной стороны, и волновому представлению Шредингера – с другой. Мир квантовой механики Гейзенберга заполняется частицами (точками), движение которых управляется вероятностными закономерностями (так выглядит картина этого мира при интерпретации квантовой механики, предложенной М. Борном и принятой Гейзенбергом). Мир квантовой механики Шредингера есть мир волновой «субстанции», эволюция которой описывается уравнением, носящим его имя. Но когда мы находим в физических явлениях раздвоение единства на противоположные (дополнительные) части, нам стоит помнить одну знаменательную реплику В. Паули – о [неизбежном] уменьшении симметрии между такими частями [9. С. 347]. Потенциал развития квантовой теории по Шредингеру, как будет далее видно, превышает потенциал развития по Гейзенбергу.

Гейзенберг достиг вершины при разработке своей концепции квантовой теории в книге «Введение в единую полевую теорию элементарных частиц»

[10]. В ней мы находим очень сложное, *нелинейное* уравнение, решение которого и должно было бы привести к спектру известных элементарных частиц и предсказать существование неизвестных. Представлено оно было ещё в 1958 г., при жизни Н. Бора, который, глядя на него, как гласит легенда, сказал: «Перед нами безумная теория. Вопрос в том, достаточно ли она безумна, чтобы быть правильной». Гейзенберг ввёл понятие калибровочной симметрии на примере симметрии между протоном и нейтроном. Это понятие затем было обобщено на все адроны с приписыванием им различных значений изоспина. Но, насколько нам известно, калибровочную симметрию Гейзенберг рассматривал только как метод классификации элементарных частиц, оставляя в стороне её динамическое значение, связанное с изменением квантового состояния системы во времени.

Судя по тексту письма, которое направил Гейзенберг Хайдеггеру в день его восьмидесятилетия, они были идейно связаны общим интересом к проблеме научно-технического прогресса, в котором виднейшее место стала занимать в двадцатом столетии именно квантовая физика. Со стороны квантовой механики особенно привлекал их вопрос о детерминизме, причинности и времени. В первой главе упомянутой выше книги Гейзенберг изложил ряд исходных положений, в которых предопределяются задачи его исследования. Речь идёт, с одной стороны, о спектре масс элементарных частиц, а с другой стороны, о теоретическом представлении и экспериментальной проверке процессов рассеяния и порождения новых частиц при их столкновениях, когда приходится иметь дело с законами сохранения, с понятием детерминизма и принципом причинности. «Гермин “причинность”, – указывал автор, – употребляется здесь в смысле специальной теории относительности: от точки к точке взаимодействие распространяется вдоль светового конуса (ближкодействие), так что хронологическая последовательность причины и следствия всегда строго определена. Хорошо известно, что в таком виде локальная причинность не противоречит статистическому характеру квантовой механики, и поэтому было бы очень важно знать, насколько следуют этой схеме реальные события природы» [10. С. 23].

Поскольку взгляды Гейзенберга на значение принципа причинности в квантовой механике менялись на протяжении его творческой работы, Хайдеггер вступил с ним в полемику по вопросу о том, совместим ли принцип причинности с известными соотношениями неопределённости, установленными самим же Гейзенбергом. Он, Гейзенберг, писал Хайдеггеру, сформулировал в 1927 г. (*Zeitschrift für Physik*. 1927. № 3. S. 197) принцип причинности так: «Если мы точно знаем настоящее, то мы можем узнать будущее». Теперь Гейзенберг говорит, что «ложно не придаточное предложение, а предпосылка. Мы принципиально *не можем* узнать настоящее во всех определяющих его деталях». Это незнание, поясняет Хайдеггер мысль Гейзенберга, заложено в принципе неопределённости квантовой механики, который гласит: мы всегда можем точно измерить либо местоположение, либо импульс частицы, но не оба одновременно. Автор сделал из этого факта вывод, что таким образом «окончательно констатируется недействительность закона каузальности». На

этот тезис, добавляет Хайдеггер, ещё и сегодня опираются разговоры об «акаузальности». «Однако, – возражает он тут же, – принцип неопределённости не отменяет ни закона каузальности, ни возможности заранее просчитывать. Иначе было бы невозможным конструирование и создание атомной бомбы, да и атомной техники вообще» [11. С. 201].

Постановка вопроса о каузальности и его решение определяется, по Хайдеггеру, решением более глубокой проблемы – проблемы времени. В этом плане, когда мы констатируем, что время есть размерная физическая величина, мы вправе спросить, почему в квантовой механике нет оператора времени. Чем это можно объяснить? Быть может, тем, что время нельзя приурочить к оператору и следует отвести ему место вектора состояния? В таком случае можно было бы предвидеть, что этот вектор должен состоять из двух ортов, отличающихся друг от друга тем, что один содержит мнимую единицу со знаком плюс, другой – со знаком минус, если исходить из того, что берутся средние (усреднённые) параметры времени.

В квантовой механике есть изобретённый Е. Вигнером антиунитарный оператор обращения времени [12. С. 386–414]. Его воздействие на волновую функцию переводит её в комплексно-сопряжённую функцию. Но этот оператор нельзя отождествлять с оператором времени в том смысле, который имеют все прочие квантово-механические операторы. Кроме того, если мы ассоциируем физическую величину времени с вектором состояния, то он должен быть соотнесён с некоторым свойством квантового объекта. При полном решении квантово-релятивистского уравнения Дирака, описывающего свободное движение электрона, выясняется, что таким свойством является масса частицы [13].

Гейзенберг, рассматривая время, не вышел за пределы представления времени в виде координаты. А вот квантовый опыт Вайцзеккера привёл его к иному пониманию времени, радикально отличающемуся от гейзенберговского. В мировоззренческом плане Вайцзеккера, как и Гейзенберга, интересовала философия Платона. Однако Вайцзеккер отдавал предпочтение философии Канта. В статье «Физика и философия» (см. [14]) Вайцзеккер утверждает, что кантовская идея априоризма не утратила своего значения до сих пор. В общем состоит она в том, что законы, находимые нами в опыте, обусловлены определёнными предварительными условиями. И если хотят понять, почему вообще должны существовать законы, следует, прежде всего, осознать, что опыт сам по себе – это отнюдь не тривиальная вещь, что необходимо выполнить ряд условий, для того чтобы опыт был возможен. А если речь идёт о научном опыте, то можно достаточно уверенно предполагать, что время является элементом каждой теории, «ибо если бы не было времени, не было бы теории». Вайцзеккер ставит задачу попытаться выделить небольшую совокупность законов, которые уже открыты или будут открыты, как априорные условия, без которых опыт невозможен. Среди этих условий – время на первом месте. Если же ссылаются на Платона, то на это Вайцзеккер возражает так: Платон не создал теорию различия между тем, что можно назвать фактом и что – возможностью или, говоря на общепринятом языке, между прошлым

и будущим. «Наши теории не только о времени, они теории во времени», чего «не может быть у Платона. Их нет даже у Канта» [14. С. 125].

Переводя эти суждения Вайцзеккера на язык логики, на язык взаимоотношений между натуральными или целыми положительными числами, мы увидим, что в них открывается связь между двумя противоположными понятиями счётной и несчётной бесконечности. Натуральный ряд чисел отражает в себе детерминированную последовательность событий. Математики оценивают его ординальным числом  $\omega$ , большинство из них согласно с тем, что такое число существует. На вопрос же о том, как появляется несчётная бесконечность, ответ Вайцзеккера, как мы понимаем, сводится к следующему рассуждению. Если мы отступаем в прошлое, мы можем математически представить такое движение в виде упорядоченного (детерминированного) ряда натуральных чисел. Если же мы поворачиваемся к будущему, то в этой перспективе однозначного порядка не найдём. Встреча с числами будет сопровождаться вероятностями их появления. Модель такого поведения чисел мы теперь находим в квантово-компьютерных вычислениях.

Текст статьи «Physics and Philosophy» – это запись выступления Вайцзеккера на международном симпозиуме «Развитие концепции природы в представлении физиков» («The Physicist's Conception of Nature»), состоявшемся в 1972 г. [15]. Но там он сделал ещё одно сообщение под названием «Классическое и квантовое описание», в котором уточнил некоторые понятия и суждения, содержащиеся в первом докладе. Он сказал, что математическая структура квантовой механики сомнению не подлежит, но она содержит семантические противоречия. Понятно, что Вайцзеккер имел в виду, в первую очередь, расхождения между интерпретацией квантовой механики, предложенной Максом Борном и принятой Гейзенбергом, и интерпретацией, отстаиваемой Шредингером. Для устранения противоречий между ними необходимо, по Вайцзеккеру, разработать квантовую логику. Только речь не идёт о специфически «эмпирической» логике. Специфический характер общей новой логики заключается в том, что она базируется на темпоральных утверждениях, то есть на утверждениях о фактах и вероятностях. Если утверждения о вероятностях воплощаются в операторах и векторах квантовых состояний, то утверждения о фактах суть «классические описания» [15. С. 635]. Но «классические описания» не исключают гипотезы, согласно которой время на уровне квантовых явлений может сочетать в себе прямой и обратный ход.

Квантовый опыт Вайцзеккера менее изучен, нежели опыт других теоретиков квантовой физики. Но один важный момент из него следует здесь прямо упомянуть, чтобы было видно, как автор пришёл к тем логическим и философским выводам, которые были изложены выше. Вайцзеккер создал капельную модель атомного ядра. Для её создания достаточно было использовать вещественные числа, опираясь на законы анализа размерностей. Но он увидел, что более совершенная, квантовая, теория ядра не может обходиться без комплексных чисел, как не может обходиться без них и любая другая квантовая теория. А вот обращение к задаче формирования логики времени,

вероятно, произошло у него под влиянием фундаментальной онтологии Хайдеггера.

Известно, что Н. Бор, сформулировав принцип комплементарности по отношению к квантовым явлениям, показал затем, что этот принцип имеет более общее, логическое значение (находит применение в разных областях действительности). Поэтому если комплементарность совпадает с тем, что называют диалектическим единством противоположностей, то здесь должен быть установлен способ перехода от одной противоположности к другой, способ диалектического отрицания. И мы находим (мета)логическую операцию диалектического отрицания – *приваацию* – в фундаментальной онтологии Хайдеггера. По слову Хайдеггера: «Если мы нечто отрицаем так, что не просто исключаем, а, скорее, фиксируем в смысле недостачи, то такое отрицание называют *приваацией (Privation)*» [11. С. 86]. Суть приваации заключается в том, что она позволяет осмыслить неполноту всякой теоретически установленной меры каких-либо вещей или явлений, вплоть до Бытия в целом, результатом отрицания которого служит Ничто.

В данном случае приваация открывает нам возможность найти правильное (полное) решение квантово-релятивистского уравнения Дирака, описывающего свободное движение электрона. Ход рассуждений, позволивший найти путь к этому решению, можно кратко выразить так. Мы направляем внимание на открытую Ньютоном меру инерциального движения и подвергаем её диалектическому отрицанию с тем, чтобы выявить её неполноту. Для того чтобы выразить меру инерциального движения в квантовой механике, достаточно рассмотреть квантовое состояние движения элементарной частицы (электрона), когда её импульс в процессе движения остаётся *неизменным*. Этому движению должно было бы соответствовать *равномерно текущее* время. Однако полное решение уравнения Дирака приводит к неожиданным результатам. Во-первых, требуется объяснить тот факт, что наблюдаемая скорость движения электрона  $v$  меньше скорости распространения света в вакууме  $c$ , получаемой при решении. Во-вторых, решение представляется в виде двух спиноров, двух (свёрнутых) уравнений [16. С. 526]. В одном из них в сумме операторов, действующих на волновую функцию  $\psi$ , стоят операторы  $i \frac{\partial}{dt}$  и

$mc$ , в другом – операторы  $-i \frac{\partial}{dt}$  и  $-mc$  (волновая функция при этом преобразуется в комплексно сопряжённую функцию  $\psi^*$ ) [13]. Естественно, требуется как-то согласовать между собой эти факты.

Дирак полагал, что скорость движения электрона осциллирует вокруг величины световой скорости  $c$ , в результате чего мы и получаем среднеарифметическую скорость  $v < c$  [16. С. 361–362]. Однако квантовая механика имеет дело только со средневероятностными величинами. Поэтому единственный, логически оправданный, способ объяснения этого результата заключается в том, что осциллирует не скорость движения электрона, а осциллирует время. Фазовые сдвиги времени в одну и другую сторону можно назвать квантами времени, потому что переход от одной фазы к другой происходит мгновенно.

Трансформация времени не может происходить во времени. Однако важно иметь в виду, что этим временным фазовым сдвигам в точности соответствует взаимообмен противоположными значениями массы в электроны. Электрон, как и всякий другой фермион, представляет собой композитную частицу.

При любом конечном отрезке времени, поддающемся обычному измерению, время представляется как однородная величина, отсчитываемая от прошлого к будущему. Однако, когда кто-то говорит, что ему не хватило или не хватает времени, чтобы выполнить какую-то нужную работу, он необязательно имеет в виду просто истёкший по часам отрезок времени. По мысли Хайдеггера, фраза «ему не хватило времени» может означать, что он недостаточно приобщился к времени, ход которого направлен в сторону, противоположную термодинамической стреле, связанной с ростом энтропии. Приваация времени позволяет выявить участие времени в антиэнтропийных, созидательных процессах. Будет ли такая временная тенденция усиливаться по мере развития вселенной или, наоборот, уменьшаться, в принципе установить можно, если учесть опыт изучения эффекта красного смещения в спектре света, идущего к нам от источников, расположенных в далёких галактиках (см. квантовую интерпретацию астрофизического закона Хаббла [18]). На этом пути важна информация о том, каковыми были величины масс элементарных частиц и атомов на более ранней стадии развития вселенной с учётом того, что имеется связь фазового ритма времени с ритмом преобразования массы композитной элементарной частицы. Отсюда же видится подход к ответу на вопрос, что преобладало на ранних этапах развития вселенной – тёмная или светящаяся материя и энергия.

Анализ полного решения квантово-релятивистского уравнения Дирака позволяет, наконец-то, разобраться с ролью наблюдателя при квантово-механических измерениях, при которых имеет место редукция волновой функции. Напомним о подходе к решению этой задачи, предложенном И. [Дж.] фон Нейманом [19]. Фон Нейман констатирует, что процессы, которые в первую очередь интересуют квантовую механику, подразделяются на две категории. Обозначает он эти процессы символами  $U - U'$ . Первый – процесс измерения, соотносимый с редукцией волновой функции, – является необратимым и выпадает за рамки принципа причинности, второй, описываемый уравнением Шредингера, подчиняется принципу причинности, непрерывен, (термодинамически) обратим [19. С. 307]. Но фон Нейман не ограничивается этими суждениями, он пытается вникнуть в более глубокую характеристику того, что происходит при редукции волновой функции (здесь мы делаем ссылки на работу фон Неймана [19] и, кроме того, на оригинал (Die Grundlehren...) [20. S. 222–223]).

Указывая на фундаментальное различие между процессами  $U$  и  $U'$ , фон Нейман сравнивает их затем с теми, которые, по его словам, действительно осуществляются в природе или при её наблюдении, и пишет: «Во-первых, само по себе безусловно верно, что измерение или связанный с ним процесс субъективного восприятия является по отношению к внешнему физическому миру новой, не относящейся к нему сущностью. Действительно, такой процесс выводит нас из физического мира или, правильнее, вводит в

неконтролируемую, так как в каждом контрольном опыте уже предполагаемую, мысленную внутреннюю жизнь индивида <...>. Однако имеется, несмотря на это, фундаментальное для всего естественнонаучного мировоззрения требование, так называемый принцип психофизического параллелизма, согласно которому должно быть возможно так описать в действительности процесс субъективного восприятия, как если бы он имел место в объективном, внешнем мире, – это значит сопоставить его этапам физические процессы в объективном внешнем мире, в обычном пространстве <...>» [19. С. 307]. (Предлагаемое нами уточнение данного перевода состоит в замене двух терминов «сопоставить» и «этапам» терминами *подчинить* (нем. zuordnen) и *частям* (нем. Teilen)).

О каких же частях измерения в данном случае идёт речь? Присмотревшись внимательнее к высказываниям автора, мы поймём, что имеются в виду два события, которые происходят одновременно: одно в обычном пространстве (в объективном внешнем мире), другое – в церебральной системе субъекта-наблюдателя. Кроме того, принцип психофизического параллелизма, по словам фон Неймана, утверждает, что между наблюдаемой системой и наблюдателем существует граница, или грань, которую можно произвольно сдвигать вверх, в сторону наблюдателя, но нельзя устранить, не нарушив процедуры измерения [19. С. 307–308]. Речь, таким образом, идёт о двух *сцепленных* (перепутанных) событиях, которые происходят одновременно.

Примерно те же соображения относительно существа квантово-механического измерения мы находим и в рассуждениях Вольфганга Паули. Он отмечает, что в случае корреляции двух сцепленных систем 1 и 2, одна из них может выполнять при измерении роль субъекта в том смысле, что её можно использовать как источник информации о другой [21. С. 52–53]. Ссылаясь далее на ранние исследования фон Неймана и Гейзенберга, Паули полагает, что квантовая механика внутренне непротиворечива при условии наличия этого самого «разделения («сечения») между наблюдаемой системой и средствами наблюдения» (выбор места этого сечения, по его словам, является до известной степени произвольным) [21. С. 53].

Ясно, что как второй, так и первый процесс (редукция волновой функции), не выпадает из времени. Но тогда возникает вопрос о том, какое значение здесь имеет неустранимая грань между квантовой системой (электроном) и средствами наблюдения, на место которых можно поставить наблюдателя. В любом случае сцепленные коррелированные события совпадают во времени по фазе. Здесь время раскрывает свою фазовую, информационную ипостась. Но чтобы извлечь информацию, представленную в измерении, наблюдатель должен апеллировать ко второй, вещественной (энтропийной) ипостаси времени. В этой связи измерительная система может выполнить свою роль в качестве средства измерения только при условии, что она удовлетворяет критерию конденсатной системы<sup>2</sup> [22]. Так что различие между

<sup>2</sup> Конденсатные системы характеризуются наличием в них конденсированной материи. Под физикой конденсированной материи обычно понимают отдельную ветвь физической науки, в которой изучается поведение сложных систем – систем с большим числом степеней свободы и наличием сильной связи. Часто к числу таких систем относят твёрдое и жидкое

индивидуальным электроном и конденсатной системой, в которой он выявляется, и есть та грань, которая разделяет элементарную частицу и средства её наблюдения.

В заключение вернемся к вопросу, с разбора которого начата статья: матрицы Гейзенберга, коммутативные отношения, комплексные числа. Можно ли было бы построить математический аппарат квантовой механики без комплексных и мнимых чисел? Ещё в 1932 г. П. Эренфест показал, что если описание электромагнитного поля может обойтись без комплексных чисел, то этого нельзя сделать при описании электронно-позитронного поля, при описании квантовых состояний фермионов. Одним словом – нельзя обойтись без комплексных волновых функций. «Все виртуозные рассуждения, – писал Эренфест, – относительно какой-то особой аналогии между уравнениями Максвелла и Дирака, если я правильно себе представляю, абсолютно ни к чему не приводят» [22. С. 174]. Поэтому требуется, по его мнению, вводить в квантовую теорию спинорное исчисление. На этом основании Ю. С. Владимировым была создана предгеометрия (бинарная система комплексных отношений) [23. С. 95–122]. Речь в ней идёт об отношениях между точками и точечными событиями. Развитие этой оригинальной теории продолжается, но, как мне представляется, автору предстоит преодолеть затруднения, касающиеся понятия конденсатной материи.

### Литература

1. *Neumann J. Von.* Warscheinlichkeitstheoretischer Aufbau der Quantenmechanik [Probability theoretical arrangement of quantum mechanics]. Nachr. Ges. Wiss. Goettingen, 1927. S. 245–272.
2. *Давыдов А.С.* Квантовая механика. М.: Госиздат физико-математической литературы, 1963. 748 с.
3. *Боголюбов Н. Н.* Собрание научных трудов в двенадцати томах. Т. VI: Равновесная статистическая механика. 1945–1986. М.: Наука, 2006. 519 с.
4. *Styer Daniel F.* Nine formulations of quantum mechanics. Am. J. Phys. 70(3), March 2002.
5. *Heisenberg W.* Über die quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen [Quantum-theoretical reinterpretation of kinematic and mechanical relations] // Z. Phys. 1925. 33. S. 879–893.
6. *Хантли Г.* Анализ размерностей / пер. с англ. А.Ф. Ульянова. М.: Мир, 1970. 174 с.
7. *Терлецкий Я.П.* Статистическая физика. М.: Высшая школа, 1994. 350 с.
8. О теории вероятностей и математической статистике (переписка А.А. Маркова и А.А. Чупрова). М.: Наука, 1977. 199 с.
9. *Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое / пер. с нем. М.: Наука, 1990. 400 с.
10. *Гейзенберг В.* Введение в единую полевую теорию элементарных частиц / пер. с англ. А.И. Наумова; под ред. Д. Иваненко. М.: Мир, 1968.
11. *Хайдеггер М.* Цолликоновские семинары. М.: Европейский гуманитарный университет, 2012. 406 с.
12. *Вигнер Е.* Теория групп и её приложение к квантово-механической теории атомных спектров. М.: ИЛ, 1961. 444 с.

---

состояния вещества, исключая газообразное. В данном же случае имеются в виду квантовые аспекты конденсированной материи.

13. *Антипенко Л.Г.* К вопросу о двуспинорной интерпретации решения квантово-релятивистского уравнения Дирака, описывающего свободное движение электрона. *Успехи физических наук: трибуна (trib6p)*. 2018.
14. *Вайцеккер К.Ф.* Физика и философия // *Вопросы философии*. 1993. № 1. С. 115–125.
15. *The Physicist's Conception of Nature* / Ed. J. Mehra. Dordrecht – Boston, 1973.
16. *Пенроуз Роджер*. Путь к реальности или законы, управляющие Вселенной. М.: Ижевск, 2007.
17. *Дирак П.А.М.* Принципы квантовой механики. М.: Госиздат – физматгиз, 1960.
18. *Антипенко Л.Г.* О квантовом законе Хаббла и физико-математических основаниях альтернативной космологии *Прикладная физика и математика*. М.: Научтехиздат, 2019. № 12. С. 10–17.
19. *Нейман И. фон*. Математические основы квантовой механики / пер. с нем. М.К. Поливанова и Б.М. Степанова; под ред. акад. Н.Н. Боголюбова. М.: Наука, 1964.
20. *Die Grundlehren der math. Wiss. Band XXXVIII math. Grundlagen der Quantenmechanik v. Johann Neumann. Berlin, Verlag von Julius Springer, 1932.*
21. *Паули В.* Физические очерки: сборник статей / отв. ред. и сост. Я.А. Смородинский. М.: Наука, 1975. 256 с.
22. *Эренфест П.* Относительность. Кванты. Статистика. М.: Наука, 1972. 359 с.
23. *Владимиров Ю.С.* Физика дальнего действия (Природа пространства–времени). М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. 224 с.

## **ON THE ROLE OF V. HEISENBERG, E. SCHRÖDINGER, K.F. WEIZSACKER, N. BOHR AND M. HEIDEGGER IN THE DEVELOPMENT OF THE LOGICAL AND MATHEMATICAL FOUNDATIONS OF QUANTUM PHYSICS**

**Leonid Antipenko\***

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

**Abstract.** The development of the logical and mathematical foundations of quantum physics and, first of all, quantum mechanics is the work of a large team of physicists, mathematicians and philosophers who have contributed to the solution of this problem. The title of the article lists the names of four scientists who, according to the author, paved the way for the creation of quantum logic. This must be understood in such a way that from the very beginning (Heisenberg and Schrödinger) it was established that the properties of quantum objects are described not by numbers, but by operators. In the relationships of the operators themselves, one could see an analogue of Boolean algebra of classical logic. Weizsäcker raised the question of how the physical quantity of time, in describing the motion states of quantum objects, can be represented: an operator or a state vector?

The author of the article shows that the development of quantum mechanics has gone through two stages. The first stage differs in that complex numbers and functions were introduced into physics, in other words, elements of the theory of functions of a complex variable. At the second stage,

---

\* E-mail: [chistrod@yandex.ru](mailto:chistrod@yandex.ru)

spinor calculus penetrated into quantum physics. If at the first stage methods were presented for describing the external degrees of freedom (motion) of elementary particles and other quantum objects, then the second stage was marked by the description of *internal* degrees of elementary particles. It became possible to understand that the measured mass of an electron or any other fermion is an averaged quantity, it consists of two ingredients: a positive mass and a negative mass (two values of the corresponding operator). An important role in this discovery played the operation of dialectical negation (privation), borrowed from Heidegger's fundamental ontology.

**Keywords:** mathematical foundations of quantum mechanics, quantum logic, privation, time, two steps in the development of quantum theory

# ЭКСПЕРИМЕНТЫ, ЖДУЩИЕ СВОЕГО ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ

---

DOI: 10.22363/2224-7580-2021-4-50-59

## ПРИНЦИП МАХА И СПЕКТР МИКРОСЕЙСМ

В.А. Панчелюга\*, М.С. Панчелюга

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

**Аннотация.** В статье рассматриваются возможные экспериментальные следствия предположения, что физическая реализация принципа Маха может быть связана с некоторым колебательным процессом между гравитирующими массами. Отмечается, что в этом случае ожидаемая феноменологическая картина оказывается близка к той, которая была получена в ходе исследований спектров микросейсмических колебаний Земли В.А. Дубровским. Дано описание экспериментов В.А. Дубровского, а также краткая история лаборатории, в которой они были выполнены. Рассматриваются возможные направления дальнейших экспериментальных исследований.

**Ключевые слова:** принцип Маха, спектр микросейсм, периоды, флуктуации, собственные колебания Земли.

## Введение

Принцип Маха (ПМ), наряду с принципом относительности и принципом эквивалентности, мыслился А. Эйнштейном в качестве одного из оснований теории относительности на ранних этапах ее создания [1]. В настоящее время данный принцип является одним из «столпов» реляционной парадигмы [2–3].

Говоря о ПМ, обычно, используется его определение, данное Эйнштейном: «...обусловленность сил инерции тел воздействием на них со стороны всей окружающей материи мира» [1. С. 62]. Но за время, прошедшее с момента создания теории относительности, стало понятным, что не только

---

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

силы инерции, а и многие другие локальные свойства физического мира могут зависеть от его глобальных свойств. В качестве одного из наиболее ярких примеров можно отметить связь между числом Эддингтона ( $N \sim 10^{80}$ ), характеризующим число барионов во Вселенной, и некоторыми параметрами микромира. Так, между  $N$  и классическим радиусом электрона:  $r = e^2/mec^2$  может быть записано отношение  $R \sim rN^{1/2}$ , где  $R$  – радиус Вселенной [1].

Поэтому в серии работ [2–3] была предложена более общая формулировка принципа Маха: «...обусловленность локальных свойств материальных образований закономерностями и распределением всей материи мира» [1. С. 62]. Таким образом, в приведенной формулировке, ПМ утверждает о связи по принципу «всё-со-всем» и неявно утверждает мгновенную соотнесенность между любыми физическими объектами Вселенной.

Мгновенная соотнесенность<sup>1</sup>, реализация ПМ по принципу «всё-со-всем» требует нелокальной взаимосвязи между объектами Вселенной. В противном случае ход физических процессов, значения фундаментальных констант будут зависеть, в первую очередь, от локального окружения, а не от числа *всех* барионов во Вселенной. Вместе с тем рассмотренное выше соотношение между числом Эддингтона и классическим радиусом электрона, говорит о том, что должен быть также локальный механизм связи между ПМ и отдельными физическими системами. Наличие такой локальной связи синонимично наблюдаемости, экспериментальной проявленности ПМ.

Итак, ПМ требует, с одной стороны, нелокальной взаимосвязи между объектами Вселенной, а с другой – локальной проявленности этой взаимосвязи объектов в виде, например, локальных сил инерции, соотношения между числом Эддингтона и локальными параметрами микромира и т.д. Конструкции, сочетающие как возможность нелокальной связи, так и возможность ее локальных проявлений были рассмотрены в серии работ [4–7] по исследованию элементарных отношений. В этих работах показано, что с концепцией локальности связан единственный тип отношений – двухполярные, полярность  $p$  которых  $p = 2$ , так как они характеризуются наличием двух полярных атрибутов. Любые типы отношений с  $p > 2$  являются нелокальными. Связи, возможные для данного элементарного отношения полярности  $p$ , даются его спектром компенсированных состояний (КС). Как показано в работах [4-7], минимальная полярность отношений, для которой реализуется взаимосвязь его нелокальных и локальных свойств, составляет  $p = 6$ , или в более общем случае  $p = 3n \times 2p$ ,  $n = 1, 2$  [4].

В случае  $n = 1$  мы имеем простейший случай связи нелокального  $3p$ -КС и локального  $2p$ -КС в рамках  $6p$ -отношения. Более интересным является случай  $n = 2$ , который приводит к  $12p$ -отношению. При этом в спектре КС данного отношения кроме нелокальных  $3p$ -КС присутствуют также  $4p$ -КС, связанные с волновыми процессами, и локальные  $2p$ -КС, которые могут выражаться в наличии некоторого колебательного процесса или статической

<sup>1</sup> Авторы осознают, что, говоря о нелокальности, не совсем «законно» использовать такие понятия, как «мгновенный», «скорость» и т.д. То есть в широком смысле – любые конструкции, связанные с понятиями пространства и времени.

взаимосвязи. То есть в рассматриваемом случае нелокальный характер ПМ ( $p = 3$ ) может иметь локальные проявления в виде некоторого волнового или колебательного процесса.

Наличие такого процесса может иметь экспериментально наблюдаемые проявления. Действительно, предположим, что существует некоторый колебательный процесс, связанный с расстояниями между звездными объектами:

$$v_i = \frac{C}{L_i}, \quad (1)$$

где  $v_i$  – частота,  $L_i$  – расстояние Земля –  $i$ -й звездный объект,  $C$  – скорость распространения. Предположим, что Земля находится в центре сферы радиуса  $L$ . Тогда, с ростом  $L$ , в определенный момент появляется  $L_1$ -й звездный объект с самой низкой частотой  $v_1$ . Следом – на расстоянии  $L_2$  второй объект, которому будет соответствовать своя частота  $v_2$ , и т.д. Так как в общем случае с увеличением  $L$  число объектов  $N(L)$  растет по степенному закону, то, начиная с некоторого расстояния, их число внутри сферы будет достаточно большим, а индивидуальные вклады станут неразличимыми и сольются в сплошной гладкий фон.

Таким образом, исходя из отмеченного нелокально-локального характера ПМ и предположения о полярности реализующей его взаимосвязи  $p = 3n \times 2p$  ( $n = 1, 2$ ), земной наблюдатель вправе ожидать, что, исследуя некоторую тест-систему, он будет наблюдать спектр с пиками на частотах  $v_i$ , который постепенно становится гладким и возрастает по степенному закону при  $v_i \rightarrow 0$ .

Именно такой спектр был обнаружен В.А. Дубровским в ходе исследований спектров микросейсм. Эти исследования и лаборатория, в которой они проводились, кратко описаны в следующих разделах.

## 1. Штольни. История исследований В.А. Дубровского

В начале XX в. императором Николаем II было принято решение о возведении в Крыму сооружений береговой обороны. В Казачьей бухте Херсонесского полуострова в 1913 г. по проекту генерала Н.А. Буйницкого началось строительство башенной батареи № 35. В 1918 г. вследствие революционных изменений в стране работы были остановлены. Но уже в 1924 г. советские власти возобновили строительство этой батареи, завершившееся в 1927 г. возведением одного из наиболее мощных фортификационных артиллерийских сооружений береговой обороны СССР.

Первые боевые выстрелы батарея сделала 7 ноября 1941 г. и находилась в боевом строю вплоть до 1942 г., когда, после героической обороны, Севастополь был сдан, а орудия батареи и погреб с боеприпасами – взорваны. Приказом Народного комиссара ВМФ от 4 декабря 1943 г. башенная батарея № 35 была исключена из состава ВМФ как погибшая при выполнении боевых заданий. После войны она не восстанавливалась.

В 1986 г. в правом командном пункте 35-й батареи и его потерне была оборудована геофизическая лаборатория Симферопольского государственного университета им. М.В. Фрунзе, в которой проводились исследования литосферных деформаций [8].

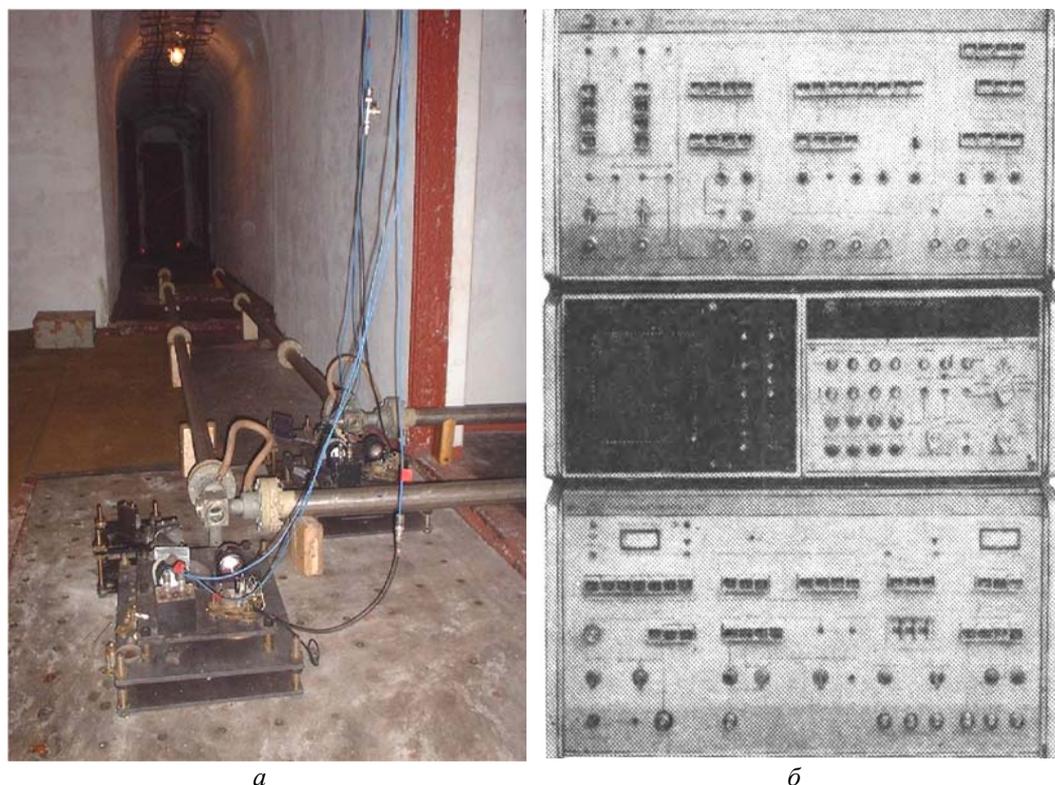


Рис. 1. Лазерный интерферометрический комплекс, с использованием которого регистрировались спектры микросейсм (а); анализатор спектра СК4-72 (б)

Для этого в подземных сооружениях правого дальномерного поста батареи № 35, вырубленных в известняке, на глубине около 20 м был установлен равноплечный лазерный интерферометрический комплекс, собранный по оптической схеме Майкельсоновского типа с ортогонально расположенными плечами длиной по 5,2 м, рис. 1а). Плечи были размещены на постаментах, имеющих жёсткую связь с коренной породой.

Так как измерительный объём лаборатории отделялся от земной поверхности большим числом люков и дверей, это обеспечило в нём высочайшую стабильность температуры: годовые вариации не более 0,2 К, а суточные –  $4 \cdot 10^{-3}$  К. Для повышения стабильности температуры лазер интерферометра, как основной тепловыделяющий элемент, располагался в специальной комнате, отделённой от измерительного объёма закрывающейся дверью. Для ввода излучения в интерферометр использовалась система поворотных зеркал, а для устранения влияния конвекционных движений воздуха – пластиковые трубы, установленные вдоль хода лазерных лучей.

Описываемая система позволяла измерять изменения длины оптического пути в плечах интерферометра в диапазоне частот от нуля до 1000 Гц. Порог

чувствительности системы слежения за интерференционной полосой, приведённый к единичному диапазону частот, составлял  $3 \cdot 10^{-12}$  м/Гц<sup>1/2</sup> в полосе 0,01 – 100 Гц. Важным достоинством методов лазерной интерферометрии является их абсолютность, так как измеряемая величина сравнивается с длиной волны лазерного излучения, которая известна с высокой точностью. Равноплечный лазерный интерферометр обеспечивал порог чувствительности на уровне  $10^{-10}$  –  $10^{-12}$  при измерении длиннопериодных деформаций, не прибегая к использованию уникальных по стабильности частоты лазеров и без создания высокого вакуума в плечах интерферометра.

## 2. Исследования В.А. Дубровского: спектр микросейсм и расстояния до ближайших звездных объектов

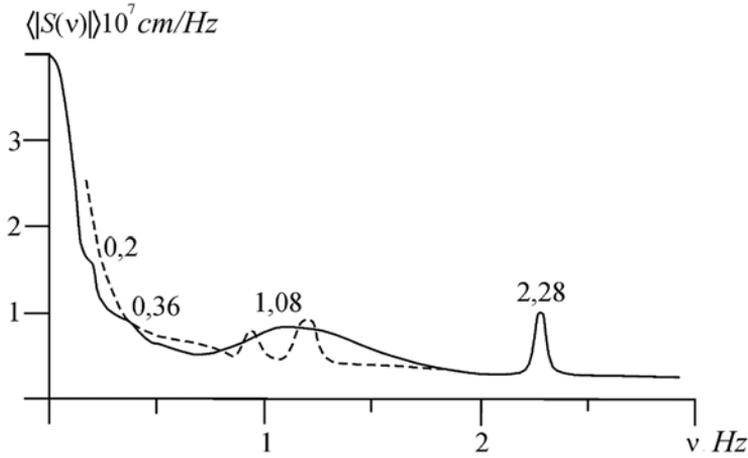
Работы В.А. Дубровского по исследованию зависимости амплитуды микросейсмического фона от частоты проводились с 1987 по 1993 г. в геофизической лаборатории в это время уже Таврического университета (до этого – Симферопольский государственный университет им. М.В. Фрунзе, сейчас – Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского). Они опубликованы в работах [10-13].

Измерения микросмещений скальных пород выполнялись с использованием описанного выше интерферометрического комплекса [8-9]. Сигнал с выхода интерферометра подавался на аналоговый, 200-канальный анализатор спектра СК4-72, рис. 1б). Суммарный спектр получался на основе 1024 реализаций сигнала интерферометра длительностью 40 с каждая, то есть в результате непрерывной работы всего комплекса аппаратуры в течение примерно 14 ч [13]. На рис. 2а показан усредненный спектр микросейсмического фона в диапазоне 0,1–5 Гц, а на рис. 2б – в диапазоне 0,1–2 Гц, после накопления фонового сигнала с выхода интерферометра. Пунктирная кривая на рис. 2а – вычисленное распределение звездного гравитационного потенциала с учетом монотонной части микросейсмического фона, нормированная так, чтобы совпадали величины на пунктирной и сплошной кривых при 2.28 Гц [13]. Как следует из рис. 2, на суммарных спектрах выделяются шесть пиков в районе частот 2.3, 1.0, 0.9, 0.6, 0.4, 0.2 Гц. За период с 1987 по 1992 г. было проведено около двух десятков сеансов и во всех случаях наблюдались суммарные спектры, подобные представленным на рис. 2а, б с пиками на тех же частотах. Также отмечается, что характер представленных на рис. 2 кривых в разные годы оказывался одинаковым [13].

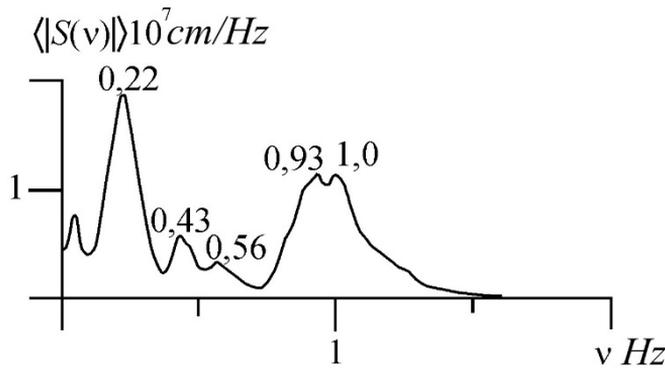
Так как не было найдено ни техногенных, ни естественных сейсмогенных факторов, ответственных за пики на указанных частотах, была проанализирована их возможная космофизическая обусловленность. Оказалось, что существуют массивные звездные объекты на расстояниях  $L_i$ , равных: 1.3, 2.7, 3.5, 5.0, 8.1, 11.1 пк [14–15]. Все эти шесть расстояний  $L_i$  можно взаимно однозначно сопоставить с шестью частотными пиками  $\nu_i$ , на суммарном спектре с помощью (1). При этом каждому частотному пику сопоставляется соответствующее расстояние примерно с одной и той же константой  $C$ , имеющей

размерность скорости и равной  $C \sim 3 \cdot 10^{19} \text{ см/с}$ . В.А. Дубровский отмечает, что «...никаких других пиков, не соответствующих концентрациям масс в диапазоне расстояний 1.3-11.1 пк, нет. Так же, как нет и концентраций звездных масс на каком-либо расстоянии в указанном диапазоне, не соответствующих наблюдаемым пикам» [13. С. 80].

а



б



в

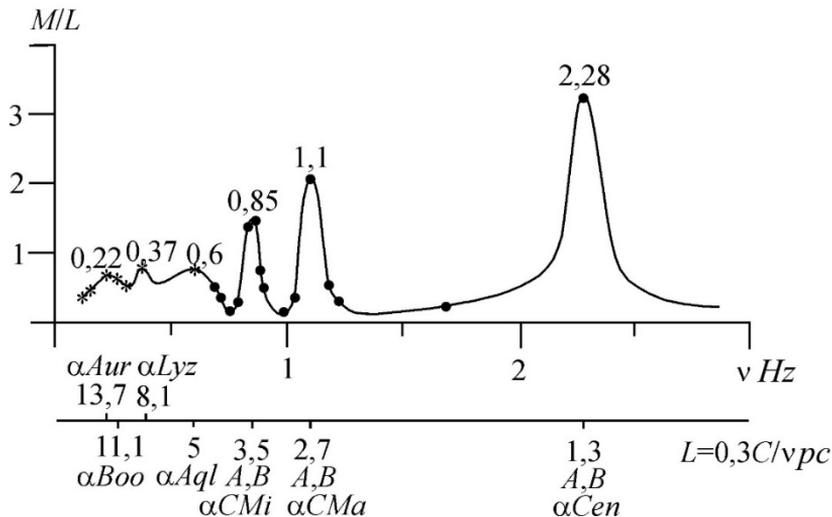


Рис. 2. Усредненный спектр микросейсмического фона в диапазоне 0,1-5 Гц (а); то же в диапазоне 0,1-2 Гц (б); расчетное распределение гравитационного потенциала ближайших звездных объектов (в). Источник: [10]

На рис. 2в показано расчетное распределение гравитационного потенциала всех ближайших звезд ( $L < 4$  пк, жирные точки), а также ближайших ярчайших звезд ( $4 < L < 13.7$  пк, звездочки). Масса  $M$  дана в массах Солнца. Внизу рис. 2в, согласно выражению  $L = 0,3C / v$ , приведена шкала расстояний в парсеках и отмечены ближайшие звездные объекты и расстояния  $L_i$  до них.  $\alpha Aur$ - $\alpha Cen$  обозначают  $\alpha$ -звезды созвездий в стандартных астрономических обозначениях [14–15].  $A$ ,  $B$  обозначают двойные звезды. Значения  $v_i$  даны возле соответствующих пиков гравитационного потенциала рис. 2в. Видно, что каждый пик на рис. 2а и рис. 2б соответствует пику на рис. 2в. То есть можно говорить о взаимной связи спектра земных микросейсм с распределением наиболее массивных объектов в ближайшей окрестности Солнечной системы [13].

Также, необходимо отметить наличие монотонно растущей при  $v_i \rightarrow 0$  компоненты фона на рис. 2а. Как отмечается в [13], эта компонента может описываться эмпирическим законом  $A \sim 1/v^2$ .

### Заключение

В письме С.Э. Шнолю 21 марта 2003 г. В.А. Дубровский пишет: «Хочу сообщить, что я проделал ту же самую (что и для Севастопольских данных) процедуру сравнения микросейсмического фонового спектра с распределением звездных масс, но для Аризонских данных. Получил к моей неописуемой радости то же самое, но в более низкочастотной части микросейсмического спектра. При этом Севастопольские и Аризонские результаты достаточно хорошо перекрываются (совпадая) на трех пиках. Таким образом, более уверенно (поскольку измерения микросейсм сделаны в существенно разных точках и разными приборами) можно утверждать, что, во-первых, звезды вызывают микросейсм и тем самым как-то влияют на нашу жизнь, и, во-вторых, скорость гравиволн на 9 порядков больше скорости света».

Таким образом, исходя из всей совокупности проведенных экспериментов, можно считать, что В.А. Дубровским открыто устойчиво воспроизводимое явление. Авторская трактовка полученных результатов основывается на гипотезе о резонансно-волновом взаимодействии в системе «Земля-звезды», осуществляемом при помощи гравитационных волн и приводящем к условию связи частоты фоновых микросейсм  $\nu_c$  расстоянием до звезд  $L$  согласно (1). Предполагается, что амплитуда микросейсм  $P$  должна быть пропорциональна количеству звездных масс, находящихся на расстоянии  $L$ . Поскольку это количество растет пропорционально квадрату расстояния, то с учетом (1)

$$P \sim L^2 \sim \frac{1}{v^2}. \quad (2)$$

То есть, как следует из (2), амплитуда микросейсм возрастает на низких частотах обратно пропорционально квадрату частоты. В силу быстрого увеличения с расстоянием количества звездных объектов индивидуальное влияние каждого из них нивелируется и вливается в общий гладкий фон.

В итоге приводит к гладкой кривой зависимости амплитуды микросейсм от частоты в области малых частот.

Таким образом, выявляется единая картина соотношения микросейсмического фона с распределением звездных масс как вблизи Солнечной системы (высокочастотная составляющая микросейсм), так и в дальнем космосе (гладкая низкочастотная часть спектра), то есть выявляется механизм, определяющий общие черты микросейсмического спектра.

Важно отметить, что, говоря о гравитационных волнах, В.А. Дубровский имеет в виду, в первую очередь, свои работы [16–17], в которых «физический вакуум рассматривается как упругая среда, а материальные частицы как особые точки, дефекты этой среды. На основе уравнений движения упругой среды показано, что поперечные волны, распространяющиеся в такой среде, могут быть отождествлены с электромагнитными волнами, а продольные – с гравитационными. При этом скорость гравитационных волн оказывается на девять порядков выше скорости электромагнитных» [18. С. 5]. То есть приведенные в настоящей статье экспериментальные работы [10–13] можно считать подтверждением теоретических результатов [16], которые вышли из печати за два года до того, как были начаты эксперименты в геофизической лаборатории под Севастополем.

Говоря о продолжении работ, В.А. Дубровский отмечает, что в случае планет Солнечной системы должны существовать аналогичные резонансные пики, соответствующие волновому взаимодействию Земли с Луной (~ 238 МГц), Солнцем (~ 0,6 МГц), Венерой (0,36–2,2 МГц), Юпитером (100–146 кГц), Сатурном (58–71,6 кГц). Пики, соответствующие Венере, Юпитеру или Сатурну, должны изменять свое частотное положение в указанных пределах в зависимости от изменения расстояния между Землей и этими планетами в процессе орбитального движения вокруг Солнца. Нахождение этих пиков могло бы служить дополнительным подтверждением существования волнового взаимодействия в системе «Земля–звезды».

Необходимо отметить, что в случае существования отмеченного волнового взаимодействия в системе «Земля – планеты Солнечной системы» это взаимодействие должно определенным образом возмущаться в случае, когда Земля и другие небесные тела выстраиваются в одну линию. Такие «возмущения» давно известны и описаны в большом числе экспериментальных работ [19–22]. Наиболее часто такие феномены отмечаются в максимуме лунных и солнечных затмений. На наш взгляд, они могут служить косвенным подтверждением гипотезы В.А. Дубровского.

В то же время результаты исследований спектров микросейсмических фоновых флуктуаций, полученные В.А. Дубровским, по нашему мнению, служат подтверждением выдвинутого во введении предположения, связанного с принципом Маха, и могут послужить важной отправной точкой в дальнейших экспериментальных исследованиях локальных проявлений данного принципа.

## Литература

1. *Владимиров Ю.С., Терещенко Д.А.* Развитие представлений о принципе Маха // *Метафизика*. 2019. № 1 (31). С. 62–74.
2. *Владимиров Ю.С.* Метафизика и фундаментальная физика. Кн. 3: Реляционные основания искомой теории. М.: ЛЕНАНД, 2018. 256 с.
3. *Владимиров Ю.С.* Реляционная концепция Лейбница–Маха. М.: ЛЕНАНД, 2017. 232 с.
4. *Панчелюга В.А.* Основы теории элементарных отношений // *Гиперкомплексные числа в геометрии и физике*. 2009. 2 (12). Т. 6. С. 176–195.
5. *Панчелюга В.А.* Основания физики и теория элементарных отношений // *Метафизика*. 2018. № 1 (27). С. 86–92.
6. *Панчелюга В.А., Панчелюга М.С.* Типы элементарных отношений и варианты их применения // *Метафизика*. 2019. № 1 (31). С. 89–108.
7. *Панчелюга В.А.* Элементарные отношения и базовые философские и физико-математические категории // *Метафизика*. 2020. № 2 (36). С. 82–106.
8. *Боборыкина О.В., Насонкин В.А., Панков Ф.Н.* 25 лет геофизическим исследованиям в Таврическом национальном университете им. В.И. Вернадского // *Сейсмологический бюллетень Украины за 2010 год*. Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика», 2011. С. 189–199.
9. *Нестеров В.В.* Большебазовые лазерные интерферометры в геофизических исследованиях. Симферополь: Таврия, 1996. 285 с.
10. *Dubrovskiy V.A.* Measurements of the gravity waves velocity. 2001. URL: [arXiv:astro-ph/0106350](https://arxiv.org/abs/astro-ph/0106350) (accessed: 15.08.2021).
11. *Дубровский В.А.* Связь фона микросейсм с космическими объектами и гравитационные волны // *Геофизические процессы в нижних и верхних оболочках Земли: сборник научных трудов ИДГ РАН*. М.: Институт динамики геосфер РАН. 2003. Кн. 1. С. 268–274.
12. *Dubrovskiy V.A.* A correlation of a microseism background with space object distributions // *Moscow University Mechanics Bulletin*. 2004. Vol. 59. No. 5. P. 9–12.
13. *Дубровский В.А.* Связь фона микросейсм с космическими объектами // *Избранные задачи физики Земли*. М.: ИФЗ РАН, ООО «Буки-Веди», 2014. С. 78–83.
14. *Аллен К.У.* Астрофизические величины. М.: Мир, 1977.
15. *Куликовский П.Г.* Справочник астронома-любителя. М.: Физматгиз, 1961.
16. *Дубровский В.А.* Упругая модель физического вакуума // *Докл. АН СССР*. 1985. 282. С. 83–88.
17. *Дубровский В.А.* Упругая модель физического вакуума // *Избранные задачи физики Земли*. М.: ИФЗ РАН, ООО «Буки-Веди», 2014. С. 73–77.
18. *Дубровский В.А.* Избранные задачи физики Земли. М.: ИФЗ РАН, ООО «Буки-Веди», 2014. 114 с.
19. *Shnoll S.E., Panchelyuga V.A.* On the characteristic form of histograms appearing at the culmination of solar eclipse. URL: [physics/0603029](https://arxiv.org/abs/physics/0603029), 2006. 11 p.
20. *Shu Wen Zhou.* Abnormal physical phenomena observed when the Sun, Moon and Earth are alined // *21st Century*. 1999. P. 55–61.
21. *Saxl E.W., Allen M.* Solar Eclipse as “Seen” by a Torsional Pendulum // *Phys. Rev.* 1971. D3. R 823.
22. *Zhou S.W., Huang B.J.* Abnormalities of the Time Comparisons of Atomic Clocks during the Solar Eclipses // *Il Nuovo Cimento*. 1992. Vol. 15C. No. 2. P. 133–137. DOI: 10.1007/BF02507608

## MACH'S PRINCIPLE AND MICROSEISM SPECTRUM

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

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

**Abstract.** The paper discusses possible experimental consequences of the assumption that physical realization of the Mach's principle can be associated with some oscillatory process between gravitating masses. It is noted that in the case expected phenomenological picture turns out to be close to that obtained in the course of studies of the Earth microseismic noise spectra by V.A. Dubrovsky in 1987–1993. The article describes Dubrovsky's experiments as well as a brief history of the laboratory in which they were performed. Possible directions for further experimental research are considered.

**Keywords:** Mach's principle, microseisms spectrum, periods, fluctuations, Earth natural oscillations.

---

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

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ АПРИОРНОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ 4-МЕРНЫХ СОБЫТИЙ И ЕЕ СВОЙСТВ

И.А. Еганова<sup>1</sup>, В. Каллис<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН  
Российская Федерация, 630090, Новосибирск,  
проспект академика Коптюга, д. 4*

<sup>2</sup>*Лаборатория информационных технологий им. М.Г. Мещерякова ОИЯИ  
Российская Федерация, 141980, Дубна, улица Жолио Кюри, д. 6*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается метод астрономических наблюдений, который дает возможность получить прямой экспериментальный ответ на ключевые вопросы о физических свойствах пространства-времени. Обсуждается инициирующее воздействие внешних необратимых процессов, которое лежит в основе этого метода и является собой действие «причинных связей» – априорную взаимосвязь одновременных четырехмерных событий и связанные с этим экспериментальные исследования.

**Ключевые слова:** необратимый процесс, дистанционное воздействие, реальность пространства-времени Минковского, физический механизм причинных связей, априорная взаимосвязь одновременных четырехмерных событий, астрономический метод Козырева

### **Введение. Иницирующее воздействие внешних необратимых процессов**

В Сообщениях ОИЯИ [1; 2] систематически представлены многолетние научные результаты, которые фактически позволяют говорить о возможности организации ряда принципиально новых междисциплинарных научных направлений в физике, астрофизике, геологии и биологии. Такая ситуация возникла благодаря открытию явления дистанционного несилового воздействия внешних необратимых процессов любой природы на внутреннее состояние сложных, организованных систем. Открытие этого явления и его необычных свойств было сделано в исследованиях известного советского астронома Н.А. Козырева – за двадцать лет до появления представлений нобелевского лауреата И. Пригожина о роли необратимых процессов в мироздании.

Исторически это сложилось так: при экспериментальном исследовании роли некоторых процессов, вводящих причинность в механическую систему, Н.А. Козырев обратил внимание на связь «причинности» и «необратимости»: он увидел в необратимых процессах проявление направленности времени. Чтобы проверить возникшую у него гипотезу о влиянии одной сложной

системы на другую не посредством силовых полей, а вследствие происходящих в них необратимых процессов, он обратился к исследованию эволюции состояния компонентов звездных систем – двойных звезд. Дело в том, что отдельные компоненты визуально-двойных систем могут рассматриваться как изолированная система, и анализ их основных физических характеристик должен сразу или опровергнуть предлагаемую гипотезу – в случае, если не обнаружатся факты влияния одной звезды на другую, или подтвердить ее – в том случае, если обнаружатся зависимости между характеристиками компонентов.

Это основательное исследование [3] (1966 г.) открывает глобальную ключевую роль необратимых процессов в существовании Вселенной. Для верификации возникшей у него гипотезы об иницирующем, несиловом дистанционном воздействии внешних необратимых процессов Н.А. Козырев проанализировал многочисленные данные наблюдений по основным физическим характеристикам (светимость, масса, радиус) двойных звездных систем (эти характеристики образуют пространство состояний звезд). Проведенный им анализ распределения звезд в пространстве состояний (см. [4]) дал возможность предложить оригинальный подход к важному и глубокому вопросу астрономии: тождественно ли формирование звезд, составляющих двойную систему, формированию обычных, одиночных звезд? Решение этого вопроса показало, что визуально-двойные звезды, действительно, представляют собой астрономический пример возможности влияния одной сложной системы на другую не через силовые поля, а происходящими в них необратимыми процессами<sup>1</sup>.

В следующем исследовании [5] (1971 г.) Н.А. Козырев сопоставил проявления тектонической активности в системе Земля–Луна. В результате проведенного исследования было обнаружено наличие двух типов связи между тектоническими явлениями Земли и Луны: спусковой механизм приливных воздействий через гравитационное взаимодействие Земли и Луны и непосредственная причинная связь тектонических процессов Земли и Луны как проявление взаимосвязи явлений во временном аспекте. Н.А. Козырев предполагал, что источником влияния могут быть сами «причинные связи», которые стоят за необратимыми процессами и имеют временной характер. При этом он имел в виду наличие (существование) природных взаимосвязей, которые принадлежат не пространственному, а временному аспекту существования материального мира и связаны с активной ролью времени в эволюции Вселенной. Такую трактовку фундаментальной роли необратимых процессов в мироздании подтвердило экспериментальное изучение физических свойств и особенностей воздействия внешних необратимых процессов на состояние сложных систем: после подтверждения гипотезы об активном влиянии внешних необратимых процессов на астрофизическом и геофизическом материале

---

<sup>1</sup> Учитывая фундаментальность результатов исследования [3], один из авторов в свое время подробно проанализировал эту работу в монографии [4].

Н.А. Козырев провел тщательные многосторонние исследования в лабораторных условиях [6–8]. Таким путем было открыто дистанционное воздействие внешних необратимых процессов на состояние вещества сложных систем, вплоть до изменения свойств вещества и протекающих в нем явлений. Характерные свойства этого воздействия и наблюдающиеся реакции на него сложных, организованных систем разной природы подробно представлены в монографии авторов [9]. Там же была отмечена согласованность свойств и особенностей этого явления. Естественно, при изучении явления дистанционного несилового воздействия внешних необратимых процессов на внутреннее состояние организованных систем сразу возникает вопрос: а что скрывается за самими необратимыми процессами? Н.А. Козырев видел здесь действие ‘причинных связей’, более не конкретизируя их физический смысл, – об этом выше упоминалось. Как наглядно показано в Сообщениях [1; 2], за этим явлением скрывается существующая мировая взаимосвязь событий пространства-времени (точнее, априорная взаимосвязь одновременных событий пространства-времени). Этой мировой взаимосвязи посвящен следующий раздел предлагаемой статьи. Характерные свойства дистанционного воздействия необратимых процессов и его экспериментальное подтверждение рассмотрены во втором и третьем разделе. В четвертом разделе приводится пример экспериментального разрешения фундаментального теоретического вопроса: о метрике пространства-времени, а также о физической реальности такого нематериального объекта, как четырехмерное событие (утверждение Эйнштейна). Наконец, в заключительном разделе кратко суммированы экспериментальные возможности, которые предоставляет рассмотренный метод для естественных наук.

## 1. Раскрытие физического смысла «причинных связей»

Представление о врожденной взаимосвязи одновременных событий в пространстве-времени следует из анализа сути самой процедуры измерения времени. Как общеизвестно, измерение времени отличается от измерения всех остальных физических величин, а именно: для измерения времени необходимо располагать некоторым необратимым процессом, который используется в механизме часов. (Этот процесс А.А. Фридман [10] назвал основным.) Естественно, возникла проблема выбора некоторых «стандартных часов». Она была разрешена в 1960-х гг. в работе Дж.Дж. Уитроу [11], который выяснил сущность стандартных часов (это часы с аддитивной шкалой) и получил математическое выражение для измеренного значения времени как функции ключевого параметра основного процесса, используемого в механизме часов. Чрезвычайно важно, что, как показал Дж.Дж. Уитроу, эта функция оказалась единственной с точностью до мультипликативной константы, то есть в самом общем виде измеренное время между событиями  $i$  и  $j$ ,

$$t(i, j) = C_{\lambda} \cdot \varphi_{\lambda}(\tau_{\lambda}(i, j)), \quad (1)$$

где  $C_\lambda$  – масштабный множитель для основного процесса  $\lambda$ ,  $t(i, j)$  – длительность между событиями  $i$  и  $j$ ,  $\tau_\lambda$  – ключевой параметр процесса  $\lambda$ ,  $\tau_\lambda(i, j)$  – изменение параметра  $\tau_\lambda$  за время  $t(i, j)$ ,  $\varphi_\lambda$  – соответствующая процессу  $\lambda$  монотонная функция одной переменной.

Единственность функции  $\varphi$  обеспечивает возможность использовать (см. [12], а также [13]) важный вывод, который следует из представлений об универсальности времени, что означает независимость измеренной величины длительности между событиями  $i$  и  $j$  от механизма  $(\lambda, \mu, \nu, \dots)$  измеряющих ее стандартных часов. На самом деле, вследствие универсальности времени и единственности функции  $\varphi$  должно иметь место соотношение

$$t(i, j) = C_\lambda \cdot \varphi_\lambda(\tau_\lambda(i, j)) = C_\mu \cdot \varphi_\mu(\tau_\mu(i, j)) = C_\nu \cdot \varphi_\nu(\tau_\nu(i, j)) = \dots \quad (2)$$

В свою очередь, оно означает, что все основные процессы  $\lambda, \mu, \nu, \dots$  осуществляются согласованно, поскольку имеется априорная взаимосвязь их ключевых характеристик  $\tau_\lambda, \tau_\mu, \tau_\nu, \dots$ , не связанная с явлением «распространения» действия в пространстве, а обусловленная их общим, совместным существованием во времени.

Пример подобной взаимосвязи присутствует в физическом явлении, которое скрывается за известным в физике частиц принципом Паули. Взаимосвязь (2) фактически отражает общее, единое осуществление («течение») основных процессов во временном аспекте объективной реальности, которое в философии ассоциируется с представлением о едином Мировом процессе. Согласно (2) данная взаимосвязь принадлежит временному аспекту и связывает события, относящиеся к одному моменту времени. Другими словами, она выглядит как мгновенное действие, действие на расстоянии.

## 2. Характерные свойства дистанционного воздействия необратимых процессов

Обратим внимание, что именно такая связь способна:

- 1) создать метрику пространства-времени [13];
- 2) быть причиной рассмотренного уникального явления, которое открыл и целенаправленно исследовал Н.А. Козырев – явления дистанционного воздействия необратимых (по сути своей – основных) процессов [14] (см. также [4] и [9]).

Из факта существования данного физического явления сразу следует общий вывод. Поскольку это – не силовое, а по своей сути информационное<sup>2</sup> воздействие, оно является активным иницирующим фактором в существовании естественных систем, и все развивающиеся системы мира погружены в некий мировой океан взаимовлияний. Поскольку, как было показано, данное

<sup>2</sup> Современная наука об управлении в сложных динамических системах – кибернетика – рассматривает ‘информацию’ как одно из фундаментальных свойств объективной реальности, связанное с процессами особого рода – информационными, и информация является центральным понятием кибернетики.

явление принадлежит временному аспекту физической реальности, возникает необходимость в наличии физической характеристике времени, локальной и временной. Она должна количественно отражать величину влияния этого мирового океана на находящиеся в этой области и в этот момент времени сложные системы. Н.А. Козырев назвал эту характеристику ‘плотностью или интенсивностью времени’ [14. С. 385–394]: в данной области пространства и в данный момент времени ее определяет величина реакции состояния сложной системы на этот мировой океан влияний. Она может быть измерена величиной изменения основной характеристики некоторой эталонной системы за единицу длительности<sup>3</sup>. Изучение необратимых процессов как источника воздействия показало, что процессы, которые сопровождаются ростом энтропии, увеличивают плотность времени, то есть «излучают» воздействие. Наоборот, процессы, которые сопровождаются уменьшением энтропии, уменьшают плотность времени, как бы «поглощают» рассматриваемое воздействие. В первом случае мы наблюдаем упорядочение структуры вещества материальных систем, во втором – потерю упорядоченности в структуре. Поэтому в качестве датчиков воздействия внешних необратимых процессов мы можем использовать определенную сложную, организованную систему, разумеется, при условии, что имеется возможность контролировать состояние системы (например, измерять характеристику, определяющую состояние системы).

Экспериментально было установлено, что вещество системы-детектора может быть экранировано от воздействия необратимого процесса. В качестве экранов можно использовать различные твердые вещества: металл, стекло, керамику толщиной порядка сантиметров. Жидкости экранируют слабее: их толщина должна быть в несколько дециметров. Астрономические наблюдения показывают, что прозрачная земная атмосфера и, по-видимому, любая газовая среда заметно не экранируют от изменения плотности времени. Опыты с экранами с целью показали, что оказываемое действие прямолинейное, а специальные эксперименты с напыленным зеркальным слоем алюминия обнаружили, что имеет место явление, выглядящее как отражение рассматриваемого воздействия, которое подчиняется законам геометрической оптики. Данное свойство позволило начать астрономическое наблюдение космических объектов как источников изменения плотности времени. Заметим, что в отличие от обычной оптики явление, аналогичное преломлению, отсутствует (как и следовало ожидать для рассматриваемого воздействия, не связанного с физическим полем и относящегося к временному аспекту реальности). Поэтому в этих астрономических наблюдениях могут использоваться только зеркальные телескопы.

В астрономических наблюдениях, где обычно используются специальные экраны, так называемые ‘щечки’ щели, надо иметь в виду, что массивные

<sup>3</sup> В качестве эталонной системы может быть использована геологическая система (например, определенный минерал/минеральный агрегат) и такая интегральная ключевая физическая характеристика его, как масса (вес). См., например: [9].

экраны через некоторое время сами становятся источником изменения плотности времени. Разным материалам это свойственно в разной степени, кроме алюминия.

Опыты показали, что отражается воздействие, увеличивающее плотность времени. Воздействие, уменьшающее плотность времени, не отражается. В связи с этим Н.А. Козырев предположил, что процессы, увеличивающие плотность времени, именно «излучают» рассматриваемое воздействие, а процессы, уменьшающие плотность времени, «поглощают», абсорбируют его из ближайшего пространства. Это предположение было подтверждено оригинальным лабораторным экспериментом, а также наблюдениями воздействия различных процессов на лунной поверхности при затмениях Луны, а в дальнейшем и формой профиля звездных систем (см. [4. П. 1.4]). Остальные свойства явления влияния внешних необратимых процессов кратко суммированы ниже [4; 6–8; 15; 16].

- Реакция систем на исследуемое воздействие увеличивается с возрастанием интенсивности процесса, а также зависит от степени сосредоточенности процессов в пространстве. Сравнение реакции на воздействие процессов, происходящих на Солнце, и на воздействие в близких лабораторных процессах, в предположении, что величина реакции пропорциональна мощности этих процессов, дает грубую оценку зависимости реакции от расстояния, а именно: она обратно пропорциональна квадрату расстояния.

- На изменение плотности времени реагирует поверхностный слой вещества. Передача изменения плотности времени в веществе осуществляется в основном по поверхности тела. Н.А. Козыреву удавалось передавать изменения плотности времени с помощью шланга и провода длиной около 10 м. В случаях некоторых приемных систем имеет место реверсирование их реакции на исследуемое воздействие после его отражения. Особенно это характерно для живых систем.

- Система, состояние которой изменилось вследствие изменения плотности времени, в исходное состояние возвращается не сразу, а постепенно. При этом имеет место характерная динамика восстановления состояния, отличная от динамики восстановления системы после чисто теплового воздействия. Характеристики состояния вещества претерпевают относительные изменения в основном  $\sim 10^{-6} \div 10^{-4}$  в зависимости от самой характеристики, от агрегатного состояния вещества, его структуры, происхождения и других свойств.

### **3. Экспериментальное подтверждение существования дистанционного воздействия необратимых процессов**

Как обсуждалось в предыдущем разделе, свойства обсуждаемого воздействия внешнего необратимого процесса дают возможность сфокусировать его на наблюдаемой системе с помощью телескопа-рефлектора. Н.А. Козырев руководствовался следующей логикой.

Весь мир отображается на временной оси пространства-времени как одна точка, это означает, что время «пронизывает» пространство «всё сразу» – пространство не имеет протяженности во времени; поэтому чтобы получить реакцию материальной системы на необратимые процессы в небесном теле (например, в звезде или звездной системе), наш телескоп должен быть направлен на небесное тело – на его *истинное* положение, то есть где оно находится в момент наблюдения (а не на видимое, как это обычно практикуется в астрономических наблюдениях). А это – невероятный случай для астрофизики: ее методы наблюдений не предоставляют возможности получить какую-либо информацию от истинного положения звезды. Поэтому зафиксированная реакция на истинное положение будет неоспоримым фактом в подтверждении его идеи.

Итак, если действительно априорная взаимосвязь ключевых характеристик  $\tau_\lambda, \tau_\mu, \tau_\nu, \dots$  основных процессов  $\lambda, \mu, \nu, \dots$ , принадлежащих одному моменту времени, – объективная реальность, то при направлении рефлектора на *истинное* (реальное!) местоположение наблюдаемой звезды ее необратимые процессы должны вызвать изменение состояния приемной системы, которая находится в фокальной плоскости рефлектора. Например, если в качестве чувствительного элемента (датчика) используется соответствующий резистор, должна измениться его ключевая характеристика (сопротивление). Причем можно проверить, является ли данное направление *направлением именно на истинное местоположение звезды*, если измерить при этом угловое расстояние по прямому восхождению  $\Delta\alpha$  между направлением на видимую звезду<sup>4</sup> и направлением телескопа, при котором датчик приемной системы дает реакцию. Угловое расстояние  $\Delta\alpha$ , отнесенное к Солнцу, то есть  $\Delta\alpha_\odot$ , можно получить теоретически, используя формулу, определяющую тригонометрический параллакс  $\pi$  звезды в секундах дуги:

$$\pi = \frac{1 \text{ а.е.} \cdot \mu_\alpha}{1 \text{ год} \cdot c \Delta\alpha_\odot}, \quad (3)$$

где  $\mu_\alpha$  – собственное движение звезды по прямому восхождению. А его значение, полученное в наблюдениях, вычислить по формуле

$$\Delta\alpha_\odot = \Delta\alpha - A_\alpha, \quad (4)$$

где  $A_\alpha$  – разность между средним и видимым положением, смещенным относительно среднего вследствие годичной абберации, нутации, собственного движения и прецессии от начала бесселевого года (по данным астрономического ежегодника).

Именно совпадение величины  $\Delta\alpha_\odot$ , вычисленной, с одной стороны, по формуле (3) с помощью известных данных по каталогу тригонометрических звездных параллаксов, и той же величины, полученной, с другой стороны, по формуле (4) по наблюдениям десятков различных звезд (10UMa,  $\alpha$ Leo,  $\gamma$ Boo,  $\varepsilon$ Boo,  $\alpha$ Lyr,  $i$ Per,  $\tau$ Per,  $\zeta^2$ Aqr,  $\beta$ Peg и др., разной

<sup>4</sup> Обсуждаемое воздействие по своей природе не испытывает рефракции (см. разд. 3), поэтому наблюдения ведутся в меридиане, где рефракция света практически отсутствует.

звездной величины, разных спектральных типов, с разнообразными собственными движениями), дало Н.А. Козыреву прочное основание неоспоримо утверждать, что зарегистрированная реакция – это реакция именно на *истинное* положение звезды. Другими словами, сделать вывод, что мгновенная взаимосвязь – это физическая реальность, и предложить новый, *прямой* способ определения тригонометрических параллаксов звезд [17].

В дальнейшем козыревский метод астрономических наблюдений истинного положения звезд по инициативе академика М.М. Лаврентьева был повторен новосибирской группой исследователей [18; 4] в Крымской астрофизической обсерватории. Несколько позже аналогичные результаты были получены в наблюдениях астрономов Главной астрономической обсерватории (Киев) [19]. Заметим, что козыревский метод наблюдения истинных положений звезд, звездных систем и планет, а также результаты наблюдений новосибирской группы исследователей подробно обсуждаются в монографии одного из авторов [4. С. 152–159].

#### **4. Характерная черта геометрии Минковского и астрономическое доказательство ее объективной реальности**

Фактический материал астрономических наблюдений по методу, предложенному Н.А. Козыревым, позволил разрешить вопрос о реальности геометрии Минковского, другими словами, о корректности предложенной им математической модели физической реальности – в астрономических наблюдениях было подтверждено весьма характерное свойство пространства-времени Минковского. Так, согласно геометрии Минковского не одно, а три четырехмерных события, связанных с наблюдаемой звездой, одновременны с моментом наблюдения. Продемонстрируем это на рисунке сечения светового конуса плоскостью  $(x, ct)$ . Здесь  $C$  – мировая линия наблюдаемой звезды. На небесной сфере наблюдателя ее представляет суточная параллель звезды, которая являет собой проекцию четырехмерной мировой линии на небесную сферу. Событие  $O$ , которое находится в вершине светового конуса, связано с астрономическим наблюдением наземного наблюдателя. Так что временная координата этого события равна моменту наблюдения.

Как известно, видимое положение звезды (с точностью до рефракции на момент наблюдения) совпадает с ее местоположением в тот момент, когда она излучила свет, который достиг Земли в момент ее наблюдения  $t$ . Это местоположение представляет собой проекцию на небесную сферу четырехмерного события  $C_-$ , связанного со звездой и находящегося на световом конусе прошедшего; временная координата события  $C_-$  равна  $t - R/c$ , где  $R$  – геоцентрическое расстояние наблюдаемой звезды, а  $c$  – скорость света. Далее, четырехмерное событие  $C^*$ , совпадающее с моментом наблюдения, имеет соответственно временную координату равную  $t$ . Его проекция на небесную сферу совпадает с истинным положением звезды в момент ее наблюдения.

Четырехмерное событие  $C_+$  связано с наблюдаемой звездой и находится на световом конусе будущего. Оно расположено симметрично событию

$C_-$  относительно события  $C^*$ ; соответственно оно имеет временную координату равную  $t + R/c$ . Проекция этого события на небесную сферу совпадает с местоположением звезды в будущем, когда ее достигнет световой сигнал, посланный с Земли в момент наблюдения  $t$ .

Согласно геометрии Минковского, с событием  $O$  одновременно не только событие  $C^*$ . С ним одновременны еще два события:  $C_-$  и  $C_+$ , связанные с наблюдаемой звездой и находящиеся на световом конусе. Дело в том, что определяющий одновременные события нулевой промежуток  $\Delta\tau$  собственного времени  $\tau$  определяется формулой

$$\Delta\tau = \Delta t \cdot \sqrt{1 - u^2/c^2}, \quad (5)$$

где  $u$  – скорость сигнала, участвующего в рассматриваемых событиях. Как видим, очевидная одновременность событий  $O$  и  $C^*$  определяется равенством нулю величины  $\Delta t$ . Одновременность событий  $O$  и  $C_-$  и событий  $O$  и  $C_+$  связана с тем, что все эти события находятся на световом конусе. Так, одновременность событий  $O$  и  $C_-$  связана с нулевым значением  $\sqrt{1 - u^2/c^2}$ , так как  $u = +c$  ( $C_-$  находится на световом конусе прошедшего); в случае пары  $O$  и  $C_+$   $u = -c$  ( $C_+$  находится на световом конусе будущего) и  $\sqrt{1 - u^2/c^2}$  также имеет нулевое значение.

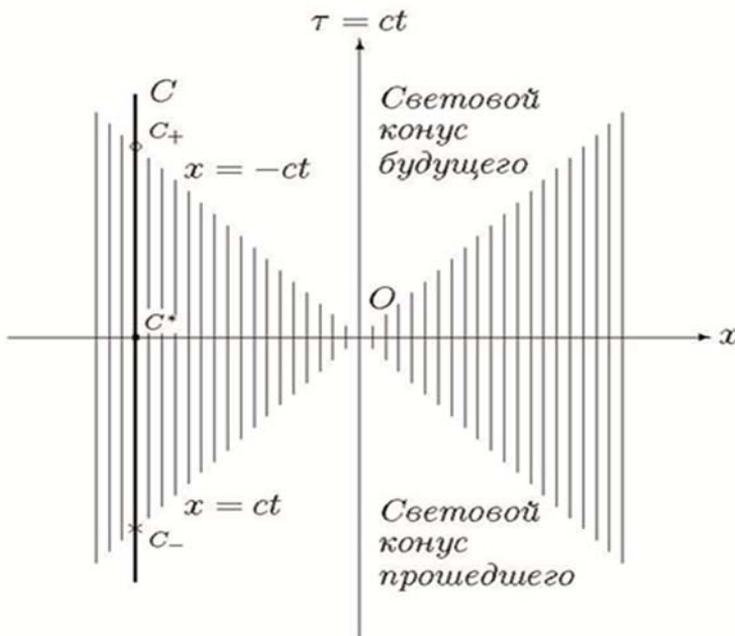


Рис. 1. Сечение светового конуса плоскостью  $(x, ct)$

Таким образом, располагая методом наблюдения, в котором *приемная система регистрирует мгновенную связь одновременных событий*, мы можем проверить корректность геометрии Минковского – убедиться в том, что, действительно, на световом конусе находятся одновременные события. Именно регистрация определенной реакции наземной системы-датчика на проекции

на небесную сферу четырехмерных событий  $C_-$  и  $C_+$  при сканировании суточной параллели десятков звезд и нескольких звездных систем дала Н.А. Козыреву основание заявить об астрономическом подтверждении реальности геометрии Минковского [20] (фактический материал таких наблюдений см. в [4. П. 4.3]).

### **Подведение итогов: новые экспериментальные методы и теоретические результаты**

Метод астрономических наблюдений Козырева открывает новые возможности для экспериментальных исследований и развития теоретических представлений о физической реальности и ее физических свойствах. Кратко суммируем достигнутые результаты.

- Астрономические наблюдения Козырева продемонстрировали реальность известного утверждения Эйнштейна: «*Физической реальностью обладает не точка пространства и не момент времени, когда что-либо произошло, а только само событие*» (то есть точка пространства-времени) [21. С. 25]. Ведь событие с временной координатой  $t - R/ct$  на момент наблюдения уже находится в прошедшем, а с временной координатой  $t + R/c$  еще должно состояться, то есть находиться в будущем звезды. Заметим, что упомянутое утверждение Эйнштейна в дальнейшем подтвердил и новосибирский *Солнечный эксперимент* [22; 23].

- Экспериментально подтверждена реальность геометрии пространства-времени Минковского (четырёхмерное псевдоевклидово пространство).

- Экспериментально подтверждена реальность априорной взаимосвязи одновременных четырехмерных событий пространства-времени.

- Установлено отсутствие рефракции (отсутствие материального носителя) априорной взаимосвязи одновременных событий, другими словами, – отсутствие распространения ее действия в пространстве.

- Реальность мгновенной (дистанционной) взаимосвязи.

Экспериментально доказанная реальность геометрии Минковского заставляет сделать правильный выбор математической модели физической реальности, а именно, модели Минковского – пространство-время Минковского (мир Минковского, Мир событий). Корректная математическая модель физической реальности (четырёхмерное псевдоевклидово пространство) посредством принципиально нового метода астрономических наблюдений, предложенного Н.А. Козыревым, немедленно открыла принципиально новые экспериментальные возможности, недоступные всем существующим методам.

Данный метод:

- 1) позволяет получать информацию о состоянии космического объекта, недоступную никаким другим методам наблюдений, эта информация относится к трем разным временам: в прошлом этого объекта, его настоящем и будущем;

2) позволил выявить космические аномалии, которые не были зарегистрированы другими методами<sup>5</sup>;

3) позволяет исследовать влияние звездных процессов в различных звездных системах на состояние наземного вещества, в том числе в живых системах;

4) позволяет исследовать такой *нематериальный* объект, как четырехмерное событие;

5) позволяет наблюдать динамику состояния систем различной природы (в том числе живых систем), находящихся под влиянием только определенного космического объекта;

6) позволяет придавать сложной, организованной системе новое, необычное для нее, внутреннее состояние (см. [22; 23]);

7) в результате позволит разработать подход к изучению механизма мгновенной взаимосвязи одновременных событий пространства-времени для ее практического использования.

**Располагая перечисленными возможностями, можно предположить:**

1) использование возможности отслеживания состояния упомянутого выше мирового океана взаимовлияний с помощью эталонной системы, в качестве которой используется определенный минерал или минеральный агрегат;

2) на применение эталонной системы в качестве инструмента для изучения причин известного отсутствия точного воспроизведения результатов, получаемых в экспериментах и технологиях, где участвуют сложные, организованные системы или нестационарные процессы;

3) на изучение развития живой системы, находящейся под влиянием космического объекта: звезды или звездной системы.

### Литература

1. *Еганова И.А., Каллис В., Параев В.В., Еганов Э.А.* Addisputandum: актуальнейшие научные представления, что высветилось в пандемию коронавируса // Сообщение ОИЯИ Д18-2021-5. Дубна, 2021.
2. *Eganova I.A., Kallies W., Paraev V.V., Eganov E.A.* Ad disputandum: The Most Topical Scientific Ideas That Were Highlighted in Time of Coronavirus Pandemie // Communication of the JINR D18-2021-5. Dubna, 2021.
3. *Козырев Н.А.* Особенности физического строения компонент двойных звезд // Изв. Гл. астрон. обсерв. в Пулковке. 1968. № 184. С. 108–115.
4. *Еганова И.А.* Природа пространства-времени. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2005.
5. *Козырев Н.А.* О связи тектонических процессов Земли и Луны // Изв. Гл. астрон. обсерв. в Пулковке. 1971. № 186. С. 81–87.

---

<sup>5</sup> Например, сканирования суточной параллели звезды Хамаль ( $\alpha$ Arietis), начиная в созвездии Овна и кончая в созвездии Льва, двумя датчиками (находящимися в разных приемных системах) зарегистрировали новые (не регистрируемые другими способами астрофизических наблюдений) крупномасштабные аномалии (см. [24]).

6. *Козырев Н.А.* Астрономические наблюдения посредством физических свойств времени // Вспыхивающие звезды: Труды симпозиума, приуроченного к открытию 2,6-м телескопа Бюроканской астрофизической обсерватории. Бюрокан, 5–8 октября 1976 года. Ереван, 1977. С. 209–227.
7. *Козырев Н.А.* Возможная асимметрия в фигурах планет // ДАН СССР. 1950. Т. 70. С. 389–392.
8. *Козырев Н.А.* О воздействии времени на вещество // Физические аспекты современной астрономии. Л., 1985. С. 82–91.
9. *Еганова И.А., Каллис В., Самойлов В.Н., Струминский В.И.* Геофизический мониторинг Дубна–Научный–Новосибирск: фазовые траектории массы. Новосибирск: Академическое изд-во “Гео”, 2012.
10. *Фридман А.А.* Мир как пространство и время. 2-е изд. М.: Наука, 1965.
11. *Уитроу Дж.Дж.* Естественная философия времени. М.: Прогресс, 1964.
12. *Eganova I.A.* The World of events reality: instantaneous action as a connection of events through time // *Relativity, Gravitation, Cosmology* / eds. V.V. Dvoeglazov, A.A. Espinoza Garrido. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2004. P. 149–162.
13. *Еганова И.А., Каллис В.* Основание Мира Минковского как математической структуры: к ответу на вопрос Римана // МСМ. 2017. № 4 (44). С. 33–48.
14. *Козырев Н.А.* Избранные труды. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991.
15. *Данчаков В.М.* Некоторые биологические эксперименты в свете концепции времени Н.А. Козырева // Еганова И.А. Аналитический обзор идей и экспериментов современной хронометрии. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, Деп. ВИНТИ № 6423-84. 1984. С. 99–134.
16. *Данчаков В.М., Еганова И.А.* Микрополевые эксперименты в исследовании воздействия физического необратимого процесса. Новосибирск: ИМ СО АН СССР, Деп. ВИНТИ № 8592-В87. 1987.
17. *Козырев Н.А., Насонов В.В.* Новый метод определения тригонометрических параллаксов на основе измерения разности между истинным и видимым положениями звезд // Астрометрия и небесная механика. М., Л., 1978. С. 168–179.
18. *Лаврентьев М.М., Еганова И.А., Луцет М.К., Фоминых С.Ф.* О дистанционном воздействии звезд на резистор // ДАН СССР. 1990. Т. 314. № 2. С. 352–355.
19. *Акимов А.Е., Ковальчук Г.У., Медведев В. Г., Олейник В. К., Пугач А. Ф.* Предварительные результаты астрономических наблюдений неба по методике Н.А. Козырева / ред. О.В. Мороженко. Препринт ГАО АН Украины ГАО-92-5Р. Киев, 1992.
20. *Козырев Н.А.* Астрономическое доказательство реальности четырехмерной геометрии Минковского // Проявление космических факторов на Земле и звездах. М., Л., 1980. С. 85-93.
21. *Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 2. М.: Наука, 1966.
22. *Еганова И., Каллис В.* Солнечный эксперимент М. М. Лаврентьева. Явления пространства-времени. Saarbrücken, Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013.
23. *Eganowa I., Kallies W.* Das Sonnenexperiment von Lawrentjew: als Raum-Zeit-Erscheinung. Saarbrücken, Deutschland: AV Akademikerverlag, 2013.
24. *Лаврентьев М.М., Еганова И.А., Медведев В.Г., Олейник В.К., Фоминых С.Ф.* О сканировании звездного неба датчиком Козырева // ДАН СССР. 1992. Т. 323. № 4. С. 649–652.

## EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS ON IDENTIFICATION OF A PRIORI RELATIONSHIP OF 4-DIMENSION EVENTS AND ITS PROPERTIES

I.A. Eganova<sup>1</sup>, W. Kallies<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Institute of Mathematics named after S.L. Sobolev of SB RAS*

*4 Academician Koptyug Avenue, Novosibirsk, 630090, Russian Federation*

*<sup>2</sup>Laboratory of Information Technologies named after M.G. Meshcheryakova*

*6 Joliot Curie St, Dubna, 141980, Russian Federation*

**Abstract.** In this article the method of astronomical observations, which makes it possible to obtain a direct experimental answer to key questions about the physical properties of space-time is considered. The initiating effect to external irreversible processes, which underlines this method and is the action of ‘causal relationships’ – the a priori relationship of simultaneous four-dimensional events, and related experimental investigations are discussed.

**Keywords:** irreversible process, distance-type action, reality of Minkowski space-time, physical mechanism of causal relationships, a priori relationship of simultaneous four-dimensional events, Kozyrev’s astronomical method

## ФЕНОМЕН МАКРОСКОПИЧЕСКИХ ФЛУКТУАЦИЙ

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

<sup>1</sup>*Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН  
Российская Федерация, 142290, Московская обл., Пущино,  
ул. Институтская, д. 3*

**Аннотация.** Краткий обзор имеет своей целью рассмотреть историю открытия и основные этапы исследования феномена макроскопических флуктуаций – дела жизни Симона Эльевича Шноля. Рассмотренные в настоящей статье работы являются первым в отечественной и мировой литературе исследованием универсальных закономерностей, выявленных в ходе исследования свойств флуктуаций в процессах различной природы. Даны краткие описания основных экспериментов и полученные при этом результаты.

**Ключевые слова:** флуктуации, феномен макроскопических флуктуаций, метод попарного сравнения гистограмм, форма гистограмм, периоды, эффект местного времени, радиоактивный распад.

### 1. История открытия феномена макроскопических флуктуаций

Результаты любых многократных, последовательных, однотипных измерений параметров любых природных процессов *всегда* сопровождаются неустранимыми флуктуациями. Обычно этот разброс рассматривают как помеху, затрудняющую получение точных значений измеряемой величины, и от него стараются избавиться. Существуют общепринятые методы уменьшения «вредного влияния» разброса результатов на достоверность умозаключений, следующих из этих измерений. В то же время разброс результатов последовательных, проводимых по одной и той же стандартной методике измерений или временные ряды флуктуаций в ходе этих измерений, как оказалось, имеют самостоятельную ценность и могут помочь выявлению закономерностей, обычно не обнаружимых другими методами.

Исследования, позволившие сформулировать подобное утверждение, были начаты около 70 лет тому назад (в 1951–1956 гг.), когда Симон Эльевич Шноль начал систематические исследования причин неустранимого и необъяснимого погрешностями метода разброса (флуктуаций) результатов измерений скоростей биохимических реакций.

Исторически первым исследованием, о котором можно сказать, что оно дало начало феномену макроскопических флуктуаций (МФ), было исследование АТФ-азной активности в равных, последовательно отбираемых порциях

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

раствора актомиозина, обнаружившее неустранимый разброс результатов, который не объяснялся методическими причинами [1–7]. При этом наиболее ярко проявлялись два обстоятельства: 1) сравнительно большая амплитуда этого разброса; 2) сильно изрезанные гистограммы – спектры амплитуд флуктуаций измеряемых величин, которые в ряде опытов получались удивительно похожими друг на друга. Это явление было названо феноменом макроскопических флуктуаций. Аналогичное явление наблюдалось также при измерении титра SH-групп в последовательно отбираемых равных порциях актина, миозина, актомиозина [8].

Естественно было предположить, что в исследуемых препаратах происходят колебательные процессы, проявляющиеся в синхронных переходах молекул белков из одного состояния в другое. В этой связи было предпринято исследование колебательной химической реакции, открытой незадолго до этого Б.П. Белоусовым [9] и исследованной аспирантом С.Э. Шноля А.М. Жаботинским [10]. История открытия и исследования этой реакции, получившей впоследствии всемирную известность как реакция Белоусова–Жаботинского или ВZ-реакция, описана в [11].

Хотелось бы отметить, что открытая Белоусовым реакция так навсегда бы и осталась известной только близкому кругу коллег (его статьи неизменно отклоняли научные журналы с рецензией «такого не может быть» [11. С. 249]), если бы не работы С.Э. Шноля по исследованию флуктуаций, которые вытаскивали реакцию Б.П. Белоусова из надвигающегося забвения и катализировали интерес научного сообщества к ее дальнейшему изучению. Дальнейший лавинообразный рост исследований в этой области привел не только к созданию ряда новых научных направлений, но и к высшему признанию, которое может иметь научная работа, – ее вхождению в университетские и школьные учебники.

После этого открытия был начат поиск колебательных биологических реакций, что представлялось особенно важным в связи с проблемой «биологических часов» [12; 13], и получили большое развитие исследования биохимических и химических колебательных процессов [14–16]. Однако объяснить наблюдавшийся разброс результатов проявлением сложнопериодических кинетических процессов не удалось – разброс результатов одинаковых последовательных измерений не имел явной периодичности.

Для объяснения наблюдаемых феноменов была предложена модель «конформационных колебаний» и высказано предположение, что наблюдаемые флуктуации обусловлены синхронизацией в микрообъеме конформационных изменений макромолекул белков [3–6]. Предполагалось, что посредником, обеспечивающим синхронизацию медленных обратимых изменений (колебаний) макромолекул, является разделяющая макромолекулы среда, то есть водный раствор [4]. В этом случае наблюдаемые макроскопические изменения – колебания измеряемых характеристик растворов белков – могут зависеть от двух факторов: 1) свойств самих макромолекул, 2) свойств разделяющего их раствора. Основным свойством, необходимым для проявления «конформационных колебаний» [3], считалось существование нескольких

равновероятных дискретных конформаций макромолекул. Также предполагалось наличие особой структуры макромолекул [4; 17–18].

Исходя из предположения об определяющей роли водной среды в обсуждаемом феномене были проведены детальные исследования зависимости амплитуды наблюдаемых флуктуаций от температуры, рН, концентрации солей (ионной силы), изотопного состава воды, ионов тяжелых металлов, мочевины, органических растворителей, освещения. Особенно детально была исследована зависимость амплитуды флуктуаций от концентрации различных алифатических спиртов – членов гомологического ряда – от метанола до октанола. Все работы, выполненные до 1969 г., суммированы в [6; 19], после 1970 – в [19–20]. Полученные при этом результаты подтверждали предположения о существенности вклада растворителя – состояния водной среды – в амплитуду наблюдаемых флуктуаций [20; 5].

Определяющая роль воды в наблюдаемых в растворах белков флуктуациях стала особенно правдоподобной после обнаружения аналогичных явлений в сильно разбавленных водных растворах креатинкиназы [21–23]. В опытах с растворами креатинкиназы глобулярные макромолекулы белка находятся друг от друга на расстояниях порядка 1000 ангстрем, а наблюдаемые флуктуации имеют амплитуду примерно такую же, как и в препаратах актомиозинового комплекса.

К 1980 г. стало ясно, что «конформационные колебания», «макроскопические флуктуации» – общее свойство всех исследованных белков-ферментов [19; 24–25]. Это еще раз укрепило вывод, в соответствии с которым наблюдаемый в растворах белков «разброс результатов измерений» ферментативной активности или других свойств макромолекул обусловлен флуктуациями свойств водного раствора, а макромолекулы белка являются лишь индикаторами. Макроскопические флуктуации (МФ) свойств воды полагались следствием ее полиморфности, когда различные кристаллические структуры практически равновероятны и состояние всей системы определяется флуктуациями, появлением зародышей – затравок разных кристаллических форм и распространением «волны структурной перестройки» по макрообъему раствора [4]. Молекулы белка делают, согласно этой гипотезе, переходы воды из одного состояния в другое не только наблюдаемыми, но и более частыми.

Но, после того как макроскопические флуктуации были обнаружены при исследовании реакции аскорбиновой кислоты с дихлорфенолиндофенолом (АК+ДХФИФ) в 30% растворе этанола, представление об определяющей роли воды было пересмотрено. Необходимо отметить, что большая амплитуда наблюдаемых флуктуаций отмечалась только в растворах нативного белка. При проведении тех же измерений после предварительной денатурации белков или после внесения в раствор «затравки» она резко уменьшалась.

Особо показательны здесь опыты с затравкой [5]. В этих опытах колебания свойств белков мышц прекращались при смешивании порций белковых растворов с раствором АТФ. Происходила «фиксация» состояния, застигнутого в момент такого смешивания. Эти фиксированные состояния отличались по ферментативной активности или по концентрации титруемых SH-групп в

разных пробах. Эффект затравки проявлялся при добавлении малой части раствора такого фиксированного белка к основному объему раствора, в котором после этого прекращались колебания (флуктуации): последовательно отбираемые из этого объема пробы имели одну и ту же (с точностью метода) ферментативную активность или титр SH-групп. Для разных затравок величины ферментативной активности или титра SH-групп, на которых «успокаивались» колебания, были соответственно разными.

С одной стороны, эти опыты были дополнительным свидетельством неметодических причин флуктуаций свойств белка: при «прочих равных условиях» – без затравки «разброс результатов» – среднеквадратичная амплитуда – составляли 20%, с затравкой 2–5%. С другой стороны, они подтверждали основную идею – действительно, весь макрообъем раствора белка фиксировался («кристаллизовался») то в одном, то в другом (соответственно разным затравкам) состоянии.

Одним из свойств исследуемого феномена «конформационных колебаний» была синхронность изменения измеряемых параметров во всем исследуемом объеме раствора. Первые опыты в этом направлении, обнаружившие синфазность изменений ферментативной активности белка в трех различных сосудах, были проведены в 1960 г. [5]. В опытах 1963 г. было показано, что при одновременном отборе равных порций из четырех-шести точек объема раствора актина или актомиозина наблюдаются синхронные изменения титра SH-групп или АТФ-азной активности во всем исследуемом объеме препарата [3; 5]. Конформационные колебания также были обнаружены Е.П. Четвериковой в опытах с креатинкиназой [21-23]. После этого исследовались реакции в растворах различных ферментов (креатинкиназа, пируваткиназа, щелочная фосфатаза, лактатдегидрогеназа, ацетилхолинэстераза, трипсин), приведшие к убеждению, что конформационные колебания – свойство всех белков [18]. Пример синхронности показали также опыты на кроликах, в которых, после введения раствора радиоактивного фосфата в кровоток животных и после синхронных отборов одинаковых порций крови, наблюдались синхронные колебания концентрации фосфата [26]. Необходимо отметить, что синхронность колебаний измеряемых параметров не пропадала также при временном охлаждении части проб, хотя фаза колебаний такой охлажденной части изменялась относительно неохлажденной части [3].

Наблюдаемая синхронность колебаний измеряемых параметров в отдельных сосудах, сохраняющаяся без прямого взаимодействия в течение продолжительного времени, привела к тому, что постепенно начало формироваться представление, что наблюдаемый феномен может быть связан не с внутренними свойствами системы. Из этих опытов следовало, что «конформационные колебания» зависят от какой-то «внешней силы». Но, тем не менее, в то время причина наблюдаемых явлений искалась в непосредственном взаимодействии молекул белков [27].

Уже в опытах 1955–1957 гг. было замечено, что в исследованных препаратах белков актомиозинового комплекса реализуются не все величины ферментативной активности, соответствующие области разброса результатов

измерений. Некоторые величины оказывались более вероятными, чем другие, некоторые вообще не наблюдались. Создавалось впечатление, что в ходе флуктуаций весь препарат переходит из одного дискретного состояния в другое, что есть «запрещенные» значения величины ферментативной активности и титра SH-групп. Все это имело вид «макроскопического квантования» и, естественно, казалось весьма странным. Основания для того, чтобы не считать указанную дискретность формы гистограмм лишь результатом «игры случая», было «очевидное» сходство их формы в последовательных опытах на одном и том же и даже различных препаратах.

В 1961 г. в работе [7] были связаны последовательные от опыта к опыту изменения формы гистограммы при измерениях АТФ-азной активности и постепенное старение препарата. Наблюдалось «вырождение» спектров дискретных состояний препаратов. В свежих препаратах белков удавалось выявить 5–7 дискретных величин ферментативной активности, а через 2–3 недели хранения препарата в холодильнике оставалось одно состояние, и гистограммы приобретали форму узкого пика – нормального распределения.

Однако в дальнейшем, в 1979 г., в опытах на растворах креатинкиназы от этой простой картины пришлось отказаться. Форма высокоразрешенных дискретных гистограмм результатов измерений ферментативной активности креатинкиназы при длительном хранении в общем случае изменялась вне связи с возрастом препарата. Число дискретных состояний и их выраженность («вес») то возрастали, то уменьшались без явной связи с состоянием самого препарата. Отсюда следовал вывод, в соответствии с которым вид спектра реализуемых состояний, форма соответствующих гистограмм и в самом деле определяется не столько состоянием молекул белка, сколько состоянием водного раствора, подвергающегося каким-то внешним влияниям.

В опытах 1976–1980 гг. в растворах самых разнообразных ферментов (пируваткиназы, гексокиназы, ацетилхолинэстеразы, щелочной фосфатазы, трипсина, лактатдегидрогеназы) наблюдались МФ с дискретными гистограммами характерной формы [19; 24–25]. Форма гистограмм в близких по времени опытах на разных белках (например, на гексокиназе и креатинкиназе) оказывалась сходной. В то же время в опытах на одном и том же препарате в разные дни получали гистограммы различной формы. Все это представлялось убедительным подтверждением вывода об «индикаторной» роли молекул белков, лишь «отслеживающих» флуктуации состояния воды в растворах. Данный вывод приобрел особую значимость, когда было показано, что «индикаторные» свойства теряются после денатурации белков. Такие опыты были проведены при измерениях МФ титра SH-групп в растворах актина (1963 г.) и креатинкиназы (1978–1979 гг.) [19; 28]. После предварительной денатурации резко уменьшался «разброс результатов» – амплитуда МФ становилась равной чисто методической ошибке: 1–2%.

Таким образом, можно было полагать, что именно нативные молекулы белков являются тонкими индикаторами «структурных особенностей воды».

Однако в 1979–1980 гг. были обнаружены типичные МФ в безбелковых водных растворах при измерении скорости реакции аскорбиновой кислоты (АК) с дихлорфенолиндофенолом (ДХФИФ) [19; 28].

В поисках «контроля», где не наблюдаются МФ, были получены гистограммы при измерениях процессов различной природы: электрофоретической подвижности клеток или частиц латекса, времени поперечной релаксации протонов воды  $T_2$ , разрядов в неоновой лампе в схеме РС-генератора, изменений спектральной чувствительности глаза [29]. С той же целью в 1980 г. в качестве контроля – примера заведомо случайного процесса с нормальным распределением результатов измерений – был взят процесс радиоактивного распада. Однако в опыте 27.12.1980 г. при измерениях двумя независимыми счетчиками двух препаратов  $^{14}\text{C}$  были получены сходные в деталях сложные гистограммы [28–30].

В марте 1982 г. были начаты ежедневные синхронные измерения интенсивности радиоактивного распада  $^{14}\text{C}$  и скорости реакции АК и ДХФИФ в двух лабораториях, находящихся на расстоянии около 200 м друг от друга. Гистограммы результатов этих синхронных измерений оказались сходными по форме. Аналогичные результаты – сходство форм гистограмм – были получены в [29]. В 1984 г. было показано, что сходные по форме гистограммы получаются при синхронных измерениях интенсивности  $\alpha$ -распада  $^{239}\text{Pu}$  и  $\beta$ -распада  $^{14}\text{C}$  и скорости реакции АК и ДХФИФ. При этом расстояние между лабораториями составляло около 100 км.

Стимулом для постановки первых опытов по измерениям в разных географических пунктах явилось предложение В.Е. Жвирблиса провести с ним синхронные измерения: флуктуаций при настройке визуального поляриметра в Москве и флуктуаций ферментативной, креатинкиназной активности в г. Пущино. Результаты этих опытов в апреле-мае 1978 г. показали сходство гистограмм, получаемых в одно и то же время при измерении разных процессов и при расстоянии между лабораториями более 100 км [29; 32–33]. Результаты этих опытов были восприняты «скептически» и поэтому даже не были полностью проанализированы. Следующий шаг был сделан осенью 1979 г. – были произведены измерения радиоактивности в Москве – в изотопной лаборатории корпуса А МГУ (впоследствии ин-та им. А.Н. Белозерского) и скорости химической реакции (аскорбиновой кислоты с дихлорфенолиндофенолом) – в Пущино. Также было обнаружено сходство гистограмм. Но, несмотря на это, до декабря 1980 г. эти опыты больше не ставили ввиду «смущения». Систематическая работа началась лишь в феврале 1980 г. – одновременные измерения разных процессов в Пущино и измерения  $\alpha$ -активности в МИФИ (Н.Б. Хохлов, М.П. Шарапов). Эти синхронные опыты (около 30) продолжались до июня и показали высокую вероятность сходства гистограмм в процессах разной природы в одно и то же время в этих опытах [28–29; 34].

Наиболее демонстративно «глобальность» изучаемого феномена проявилась при одновременных измерениях скорости реакции АК и ДХФИФ в Пущино и амплитуд колебаний в реакции Белоусова–Жаботинского в Томске (измерения Л.П. Агуловой). Были получены сходные по форме

дискретные гистограммы при расстояниях между лабораториями около 3500 км [28; 30]. При этом последовательно получаемые гистограммы часто сильно различались по форме. Таким образом, форма гистограмм, соответствующих различным процессам, изменяется одновременно. Это может быть объяснено общей, внешней по отношению ко всем изучаемым процессам причиной, действующей к тому же на расстояниях в сотни и тысячи километров [31].

Ниже дан краткий обзор феноменологии эффекта макроскопических флуктуаций. Все результаты, представленные во втором разделе, были получены с использованием флуктуаций скорости альфа-распада в качестве источника флуктуаций и попарного экспертного сравнения гистограмм в качестве метода обработки экспериментальных данных.

## **2. Основные свойства феномена макроскопических флуктуаций**

В настоящем разделе мы рассматриваем работы, которые были выполнены в период приблизительно с 1980 по 2004 г. Практически все рассмотренные ниже результаты были получены с использованием метода попарного сравнения формы гистограмм, который подробно рассмотрен в [35]. Кратко данный метод состоит в следующем. Временной ряд флуктуаций разбивается на непересекающиеся короткие (30–60 точек) отрезки, на основе которых строятся гистограммы, которые затем сглаживаются несколько раз с помощью процедуры скользящего среднего. То есть временной ряд преобразуется в последовательность гистограмм. После этого каждая гистограмма в последовательности попарно сравнивается экспертом со всеми остальными. Если при этом формы у сравниваемой пары гистограмм подобны, то интервал времени, разделяющий данную пару во временном ряду, входит в результирующее распределение с весом, равным единице, в противном случае – с весом равным нулю. Также в процессе попарного сравнения допускаются линейные преобразования гистограмм, не изменяющие их форму: сдвиги, растяжения или сжатия и зеркальные отражения.

Построение распределения интервалов, завершая процесс обработки экспериментальных данных, является основой дальнейшего анализа, в процессе которого были получены основные свойства феномена макроскопических флуктуаций, кратко рассмотренные ниже.

### ***Эффект ближней зоны***

Этот эффект состоит в достоверно более высокой вероятности появления сходных гистограмм в ближайших (соседних) не перекрывающихся интервалах рядов результатов измерений. На рис. 1 показан типичный пример проявления эффекта ближней зоны: более высокая вероятность подобия соседних гистограмм приводит к появлению пика в первом интервале. Из «эффекта ближней зоны» естественно следует понятие «время жизни» данной идеи формы [34; 36].

Специальные исследования эффекта ближней зоны показали сходство спектральных характеристик эффекта ближней зоны и параметров солнечного ветра. На основе временных рядов флуктуаций скорости альфа-распада, измеренных в Пушино и в Антарктиде, было найдено, что все основные периоды в спектре эффекта ближней зоны ок. 85 ч (3,5 сут), 105 ч (4,5 сут), 165 ч (6,8 сут), 330 ч (13,5 сут) совпадают с периодами, представленными в спектрах вертикальной компоненты межпланетного магнитного поля ( $B_z$ ), скорости и плотности солнечного ветра и значений Dst-вариации, и не совпадают с периодами в спектрах радиальной составляющей и модуля полного вектора межпланетного магнитного поля [37].

### ***Универсальность феномена макроскопических флуктуаций***

Универсальность феномена макроскопических флуктуаций заключается в том, что все основные феномены не зависят от качественной природы процесса, использованного для получения исходного экспериментального материала – временных рядов флуктуаций в процессах различной природы. Кроме уже перечисленных выше биологических и химических реакций можно привести также примеры физических процессов, для которых было установлено существование феномена макроскопических флуктуаций: измерения радиоактивности всех основных видов:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -, К-захвата, при самых разных методах измерений – счетчиками Гейгера, сцинтилляционными счетчиками, полупроводниковыми детекторами; измерения движения частиц латекса в электрическом поле; измерения времени релаксации  $t_2$  протонов воды в переменном магнитном поле; измерения времени ожидания разряда неоновой лампы; измерения параметров колебаний в колебательной химической реакции Б.П. Белоусова; измерения флуктуаций темнового тока в фотоумножителях; измерения шумов в гравиградиентной антенне «Улитка»; измерения потока нейтронов из земной коры; измерения шумов в полупроводниковых шумовых генераторах [29; 30; 34; 36].

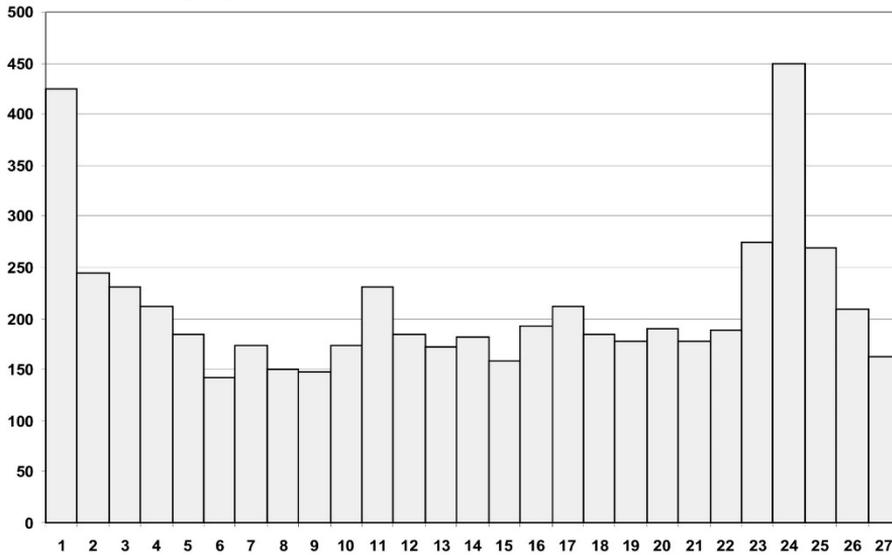
Сходство гистограмм при исследовании процессов, в которых диапазоны превращаемой энергии отличаются на десятки порядков (энергия  $\alpha$ -распада и шумов в гравитационной антенне – различие около 40 порядков), по мнению С.Э. Шноля, позволяло заключить, что фактор, определяющий их подобие, – неэнергетической природы. Ввиду принципиального различия природы процессов и методов их измерений такое сходство также означает весьма общую природу фактора, определяющего форму гистограмм [34; 36].

### ***Периодичность проявления феномена макроскопических флуктуаций***

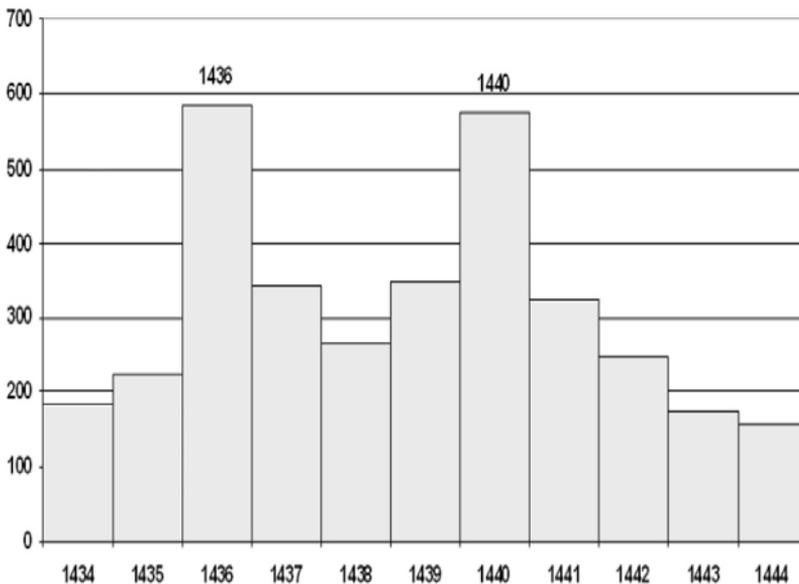
Важным свидетельством неслучайности формы гистограмм являются их закономерные изменения во времени. Эти закономерности проявляются в следующем:

1) наличии суточных периодов изменения вероятности реализации гистограмм данной формы (рис. 1). Переход от часовых гистограмм (см.

рис. 1) к гистограммам длительностью 1 мин приводит к расщеплению суточного периода, заключающегося в существовании хорошо разрешимых «звездного» (1436 минут) и «солнечного» (1440 минут) суточных периодов (рис. 2). Наличие этих периодов означает зависимость формы гистограмм от вращения Земли вокруг своей оси. При этом экспозиция относительно картины звездного неба и экспозиция относительно Солнца определяют форму гистограмм независимо [38].



**Рис. 1. Иллюстрация эффекта ближней зоны и суточного периода: 1-часовые гистограммы, построенные по 60 1-минутным измерениям активности <sup>239</sup>Pu. Видно, что наиболее вероятна повторная реализация гистограмм сходной формы в ближайший соседний интервал времени и через 24 ч [34]**



**Рис. 2. «Расщепление» 24-часового пика при использовании 1-минутным гистограмм, построенным по 60 1-секундным измерениям активности <sup>239</sup>Pu. Ось X – интервал времени, между парой гистограмм в минутах; ось Y – число пар гистограмм, найденных подобными**

2) наличии около 27 суточных периодов изменения вероятности реализации гистограмм данной формы. Эти периоды можно считать признаком зависимости формы гистограмм от экспозиции относительно ближайших небесных тел – Солнца, Луны и, возможно, планет [39];

3) наличии годовых периодов, проявляющихся в высокой вероятности реализации сходных гистограмм через годы; в существовании хорошо разрешимых «календарного» (365 солнечных суток) и «звездного» (сидерического: 365 солнечных суток плюс 6 ч и 9 мин) годовых периодов [40].

Все вышеперечисленные периоды, очевидно, означают зависимость формы гистограмм от 1) вращения Земли вокруг своей оси и от 2) движения Земли по околосолнечной орбите.

### *Эффект местного времени*

Зависимость формы гистограмм от вращения Земли вокруг своей оси большой четкостью проявляется также в эффекте местного времени – высокой вероятности появления пар сходных гистограмм в разных географических пунктах в одно и то же местное (долготное) время. Поправка на разницу местного времени первый раз была сделана при сравнении гистограмм при измерениях в Пушино и в Ленинграде (А. Сунгуров,  $^3\text{H}$ -бета-активность) в 1984 г. [28, 30]. Однако более тщательно «эффект местного времени» был исследован только при переходе от часовых гистограмм к одноминутным. Это произошло после создания И.А. Рубинштейном высокостабильных устройств для измерений  $\alpha$ -активности в 2000 г. В процессе сравнения гистограмм, полученных при измерениях на корабле в Арктической экспедиции (С.Н. Шаповалов) и в Пушино, была обнаружена высокая синхронность по местному времени при расстоянии между «лабораториями» в несколько тысяч километров и разности местного времени в 9 часов [41]. Затем этот эффект был показан при измерениях в Антарктике и Пушино; в Германии (Линдау) и Пушино; в Германии (район Дюссельдорфа) и в Москве; в США (г. Каламбус) и в Пушино, в Испании (г. Валенсия) и в Пушино [34; 36; 41].

На рис. 3 в качестве примера приведены два распределения интервалов, построенные на основе рядов флуктуаций скорости  $\alpha$ -распада  $^{239}\text{Pu}$ , измеренных 1.03.2003 в Пушино (54°50' с.ш., 37°38' в.д.) и на станции Новолазаревская в Антарктиде (70°02' ю.ш., 11°35' в.д.). Расстояние между точками измерений около 14 500 км и разность местного времени – 103 мин. В левой части рис. 3 приведено распределение интервалов, показывающее синхронность появления сходных пар гистограмм по абсолютному времени, в правой части рис. 3 – по местному времени. Видно, что синхронность по местному времени выражена значительно более ярко [34; 36; 41].

Интенсивные исследования эффекта местного времени, проводимые в 1985–2004 гг., показали, что данный эффект существует для расстояний между местами проведения измерений от сотен километров до практически максимально возможных на Земле расстояний (ок. 15 000 км). Эти результаты

были получены в основном с использованием в качестве исходного экспериментального материала флуктуаций скорости  $\alpha$ -распада.

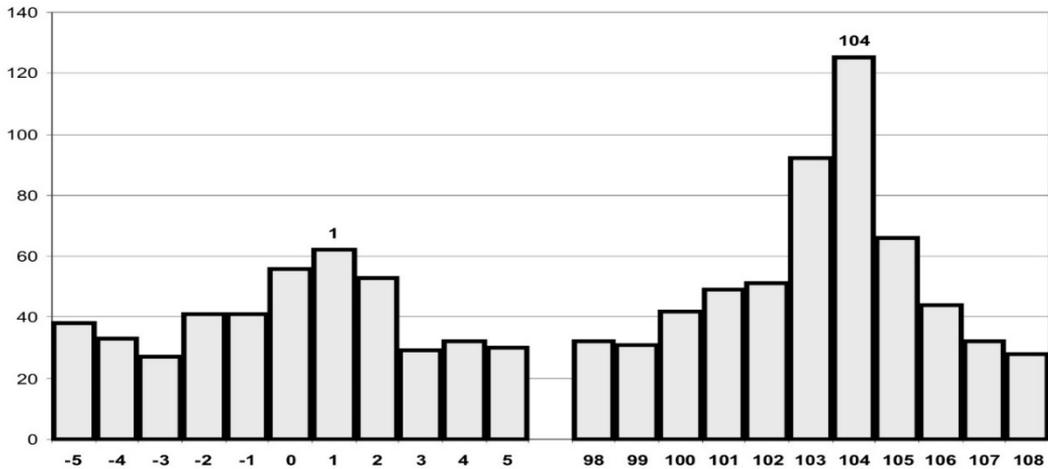


Рис. 3. Синхронность по абсолютному (слева) и местному (справа) времени. Ось X – интервал между парами подобных гистограмм, мин; ось Y – число сходных пар, отобранных экспертом

### Зависимость результатов измерений от направления в пространстве

В 2001–2004 гг. были проведены исследования зависимости формы гистограмм, получаемых при обработке результатов измерений флуктуаций скорости  $\alpha$ -распада образцов  $^{239}\text{Pu}$ , от направления вылета  $\alpha$ -частиц. Измерения осуществляли приборами, в которых полупроводниковые детекторы были установлены после коллиматоров, позволявших считать число альфа-частиц, вылетающих при радиоактивном распаде в определенном направлении. При этом были получены следующие результаты.

**Неподвижный коллиматор, направленный на Полярную звезду.** Для гистограмм, построенных по результатам подсчета  $\alpha$ -частиц, вылетающих при радиоактивном распаде на Север (в направлении на Полярную звезду), околосоуточные периоды не наблюдаются и эффекта ближней зоны нет. Эти измерения осуществлялись в Пущино под  $54^\circ$  град. с.ш., а эффект аналогичен ожидавшемуся под  $90^\circ$  град. с.ш. – на северном полюсе. Это означает зависимость формы гистограмм от направления в пространстве. Такая зависимость, в свою очередь, влечет за собой вывод об анизотропии пространства [42].

**Опыты с неподвижными коллиматорами, направленными на восток и на запад.** Вывод об анизотропии пространства был подкреплён одновременными измерениями с двумя коллиматорами – одним, направленным на восток, и другим, направленным на запад. В этих опытах было получено два важных эффекта:

1) гистограммы, регистрируемые при измерениях с «восточным» коллиматором, с высокой вероятностью реализуются при измерениях с «западным» коллиматором на 718 мин позже, то есть через половину «звездных» суток;

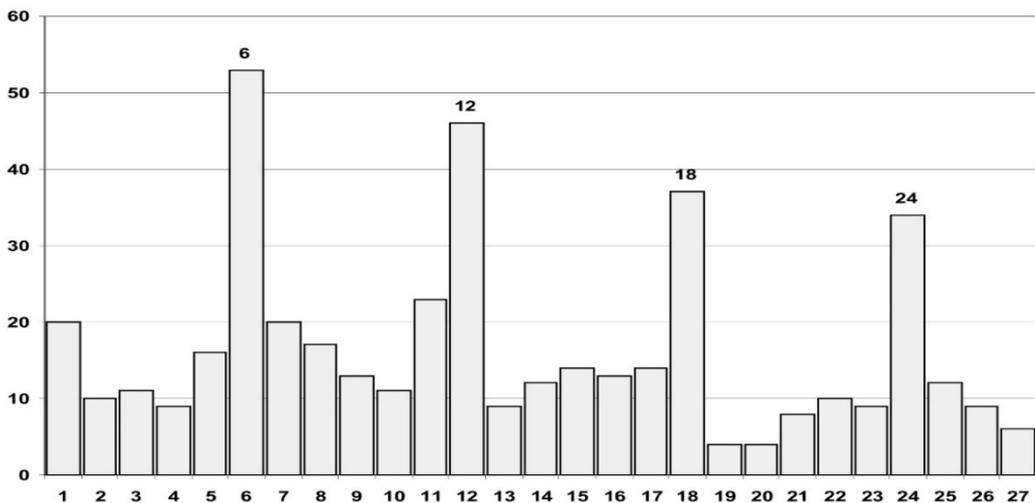
2) при измерениях с «восточным» и «западным» коллиматорами одновременно сходные гистограммы не наблюдаются.

В опытах без коллиматоров, при измерениях в одном и том же месте, сходные гистограммы с высокой вероятностью наблюдаются в одно и то же время. Этой синхронности нет при одновременных измерениях числа  $\alpha$ -частиц, вылетающих через коллиматоры в разных направлениях.

Данные результаты согласуются с представлениями об анизотропии пространства, то есть о зависимости формы гистограмм от направления вылета  $\alpha$ -частиц [43].

**Опыты с вращаемыми коллиматорами.** Естественным развитием отмеченных выше исследований были опыты с вращением коллиматоров [43].

1. При вращении коллиматора против часовой стрелки (в направлении вращения Земли) сканирование небесной сферы производится с периодами, кратными числу оборотов коллиматора в сутки плюс 1 оборот, совершаемый самой Землей. Было проведено исследование зависимости вероятности появления сходных гистограмм от числа оборотов в сутки вращаемого коллиматора. Было получено, что вероятность появления гистограмм данной формы резко возрастает с периодами, равными 1440 минутам, деленным на число оборотов коллиматора плюс 1. Измеряли периоды при 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11 и 23 оборотах коллиматора в сутки. И нашли, соответственно, периоды равные 12, 8, 6 и т.д. часам. При 1-минутном разрешении эти периоды, расщепились на два экстремума каждый – «звездный» и «солнечный». Эти результаты означали, что форма гистограмм действительно определяется направлением вылета  $\alpha$ -частиц [43]. Пример 6-часовых периодов, полученных при трех оборотах против часовой стрелки для последовательности 1-часовых гистограмм, показан на рис. 4.



**Рис. 4.** Распределение интервалов между парами 60-минутных гистограмм, построенное на основе измерений флуктуаций скорости  $\alpha$ -распада с использованием коллимированного источника  $^{239}\text{Pu}$ , совершающего 3 оборота против часовой стрелки, плюс один оборот самой Земли – всего 4 оборота в сутки, то есть «обзор неба» за 6 часов. Видны четкие 6-часовые периоды. Ось X – 1-часовые интервалы, Y – число схожих пар гистограмм [43]

2. При вращении коллиматора, совершающего 1 оборот в сутки по часовой стрелке, произошла компенсация вращения Земли –  $\alpha$ -частицы все время вылетали в направлении к одному и тому же участку небесной сферы – и, соответственно, исчезли суточные периоды. Этот результат оказался полностью аналогичным результатам измерений вблизи Северного полюса и измерений с неподвижным коллиматором, направленным на Полярную звезду [43].

3. При вращении 1 оборот в сутки по часовой стрелке коллиматора, расположенного в плоскости эклиптики и направленного на Солнце,  $\alpha$ -частицы все время вылетают в направлении на Солнце. При этом, как и ожидалось, исчезли околосуточные периоды – и солнечный и звездный.

### ***Выделенные формы гистограмм***

Все представленные выше результаты имеют вероятностный характер и были получены в результате десятков тысяч попарных сравнений гистограмм. Совершенно иначе обстоит дело с поиском характерных форм гистограмм. В этих случаях смотрится форма гистограмм в заранее рассчитанный момент. При этом было обнаружено, что для этих моментов – практически одновременно – на разных долготах и широтах, по всей Земле, появляются гистограммы характерной, специфической формы. Эти характерные гистограммы соответствуют отрезку временного ряда длиной всего 0,5 – 1 мин [44].

### ***Зеркальная симметрия гистограмм***

Весьма часто (до 30% случаев) форма последовательных гистограмм зеркально симметрична – есть правые и левые формы. В данном случае речь может идти об очень сложных формах [34; 36].

Суммируя вышеприведенный обзор экспериментальных результатов, можно сделать вывод, что существует изменяющееся во времени, внешнее по отношению к измеряемой системе воздействие, определяющее в каждый данный момент спектр амплитуд флуктуаций (формы соответствующих гистограмм) в ходе процессов различной природы [28; 30; 34; 36]. При этом найденные периоды этого воздействия, его глобальный, планетарный характер позволяют говорить о его космофизической природе.

## **3. Исследования эффекта местного времени на малых пространственно-временных масштабах**

Как отмечалось, эффект местного времени состоит в повышенной вероятности подобию формы для пар гистограмм, разделенных интервалом, равным разности местного времени для мест проведения измерений [45–46].

Идею организации эксперимента по исследованию эффекта местного времени дает рис. 5. Здесь 1 и 2 – источники флуктуаций, фиксированные на расстоянии  $L$  друг от друга и движущиеся с некоторой скоростью  $V$ , так,

чтобы линия, соединяющая источники флуктуаций, была коллинеарна вектору скорости измерительной системы. При этом через время  $\Delta t$ , равное  $\Delta t = L / V$  источник флуктуаций  $1$  попадет в то же место пространства, где до этого находился источник  $2$ . На рис. 5 эти новые положения показаны как  $1'$  и  $2'$ . Как оказалось, и в этом состоит главное содержание эффекта местного времени, одинаковые пространственные положения обуславливают подобие формы гистограмм, разделенных интервалом времени  $\Delta t$ , что выражается появлением пика на результирующем распределении интервалов.

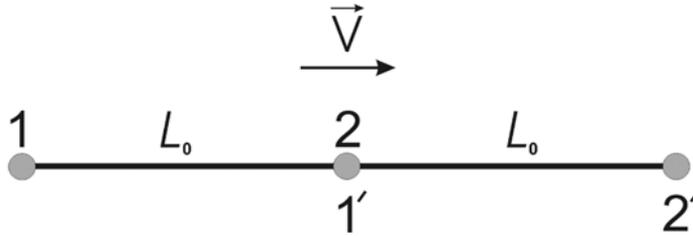


Рис. 5. Иллюстрация возникновения эффекта местного времени

Дальнейшие экспериментальные исследования феномена макроскопических флуктуаций связаны с изучением эффекта местного времени с использованием полупроводниковых источников флуктуаций, которые позволили на несколько порядков увеличить временное разрешение метода исследований [45–53]. Благодаря этому удалось показать существование указанного эффекта вплоть до расстояний порядка одного метра. Такое пространственно-временное разрешение позволило провести лабораторные исследования, недоступные ранее, когда в качестве основного источника флуктуаций использовался процесс радиоактивного распада. В ходе этих исследований был обнаружен ряд новых феноменов, к которым можно отнести следующие:

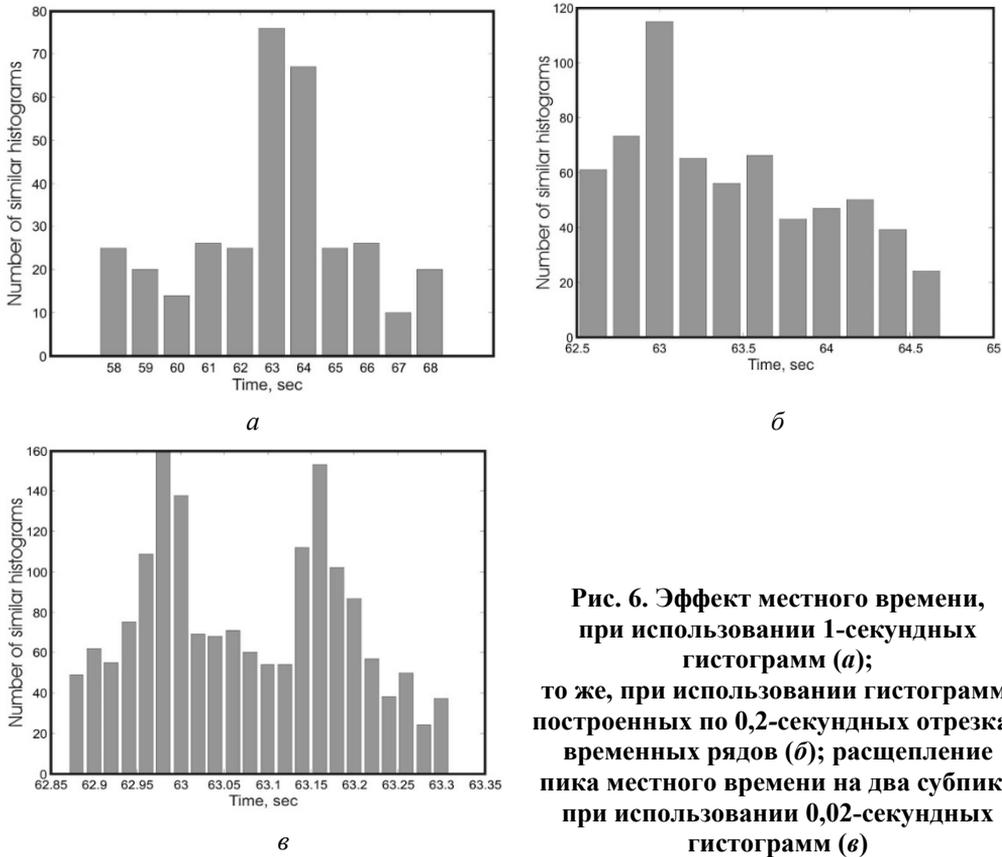
- 1) фрактальная структура пика местного времени [45–48];
- 2) зависимость выраженности эффекта местного времени от пространственных направлений [49–51];
- 3) возможность наблюдения эффекта местного времени для случая движущихся источников флуктуаций [52].

Ниже дано краткое описание перечисленных феноменов.

### ***Фрактальная структура пика местного времени***

Впервые фрактальная структура пика местного времени была обнаружена в ходе пространственно-разнесенных измерений в г. Пущино и пос. Большевик, долготная разность расстояний, между которыми равна 15 км, а соответствующая разность местного времени – 62,7 с. Представленное на рис. 6а распределение интервалов было получено в результате экспертного сравнения последовательностей 1-секундных гистограмм. Как можно видеть, распределению присущ четкий пик, соответствующий временному интервалу между гистограммами, равному 63 с. С учетом точности синхронизации момента начала измерений (0,1–0,2 с), и длительности

используемых гистограмм можно считать, что данный пик с хорошей точностью соответствует разности местного времени  $\Delta t = 62,7$  с между г. Пушино и пос. Большевик.



**Рис. 6. Эффект местного времени, при использовании 1-секундных гистограмм (а); то же, при использовании гистограмм, построенных по 0,2-секундных отрезках временных рядов (б); расщепление пика местного времени на два субпика при использовании 0,02-секундных гистограмм (в)**

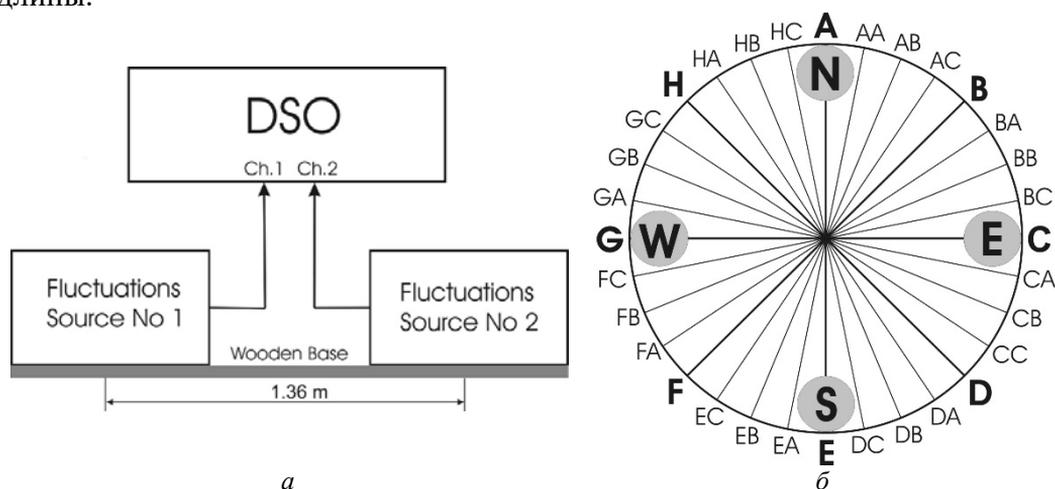
Переход к гистограммам длительностью 0,2 с (рис. 6б), увеличив на порядок временное разрешение, не привел к картине, качественно отличающейся от рис. 6а. Но использование 0,02 с гистограмм обнаружило расщепление пика местного времени на два субпика: 62,98 с и 63,16 с. При этом отношение величины расщепления  $\Delta t' = 0,18$  с к величине местного времени  $\Delta t = 62,7$  с практически совпадает с отношением величины «расщепления» суточного периода (4 мин – разность между длительностью солнечных и звездных суток) к длительности солнечных суток (1440 мин):  $k = 4/1440 \approx 2,78 \cdot 10^{-3}$ , что может указывать на общую причину, обуславливающую эти два феномена.

Так как величина  $\Delta t'$  равна  $\Delta t' = k\Delta t$ , то было высказано предположение о возможности расщеплений высших порядков, в частности второго:  $\Delta t'' = k\Delta t' = k^2\Delta t$ . Данное предположение было подтверждено в ходе синхронных пространственно-разнесенных измерений г. Пушино – г. Ростов-на-Дону [46], а также при исследовании расщеплений суточного периода [48]. В обоих экспериментах [46; 48] было обнаружено расщепление второго порядка.

Необходимо отметить, что расщепление первого порядка наблюдалось также в опытах с вращением коллиматоров, вырезающих коллинеарные пучки  $\alpha$ -частиц, вылетающих при радиоактивном распаде. При вращении коллиматоров против часовой стрелки – имитации суточного вращения Земли – также наблюдалось расщепление на «звездный» и «солнечный» периоды, длительность которых определялась числом оборотов коллиматора в сутках [43].

***Азимутальная выраженность эффекта местного времени для неподвижных источников флуктуаций***

На рис. 7а представлена схема экспериментальной установки, использовавшейся для исследования выраженности эффекта местного времени в зависимости от направлений в пространстве. Установка состояла из пары источников флуктуаций, жестко фиксированных на деревянном основании на расстоянии 1,36 м друг от друга. Основание могло ориентироваться в любом, требуемом направлении. Аналоговый сигнал с выхода каждого источника оцифровывался при помощи цифрового запоминающего осциллографа, объем памяти которого был достаточен для получения записи необходимой длины.



**Рис. 7. Схема эксперимента (а) и диаграмма исследуемых пространственных направлений (б)**

Под направлением в пространстве понимается линия, проходящая через источники флуктуаций. Диаграмма пространственных направлений, исследованных в эксперименте, показана на рис. 7б. Буквами обозначены положения источника флуктуаций № 1. Буквы N, S, W и E показывают ориентацию по сторонам света.

После того как деревянное основание с источниками флуктуаций устанавливалось в необходимом пространственном направлении, производилась синхронная по обоим каналам регистрация временных рядов флуктуаций. В каждом эксперименте, как следует из рис. 7б, производилось 32 синхронные регистрации, на основе которых строились 32 распределения интервалов.

Обычно считается, что величина эффекта местного времени пропорциональна разности географических долгот мест измерений и не зависит от разности их широт. Это утверждение было подтверждено всей совокупностью ранее проведенных экспериментов. Поэтому, ожидалось, что для направлений NS величина эффекта местного времени будет нулевой, в то время как для направлений EW – максимальной. При этом величина эффекта должна плавно увеличиваться от нуля (AE–NS), плавно возрастая по ходу направлений AA-EA, AB-EB, AC-EC, ..., BB-FB, BC-FC, достигая максимального значения для CG-EW.

Выполненные эксперименты показали, что для направлений «север-юг» и «восток-запад», действительно, получены результаты, которые количественно совпадают с расчетными. В то же время для диагональных направлений полученные распределения интервалов, как оказалось, имеют очень сложную полиэкстремальную структуру, не позволяющую говорить о какой-либо величине местного времени [49-51].

Такая сложная структура диагональных распределений долгое время оставалась непонятной. Для ее выяснения были поставлены опыты с движущимися источниками флуктуаций, которые приведены ниже.

### *Эффект местного времени для движущихся источников флуктуаций*

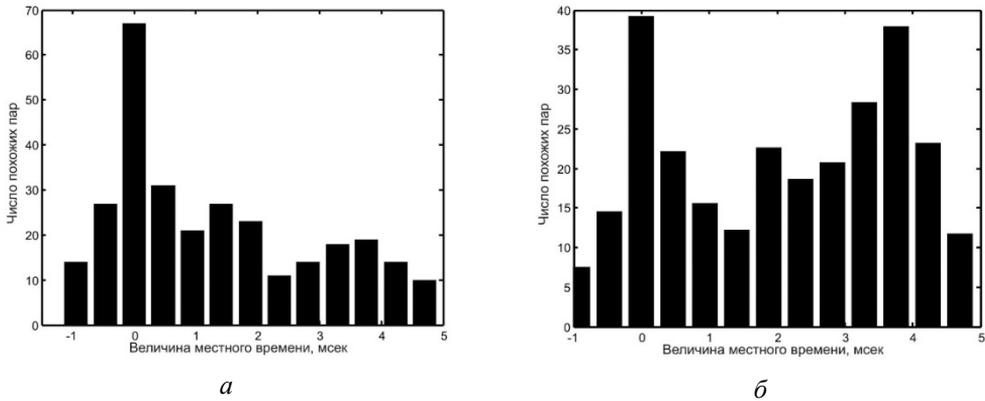
Как следует из вышеизложенного, эффект местного времени обусловлен перемещением измерительной системы за счет вращательного движения Земли. Поэтому можно предположить, что должно быть верно и обратное: измерительная система, связанная с движущимся объектом, способна зарегистрировать это движение в форме эффекта местного времени. Для проверки этого предположения были выполнены рассмотренные ниже эксперименты.

Первый эксперимент был поставлен на борту самолета А319, движущегося со средней скоростью 850 км/ч в направлении юг-север [52]. Экспериментальная установка в общих чертах повторяла показанную на рис. 7а с пространственной базой 0,75 м по ходу движения самолета, что при скорости 850 км/ч давало ожидаемую величину местного времени  $3,18 \pm 0,5$  мс.

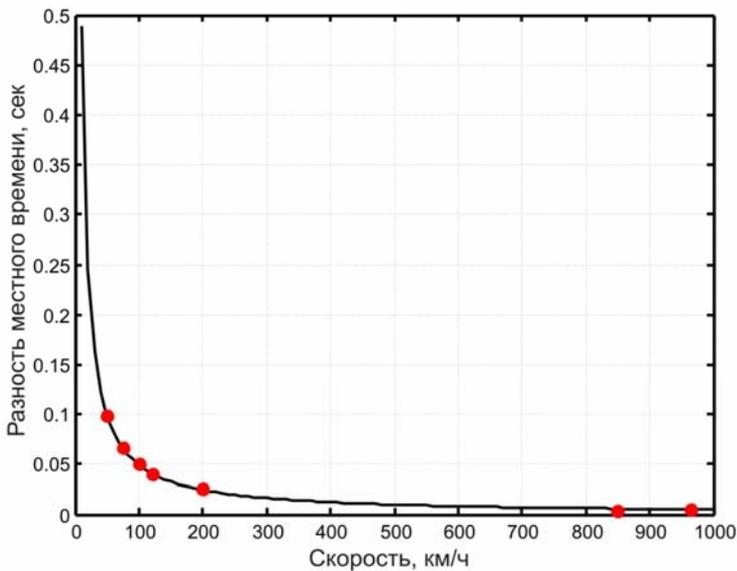
На рис. 8а приведены усредненные результаты экспертного сравнения для наземной неподвижной измерительной системы, ориентированной в точности, как и движущаяся. Результат для движущейся измерительной системы представлен на рис. 8б. Он совпадает с представленным на рис. 8а в части наличия нулевого пика, но отличается наличием пика, положение которого, с точностью до погрешностей эксперимента, совпадает с расчетной величиной разности местного времени. Измерения проводились в одно и то же время суток; обе системы одинаково ориентированы в направлении юг-север.

На рис. 9 приведен сводный график величин разности местного времени для различных значений скорости движения измерительной системы. Сплошной линией обозначена расчетная зависимость величины разности местного времени для заданного расстояния между источниками флуктуаций. Видно очень хорошее совпадение экспериментальных результатов (помечены

точками) с расчетной кривой. Полученные результаты подтверждают предположение о том, что наличие эффекта местного времени связано с перемещением измерительной системы [49–53].



**Рис. 8. Распределение интервалов для случая неподвижной (а) и движущейся измерительной системы (б)**



**Рис. 9. Величина разности местного времени в зависимости от скорости движения измерительной системы**

***Азимутальная выраженность эффекта местного времени для движущихся источников флуктуаций***

Экспериментальное доказательство возможности «искусственного» эффекта местного времени позволило исследовать азимутальную выраженность этого эффекта для движущихся источников флуктуаций и попробовать выяснить причины плохой выраженности данного эффекта для «диагональных» направлений с неподвижными источниками флуктуаций.

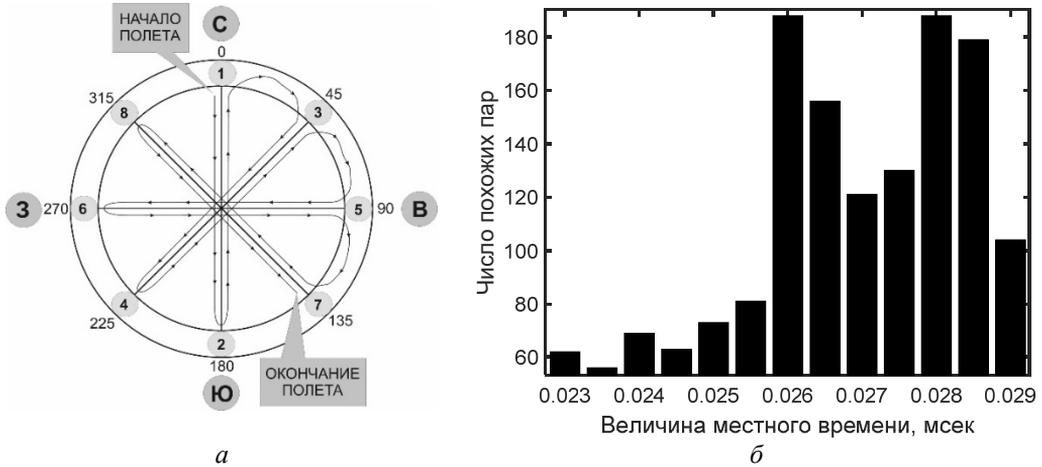


Рис. 10. Диаграмма исследуемых пространственных направлений (а);  
результатирующее распределение интервалов (б)



Рис. 11. С.Э. Шноль у самолета, на котором выполнялся эксперимент по исследованию азимутальной выраженности эффекта местного времени для движущихся источников флуктуаций

Измерения выполнялись на борту самолета Як-18Т, движущегося согласно схеме, представленной на рис. 10а. Каждый азимут проходил в двух противоположных направлениях, как показано на рис. 10а. После этого самолет выходил на новый азимут, который проходил таким же образом. Координаты самолета в пространстве и его скорость контролировались при помощи системы GPS.

Расстояние между источниками флуктуаций, по направлению движения, составляло 1,36 м, средняя скорость самолета –  $200 \pm 20$  км/ч. Следовательно,

разность местного времени за счет движения источников флуктуаций составляла величину  $0,025 \pm 0,002$  с. В ходе исследований временной ряд, полученный при частоте оцифровки 100 кГц преобразовывался в последовательность гистограмм длительностью 0,0005 с.

После процедуры попарного экспертного сравнения гистограмм были получены восемь распределений интервалов, сумма которых дала результирующее распределение интервалов, показанное на рис. 10б. С учетом разброса скорости движения самолета и точности определения положения пиков ( $\pm 0,0005$  с) пик на рис. 10б соответствует расчетной величине разности местного времени.

Особенностью полученного распределения интервалов является наличие двух четко выделенных пиков, которые можно рассматривать как расщепление пика местного времени. Величина коэффициента расщепления  $0,002/0,025 = 0,08$  отличается от коэффициента, полученного для измерений с источниками флуктуаций, неподвижно расположенных на поверхности Земли – 0,0028. Возможно, что причина такого различия нелинейно связана со скоростью движения измерительной системы [53].

Вторым, главным результатом рассматриваемого эксперимента является независимость вида полученных распределений интервалов от направления движения измерительной системы. Очевидно, выраженность эффекта местного времени на малых пространственно-временных масштабах во всех случаях зависит от угла между осью симметрии измерительной системы и вектором скорости ее движения. Образно говоря, источники флуктуаций должны идти «след в след». С увеличением угла это условие нарушается и, соответственно, наблюдается уменьшение выраженности эффекта местного времени. По нашему мнению, наиболее полное понимание описанных в настоящем разделе феноменов возможно с учетом результатов дальнейших исследований [54–57], но их анализ выходит за рамки настоящей статьи.

### Заключение

В заключение приведем (в немного сокращенном виде) оригинальный текст, присутствующий в одной из презентаций 2007 г., в котором С.Э. Шноль в самых общих чертах выражает свое видение причин, лежащих в основе описанной выше феноменологии.

#### **Картина мира, открывшаяся после 50 лет исследований:**

- *В каждый данный момент в данном географическом пункте наблюдаются сходные формы гистограмм (сходная идея формы – сходная тонкая структура), построенные по результатам независимых измерений процессов любой природы – от шумов в гравитационной антенне до альфа-распада.*

- *Поскольку эти процессы отличаются по диапазону изменений в них энергии на десятки порядков, это сходство формы гистограмм не может быть объяснено влияниями на сами эти процессы.*

- *Единственное общее для всех этих процессов – их осуществление в одном и том же пространстве-времени.*

Симон Эльевич говорит о «масштабе мира», который локально, в каждой точке пространства, «определяется совокупностью всех гравитационных полей, то есть зависит от сочетания масс в окружающем мире». Он зависит от «наличия «небесных тел» и «пустого пространства», и «...этот масштаб, эта “величина единицы” все время изменяется, флуктуирует». Такие локальные изменения «масштаба» приводят к неоднородности пространства и, как следствие, к «макроскопическим флуктуациям» результатов однотипных последовательных измерений. А так как эти флуктуации «обусловлены множеством дискретных масс в окружающем мире... они воспринимаются нами, вследствие очень большого числа причин, как случайный процесс».

Фактически утверждается, что «масштаб», влияющий на локальные свойства систем различной качественной природы и проявляющий себя в флуктуациях параметров этих систем, зависит от распределения масс во Вселенной. Это в действительности равнозначно формулировке принципа Маха: «...обусловленность локальных свойств материальных образований закономерностями и распределением всей материи мира» [58. С. 62]. Таким образом, приведенные в настоящей статье результаты могут быть рассмотрены как экспериментальные следствия принципа Маха. Этот принцип, как отмечено в [59], ведет к появлению универсальных спектров, которым посвящен ряд публикаций настоящего номера [60–62].

Проведение дальнейших исследований временных рядов флуктуаций, выполненных с использованием методов [54], кардинально отличающихся от попарного экспертного сравнения гистограмм [35], с одной стороны, подтвердило основные свойства феномена макроскопических флуктуаций, с другой – расширило и углубило феноменологию, выявляемую при исследовании флуктуаций [54–57].

## Литература

1. Шноль С.Э. О самопроизвольных синхронных переходах молекул актомиозина в растворе из одного состояния в другое // Вопросы медицинской химии. 1958. Т. 4. Вып. 6. С. 443–454.
2. Шноль С.Э., Шольц Х.Ф., Руднева О.А. Изменение адсорбционной способности белка при самопроизвольных изменениях состояния актомиозина в растворе // Вопросы медицинской химии. 1959. Т. 5. Вып. 4. С. 259–264.
3. Шноль С.Э. Синхронные конформационные колебания молекул актина, миозина и актомиозина в растворах // Молекулярная биофизика. М.: Наука, 1965. С. 56–81.
4. Шноль С.Э. Конформационные колебания макромолекул // Колебательные процессы в биологических и химических системах. М.: Наука, 1967. С. 22–41.
5. Шноль С.Э. Синхронные обратимые изменения («конформационные колебания») препаратов мышечных белков: дис. ... д.б.н. Пущино: Институт биофизики АН СССР, 1969. 307 с.
6. Shnoll S.E. Conformational oscillations in protein macromolecules // Biological and Biochemical Oscillators / ed. B. Chance. N.Y.: Acad. Press, 1973. P. 667–669.
7. Шноль С.Э., Руднева О.А., Никольская Е.Л., Ревельская Т.А. Изменение амплитуды самопроизвольных переходов препарата актомиозина из одного состояния в другое при хранении препаратов // Биофизика. 1961. Т. 6. Вып. 2. С. 165–171.

8. *Шноль С.Э., Смирнова Н.А.* Колебания концентрации сульфгидрильных групп в растворах актомиозина, актина, миозина // *Биофизика*. 1964. Т. 9. Вып. 4. С. 532-534.
9. *Белоусов Б.П.* Периодически действующая реакция и ее механизм // *Сборник рефератов по радиационной медицине за 1958 год*. М.: Медгиз, 1959. С. 145-147.
10. *Жаботинский А.М.* Периодический ход окисления малоновой кислоты в растворе (исследование кинетики реакции Белоусова) // *Биофизика*. 1964. Т. 9. С. 306-311.
11. *Шноль С.Э.* Герои, злодеи, конформисты отечественной науки. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. 720 с.
12. *Шноль С.Э.* Предисловие к русскому изданию книги «Биологические часы». М.: Мир, 1964.
13. *Шноль С.Э.* Биологические часы (краткий обзор хода исследований и современного состояния проблемы) // *Соросовский образовательный журнал*. 1996. № 7. С. 26-32.
14. *Жаботинский А.М.* Концентрационные автоколебания. М.: Наука, 1974.
15. Колебательные процессы в биологических и химических системах / под ред. Г.М. Франка. М.: Наука, 1967.
16. Труды Всесоюзного Симпозиума по колебательным процессам в биологических и химических системах. Пушино-на-Оке, 21-26 марта 1966 г. / ред. Г. М. Франк. М.: Наука, 1967.
17. *Чернавский Д.С., Хургин Ю. И., Шноль С. Э.* Об упругих деформациях белка-фермента // *Молекулярная биология*. 1967. Т. 1. С. 419-424.
18. *Шноль С.Э., Чернавский Д.С., Хургин Ю.И.* Молекула белка-фермента как механическая система // *Колебательные процессы в биологических и химических системах*. М., Наука, 1967. С. 42-50.
19. *Shnoll S.E., Kolombet V.A.* Macroscopic fluctuations and statistical spectral analysis and the states of aqueous protein solutions // *Sov. Sci. Rev. / Ed. by V. P. Sculachev*. N.Y.: OPA, 1980.
20. *Калиниченко Л.П., Христова М.Л., Шноль С.Э.* Влияние алифатических спиртов на амплитуду конформационных колебаний миозина и на скорость поглощения кислорода митохондриями // *Свойства и функции макромолекул и макромолекулярных систем*. М.: Наука, 1969. С. 89-106.
21. *Четверикова Е.П.* Колебания активности креатинкиназы, выделенной из скелетных мышц // *Биофизика*. 1968. Т. 13. 864-869.
22. *Четверикова Е.П.* «О существовании нескольких состояний креатинкиназы в растворе, различающихся по величине ферментативной активности» // *Биофизика*. 1971. Т. 16. С. 925-928.
23. *Shnoll S.E., Chetverikova E.P.* Synchronous reversible alterations in enzymatic activity (conformational fluctuations) in actomyosin and creatine kinase preparations // *Biochem. Biophys. Acta*. 1975. V. 403. P. 89-97.
24. *Коломбет В. А., Брицина Т.Я., Иванова Н.П., Шноль С.Э.* Спектр макроскопических флуктуаций ферментативной активности креатинкиназы // *Биофизика*. 1980. Т. 25. Вып. 2. С. 213-217.
25. *Шноль С.Э., Иванова Н. П., Брицина Т.Я., Коломбет В.А.* Зависимость спектров макроскопических флуктуаций ферментативной активности креатинкиназы от pH раствора белка // *Биофизика*. 1980. Т. 25. С. 218-220.
26. *Шноль С.Э., Гришина В.И.* Сложнопериодический характер изменения концентрации различных веществ в крови // *Биофизика*. 1964. Т. 9. Вып. 3. С. 367-381.
27. *Шноль С.Э.* Синхронные в макрообъеме колебания АТФ-азной активности в концентрированных препаратах актомиозина // *Колебательные процессы в биологических и химических системах*. Пушино, 1971. С. 20-24.
28. *Шноль С.Э.* Общие проблемы физико-химической биологии // *Итоги науки и техники*. М.: ВИНТИ, 1985. Т. 5. С. 130-200.

29. Шноль С.Э., Намиот В.А., Жвирблис В.Е., Морозов В.Н., Темнов А.В., Морозова Т.Я. Возможная общность макроскопических флуктуаций скоростей биохимических и химических реакций, электрофоретической подвижности клеток и флуктуаций при измерениях радиоактивности, оптической активности и фликкерных шумов // Биофизика. 1983. Т. 28. Вып. 1. С. 153–157.
30. Удальцова Н.В., Коломбет В.А., Шноль С.Э. Возможная космофизическая природа макроскопических флуктуаций в процессах различной природы. Пушино, ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1987.
31. Перевертун Т.В., Удальцова Н.В., Коломбет В.А., Иванова Н.П., Брицина Т.Я., Шноль С.Э. Макроскопические флуктуации в водных растворах различных веществ как возможное следствие космогеофизических факторов // Биофизика. Т. 26. Вып. 6. 1979. С. 270–276.
32. Жвирблис В. Что нарушает симметрию? // Химия и жизнь. 1977. № 12. С. 42.
33. Жвирблис В.Е. О дрейфе нулевой точки визуального поляриметра // Изв. АН СССР. Сер. Биологическая. 1982. № 3. С. 465–468.
34. Шноль С.Э., Коломбет В.А., Пожарский Э.В., Зенченко Т.А., Зверева И.М., Конрадов А.А. О реализации дискретных состояний в ходе флуктуаций в макроскопических процессах // Успехи физических наук. 1998. 168 (10). С. 1129–1140.
35. Шноль С. Э., Панчелюга В.А. Феномен макроскопических флуктуаций: методика измерений и обработки экспериментальных данных // Мир измерений. 2007. № 6. С. 49–55.
36. Шноль С.Э., Зенченко Т.А., Зенченко К.И., Пожарский Э.В., Коломбет В.А., Конрадов А.А. Закономерное изменение тонкой структуры статистических распределений как следствие космофизических причин // Успехи Физических Наук. 2000. 170 (2). С. 214–218.
37. Зенченко Т.А., Конрадов А.А., Зенченко К.И. Корреляция динамики амплитуды «эффекта ближней зоны» с параметрами межпланетного магнитного поля // Геофизические процессы и биосфера. 2005. Т. 4. № 1/2. С. 125–132.
38. Шноль С.Э. Форма спектров состояний, реализуемых в ходе макроскопических флуктуаций, зависит от вращения Земли вокруг своей оси // Биофизика. 1995. Т. 40. Вып. 4. С. 865–875.
39. Шноль С.Э. Макроскопические флуктуации как следствие арифметических и космофизических причин (Факторы, определяющие тонкую структуру гистограмм, возможно, находятся за пределами Солнечной системы) // Биофизика. 2001. Т. 46. № 5. С. 775–782.
40. Shnoll S.E. Periodical Laws in the Fine Structure Stochastic Distributions as an Effect of Space-Time Structure // Progress in Physics. 2005. V. 1. № 2.
41. Шноль С.Э., Рубинштейн И.А., Зенченко К.И., Зенченко Т.А., Удальцова Н.В., Конрадов А.А., Шаповалов С.Н., Макаревич А.В., Гориков Э.С., Трошичев О.А. Зависимость «макроскопических флуктуаций» от географических координат (по материалам Арктической (2000 г.) и антарктической (2001 г.) экспедиций) // Биофизика. 2003. Т. 48. № 6. С. 1123–1131.
42. Шноль С.Э., Зенченко К.И., Берулис И.И., Удальцова Н.В., Жирков С.С., Рубинштейн И.А. Зависимость «макроскопических флуктуаций» от космофизических факторов. Пространственная анизотропия // Биофизика. 2004. Т. 49. № 1. С. 132–139.
43. Shnoll S.E., Rubinshtejn I.A., Zenchenko K.I., Shlekhtarev V.A., Kaminsky A.V., Konradov A.A., Udaltsova N.V. Experiments with Rotating Collimators Cutting out Pencil of  $\alpha$ -Particles at Radioactive Decay of  $^{239}\text{Pu}$  Evidence Sharp Anisotropy of Space // Progress in Physics. 2005. V. 1. P. 81–84.
44. Shnol S.E., Panchelyuga V.A. On the characteristic form of histograms appearing at the culmination of solar eclipse. 2006. URL: <https://arxiv.org/ftp/physics/papers/0603/0603029.pdf>

45. *Панчелюга В. А., Коломбет В. А., Каминский А. В., Панчелюга М. С., Шноль С. Э.* Эффект местного времени в шумовых процессах // Вестник Калужского университета. 2006. № 2. С. 3–8.
46. *Panchelyuga V.A., Kolombet V.A., Panchelyuga M. S., Shnoll S.E.* Experimental Investigations of the Existence of Local-Time effect on the Laboratory Scale and the Heterogeneity of Space-Time // Progress in Physics. January. 2007. Vol. 1. P. 64–69.
47. *Панчелюга В. А., Коломбет В. А., Панчелюга М. С., Шноль С. Э.* Исследование эффекта местного времени на малых пространственно-временных масштабах // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике. 2006. 1 (5). Вып. 3. С. 116–121.
48. *Panchelyuga V.A., Shnoll S.E.* On the Second-Order Splitting of the Local-Time Peak // Progress in Physics. 2008. V. 2. P. 154–157.
49. *Панчелюга В. А., Шноль С. Э.* О пространственной анизотропии, выявляемой при исследовании «эффекта местного времени» // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике. 2006. № 2 (6). Vol. 3. С. 188–193.
50. *Панчелюга В. А., Шноль С. Э.* Феноменология эффекта местного времени на малых пространственно-временных масштабах и в случае движущихся источников флуктуаций // Метафизика. Век XXI. Вып. 2. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. С. 320–326.
51. *Panchelyuga V.A., Shnoll S.E.* On the Dependence of a Local-Time Effect on Spatial Direction // Progress in Physics. July 2007. V. 3. P. 51–54.
52. *Panchelyuga V.A., Shnoll S.E.* A Study of a Local Time Effect on Moving Sources of Fluctuations // Progress in Physics. July, 2007. Vol. 3. P. 55-56.
53. *Панчелюга В. А.* О закономерностях подобия формы спектров амплитуд флуктуаций в процессах разной природы: дис. ... канд. физико-математических наук. Пущино, 2008. 130 с.
54. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* Фрактальная размерность и гистограммный метод: методика и некоторые предварительные результаты анализа шумоподобных временных рядов // Биофизика. 2013. Т. 58. Вып. 2. С. 377–384.
55. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* Локальный фрактальный анализ шумоподобных временных рядов методом всех сочетаний в диапазоне периодов 1–115 мин // Биофизика. 2015. Т. 60. Вып. 2. С. 395–410.
56. *Диатроптов М. Е., Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* Динамика температуры тела у мелких млекопитающих и птиц в 10-120-минутном диапазоне периодов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2020. Т. 169. № 6. С. 706–711.
57. *Диатроптов М. Е., Панчелюга В. А., Панчелюга М. С., Сузов А. В.* Околочасовые ритмы температуры тела у млекопитающих и птиц с разным уровнем обмена веществ // Доклады российской академии наук. Науки о жизни. 2020. Т. 494. № 1. С. 472–476.
58. *Владимиров Ю. С., Терещенко Д. А.* Развитие представлений о принципе Маха // Метафизика. 2019. № 1 (31). С. 62–74.
59. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* Принцип Маха и универсальный спектр периодов: комплементарные фрактальные распределения как следствие рациональных и иррациональных отношений между частями целостной системы // Метафизика. 2021. № 2. С. 39–56.
60. *Панчелюга В. А., Панчелюга М. С.* Принцип Маха и спектр микросейсм // Метафизика. 2021. № 4. С. 50–59.
61. *Коломбет В. А., Лесных В. Н., Панчелюга В. А.* Универсальная система утраивающихся периодов // Метафизика. 2021. № 4. С. 98–106.
62. *Владимирский Б. М., Панчелюга В. А.* Максимальная резонансность Солнечной системы – полвека размышлений и дискуссий // Метафизика. 2021. № 4. С. 107–118.

## MACROSCOPIC FLUCTUATIONS PHENOMENON

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

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

**Abstract.** The following brief review considers the history of discovery and main stages of investigations of the macroscopic fluctuations phenomenon, which were the work of life of Simon E. Shnoll. The works considered in this article are the first in world literature to study the universal laws revealed in the course of studying the properties of fluctuations in processes of various nature. Brief descriptions of the main experiments and the results obtained are given.

**Keywords:** fluctuations, macroscopic fluctuations phenomenon, pairwise histogram comparison method, histogram shape, periods, local time effect, radioactive decay

---

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

DOI: 10.22363/2224-7580-2021-4-98-106

## УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА УТРАИВАЮЩИХСЯ ПЕРИОДОВ

**В.А. Коломбет\*, В.Н. Лесных, В.А. Панчелюга**

*Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН  
Российская Федерация, 142290, Московская область,  
Пушино, ул. Институтская, д. 3*

**Аннотация.** О наблюдении в системах различной качественной природы явления, которое мы называем универсальной системой утраивающихся периодов (УСУП), сообщали в разное время многие исследователи. Наиболее существенный вклад в изучение УСУП внес С. Петц, давший математическое описание УСУП, а также продемонстрировавший многочисленные примеры универсальных периодов в диапазоне от 57,3 года до 1,64 млрд лет. В наших исследованиях была изучена «коротковолновая» часть спектра УСУП. В статье дан краткий обзор исследований С. Петца, а также приведены краткие описания выполненных нами исследований.

**Ключевые слова:** универсальная система утраивающихся периодов, универсальные спектры, Extra-Universal Wave Series.

### **Введение. Исследования С. Петца**

Первым из известных нам исследователей УСУП является американец С. Петц (Stephen J. Puetz), который сначала один [1-2], а потом с соавторами из США и Канады [3] обнаружил широко представленную в самых различных природных процессах последовательность периодических колебаний с утраивающимся периодом, которые он назвал EUWS – Extra-Universal Wave Series. Совокупность этих колебаний была обнаружена С. Петцем к 2008 г. и была обнародована в 2009 г. в книге «Единая теория циклов...» [1]. Многие из них были обнаружены поодиночке ещё до 2008 г. Это, например, ~ 516-летний климатический цикл, определяемый по океанским отложениям, ~ 1547-летний климатический цикл Дансгаарда–Эшгера, ~ 4640-летний климатический цикл Бонда, ~ 125-тысячелетний климатический цикл, ~ 30-миллионелетний цикл вымираний и ~ 822-миллионелетний цикл в формировании земной коры. В дальнейшем EUWS-периоды были обнаружены в самых разнообразных процессах, включая колебания интенсивности звездообразования, эпизодов вулканизма, глобальные колебания климата, эволюцию новых семейств генов, циклы массового вымирания, пятна на Солнце и звездах, циклы цивилизации и даже циклы паники на биржах [2]. Представив эти циклы частью бесконечной гармонической последовательности, «Единая

---

\* E-mail: v.kolombet@rambler.ru

теория циклов» обеспечила качественный прорыв в формулировке допущения о существовании EUWS-феномена. «...Каким бы невероятным это ни показалось, отдельные длины волн в последовательности циклов отличаются от длин волн соседних циклов точно в три раза. Обнаруженная связь подсказывает, что утраивающиеся циклы имеют общее происхождение. Независимо от того, является ли частота EUWS такой же короткой, как 9,57 дня, или такой же длинной, как 22,2 миллиарда лет, источник этих колебаний должен быть одним и тем же. До сих пор геологи концентрировались на внутренних процессах системы Земли, чтобы объяснить вулканические эпизоды, когда, по сути, колебания скорости звездообразования предполагают, что эти колебания уже формировали нашу Вселенную ещё до возникновения Земли» [1].

Впоследствии С. Петц сфокусировал свою деятельность на анализе периодичности смены магнитных полюсов Земли, а также на анализе периодичности в образовании земных гранитов, звезд, квазаров, на вспышках сверхновых и на результатах регистрации космических гамма-всплесков. Он попытался увидеть аналогичную периодичность в других типах данных, рассчитывая, что качество их синхронизации может указывать на вероятные причинно-следственные связи с геомагнитной реперолюсовкой. Для решения задачи все доступные новые записи временных рядов по этим научным направлениям были проверены на предполагаемую цикличность. Использовался спектральный анализ и методы взаимной корреляции с запаздыванием по времени. В результате С. Петцем были выявлены ожидаемые циклы с утраивающимся периодом; например, они составляют 30,44; 91,33; 274; 822 и 2466 миллионов лет, что соответствует модели С. Петца о существовании в разных масштабах Вселенной единой утраивающейся периодичности [4].

На основании полученных результатов возникла гипотеза о фрактальности Вселенной в достаточно широком диапазоне масштабов. Эта гипотеза порождает вторую гипотезу – о существовании некой гипотетической субэлектронной фрактальной материи (СФМ). Эта гипотетическая ультрамикроматерия могла бы играть роль динамической среды для крупномасштабных синхронизирующих волн, вызывающих циклы в астрономических и геологических процессах. Согласно этой гипотезе, грубо говоря, СФМ периодически сжимается и разжимается в соответствии со стандартными законами для механических волн. Сжатия и декомпрессии СФМ способствуют осцилляциям свойств среды и вызывают нестабильность, приводящую к значимым астрономическим и геологическим эпизодам [4]. Конкретная природа СФМ, а также механизм, поразительно аккуратно передающий ее микроосцилляции в макромасштабы, при этом остались неопределенными.

С. Петцем была дана первая эмпирическая формула для EUWS-периодов [3. Р. 62–63]:

$$T_{n,k} = T_0 \frac{3^k}{n}, \quad (1)$$

где  $n = 1$  (полный период) и  $2$  (полупериод),  $k = 0, 1, 2, \dots, 15$ ,  $T_0 = 114,572218767559$ . Первое уточнение (1) было представлено С. Петцем с соавторами в 2015 г. [5], когда впервые появилась формула

$$T_{n,k} = T_0 \frac{3^k}{2^m}, \quad (2)$$

Примерно в то же время мы также пришли к двухпараметрическому виду формулы Петца [6], а также нашли доводы в пользу того, что параметр  $k$  в формуле Петца может иметь не только положительные, но и отрицательные значения. Дальнейшие исследования были посвящены изучению части спектра (1) для  $k < 0$ . Спектр, описываемый (1) и (2), был назван, как уже упоминалось, универсальной системой утраивающихся периодов – УСУП.

### Универсальная система утраивающихся периодов

Исторически первым таким исследованием был анализ результатов работ [7–8], в которых было показано, что традиционное представление о приблизительно экспоненциальном затухании памятного следа, выражаемое законом Г. Эббингауза, в действительности является более сложным. Испытуемые сначала быстро забывали предъявленные им случайные числа, но вскоре вспоминали их, чтобы через несколько большее время снова их забыть и т.д. Периоды улучшения памяти удлинялись приблизительно втрое, что роднит их с УСУП. На этот осциллирующий процесс накладывалось ожидаемое общее ослабление памятного следа (рис. 1).

Из графика на рис. 1 следует, что основной массив характерных времен, выявленных в этом опыте, находится в хорошем согласии с вычисленными для этой области периодами (1). Осциллирующая кривая иллюстрирует динамику эффективности воспроизведения запомненной информации по мере увеличения интервала времени от момента запоминания. Соответствующий фрагмент вычисленного дискретного спектра УСУП (1) приведен в нижней части рис. 1. Сходство обоих спектров свидетельствует в пользу того, что каждое улучшение памятного следа связано с периодическим процессом при  $n = 2$ , а каждое ухудшение – с сопряженным периодическим процессом при  $n = 1$ .

Исследуя проявления УСУП в области существенно меньших значений параметра  $k$ , были найдены периоды УСУП, уже давно успешно используемые в УВЧ-терапии ( $k = -36, -35$ ) [10]. Обнаружено, что рабочие частоты приборов, используемых в УВЧ-терапии (40,68 МГц, 27,12 МГц, 13,56 МГц) практически совпадают с частотами  $1/T_{2,-35} = 41,513$  МГц,  $1/T_{1,-36} = 27,675$  МГц,  $1/T_{1,-35} = 13,838$  МГц, т.е. с соответствующим фрагментом универсальной системы утраивающихся периодов (1). При этом различия практически используемых частот УВЧ-терапии и УСУП-частот близки к 2% (рис. 2).

Ещё в 1940-х гг. федеральная комиссия по связи США (Federal Communications Commission – FCC) выделила для применения в промышленности, науке и

медицине (ISM – Industry, Science, Medicine) частоты, включающие 13,56 МГц, 27,12 МГц и 40,68 МГц. Такое совпадение биологически эффективных частот УВЧ-терапии с частотами FCC и частью спектра УСУП выглядит удивительным и позволяет предположить, что и другие частоты, принадлежащие УСУП-спектру, могут проявлять биологическую активность.

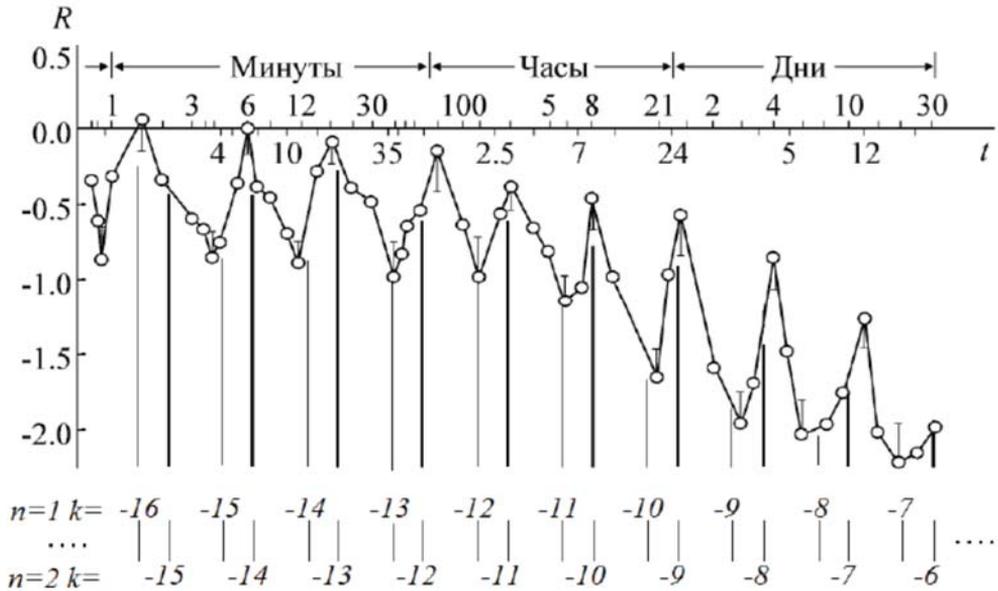


Рис. 1. Связь периодов памятного следа с ритмами (1) при значениях  $n = 1, 2$  (вертикальные линии). По горизонтальной оси графика отложена длительность периода в логарифмическом масштабе, по вертикальной – доля правильно воспроизведенной/запомненной информации

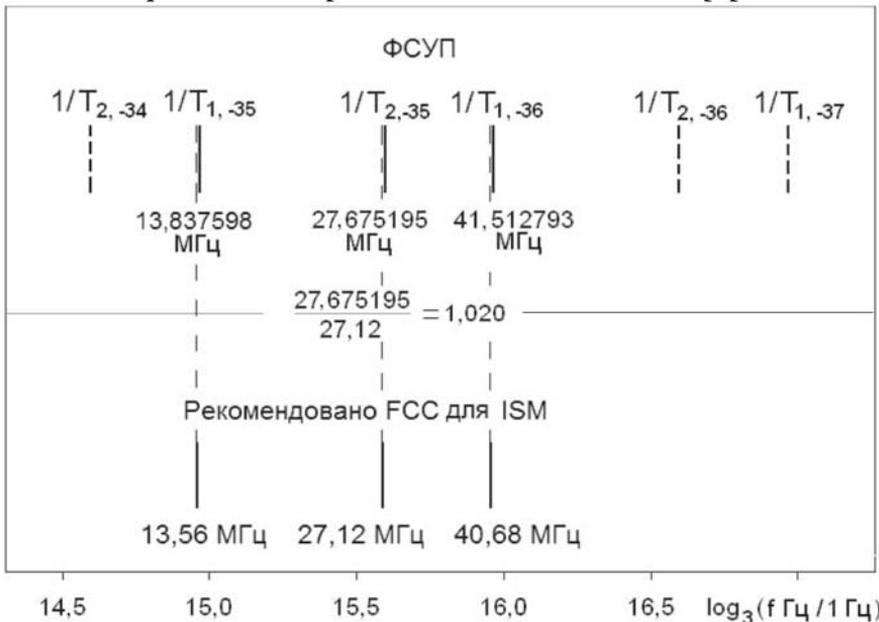


Рис. 2. Рабочие частоты приборов, применяемых для УВЧ-терапии и частот УСУП. Частоты, рекомендованные FCC (Federal Communications Commission) для использования в индустрии (I), науке (S) и медицине (M), на 2% отличаются от соответствующих частот УСУП [10]

Это предположение было проверено в работе [6] – при описании ряда биологических периодов (4,06 сут, 6,09 сут, 12,175 сут), найденных в ходе исследований пролиферативной активности эпителия, а также флуктуаций температуры мелких млекопитающих и птиц. В этой работе для описания соответствующих периодов УСУП в (2) использованы значения  $n > 1$ .

Биологические проявления УСУП отмечены также в работе [11], где, исследуя формулу С. Петца вне сегмента  $k \in 0 \div 15$ , было найдено, что периоды УСУП проявляются в феноменах пения и музыки. В звуковой диапазон попадает семь пар частот УСУП, определяющих феномен семи базовых нот, которые в европейской музыкальной традиции известны как Фа, До, Соль, Ре, Ля, Ми и Си. В ходе эволюции западной музыки настройка нот была выбрана так, что, как впоследствии оказалось, их частоты попали точно в середины пар частот УСУП для  $m = 0$  и  $m = 1$  (2) (рис. 3). Частоты их отличаются последовательно втрое. Таким образом, особенности слуха человека также привязаны к спектру УСУП.

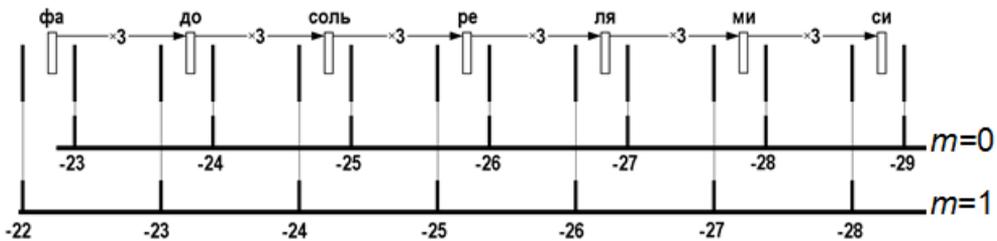


Рис. 3. Соотношение системы «базовых музыкальных нот» и частот УСУП [11]

Продолжая тему биологических проявлений УСУП, необходимо отметить совпадение максимума чувствительности ахроматического (в 500 раз более чувствительного, чем цветное), сумеречного зрения человека с линией  $T_{-51,0}$ , – единственной спектральной линией УСУП, попавшей в диапазон видимого света (рис. 4). Такая настройка максимума чувствительности ахроматического зрения на эту частоту УСУП означает, что положение максимума интенсивности в спектре излучения Солнца и положение окна прозрачности атмосферы определили в ходе эволюции человека лишь грубую настройку чувствительности ахроматического зрения. Тонкая настройка, очевидно, связана с механизмом УСУП [12].

В [13] рассмотрена связь максимумов спектральной чувствительности всех вариантов фотоприемников глаза человека  $\lambda_{max}$ , в том числе ответственных за цветное зрение. Общепринятые, используемые в настоящее время и введенные в нормативные документы Международной комиссии по освещению значения длин волн  $\lambda_{max}$ , соответствующих максимумам спектральной чувствительности *R*- и *G*-колбочек, палочек и *B*-колбочек, составляют ~590 нм, ~545 нм, ~505 нм, ~445 нм [14]. Для *B*-колбочек в литературе встречается также резко отличающееся значение ~420 нм. Палочки и колбочки содержат, соответственно, родопсин и тройку его эволюционных потомков – три йодопсина. Содержащие меланопсин клетки *ipRGC* имеют значения  $\lambda_{max}$ , по разным источникам лежащие в окрестностях 465 нм и 481 нм [15].

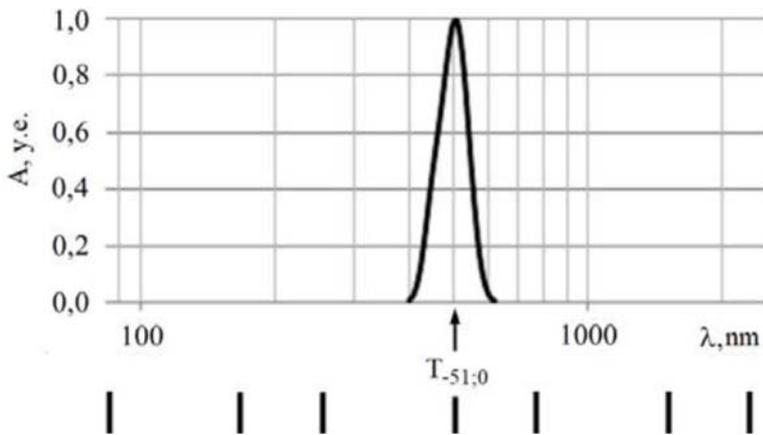


Рис. 4. Максимум спектральной чувствительности  $A$  сумеречного зрения человека (503 нм) практически совпадает с частотой, соответствующей линии  $T_{-51,0}$  [12]

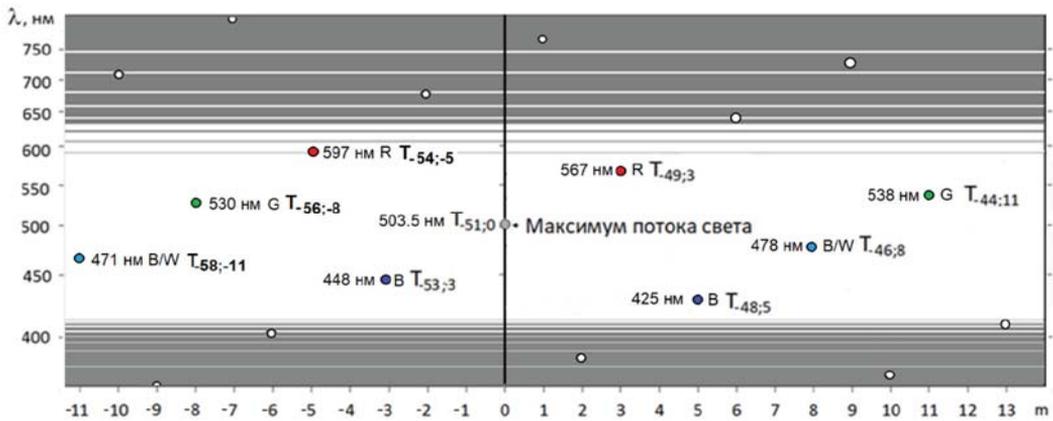


Рис. 5. Связь всех вариантов фотоприемников глаза человека с частотами УСУП. По вертикальной оси – длина волны. По горизонтальной – параметр  $m$ , отвечающий за  $\lambda_{max}$ , быстро падающую с ростом  $|m|$  [13]

На рис. 5 показаны предполагаемые значения максимумов спектральной чувствительности всех вариантов фотоприемников глаза человека  $\lambda_{max}$ , вычисленные согласно (2). Значению при  $m = 0$ , т.е. главной частоте  $1/T_{k,m}$  видимого диапазона, отвечает родопсин палочек и сумеречное зрение, парам значений  $m = 3, -5$  и  $5, -3$  – соответственно красный и синий йодопсины колбочек, а «самым слабым» значениям  $m = -8, 11$  – зеленый йодопсин колбочек и  $m = -11, 8$  меланопсин, обнаруженный в *ipRGC*.

Интересно отметить, что частоты сложных технических систем также имеют тенденцию группироваться в окрестности линий УСУП. В работах [16–17] было показано, что частоты компьютерных процессоров тяготеют к частотам УСУП с  $k = -40, -39$ . В то же время там, где нужно различить слабый сигнал: в распределениях частот каналов телевидения и мобильной телефонной связи, обнаружено, наоборот, избегание частот УСУП, для которых  $k = -39 \div -36$  и  $k = -40 \div -38$  и т.п. [18].

## Заключение

Стартовав от ранних результатов С. Петца, акцентировавшего своё внимание на процессах с большими периодами, мы показали справедливость (2) в области коротких и ультракоротких периодов и достигли области оптических частот на частных примерах адаптации к УСУП зрения человека. Таким образом, в совокупности с результатами С. Петца показано, что диапазон УСУП составляет, по крайней мере, 30 десятичных порядков (рис. 6).

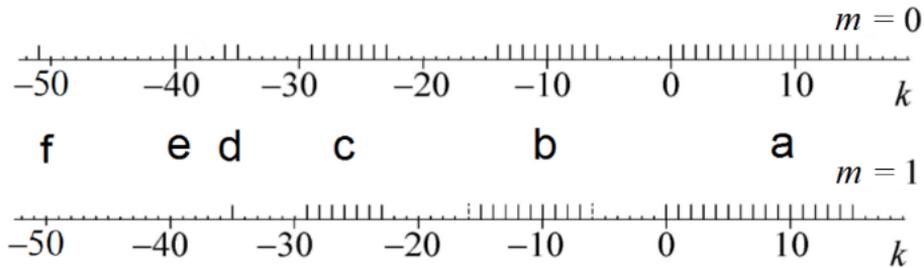


Рис. 6. Диапазон УСУП в логарифмическом масштабе

На рис. 6 представлен в логарифмическом масштабе времени диапазон УСУП. Вертикальными штрихами помечены обнаруженные периоды, описываемые (2) в ее раннем представлении (1), т.е. при  $m = 0, 1$ . Буквами обозначены: *a* – астрономические, геологические и биологические периоды, входящие в диапазон  $k = 0 \div 15$  [1–5], *b* и *c* – это биофизические периоды, найденные в окрестности  $k = -10$  и  $k = -25$  [9–10], *d* и *e* – периоды технических устройств в окрестности  $k = -35 \dots -40$ , см. в [16–18]; *f* – центр чувствительности палочек сетчатки глаз человека и птиц, при  $k = -51$  [12–13].

Сверху все множество периодов УСУП естественным образом ограничено масштабом времени порядка миллиарда лет ( $k = 15$ ). Снизу спектр возможных значений УСУП очевидно ограничен планковским временем  $10^{-43}$  с ( $k = -111$ ), так как на планковском масштабе понятия времени и периода теряют свой привычный смысл. Таким образом, полный диапазон УСУП включает в себя не более чем  $\sim 128$  значений параметра  $k$ .

Универсальный характер периодического процесса, формируемого УСУП, по-видимому, можно считать следствием того, что УСУП определяется некими весьма общими закономерностями, обеспечивающими синхронизацию и самоорганизацию систем различной качественной природы. В качестве идеи такой самоорганизации можно рассмотреть работы [19–20]. В работе [21] рассматривается модель возникновения универсального фрактального спектра периодов, существование которого может быть связано с принципом Маха [22].

## Литература

1. *Puetz S.J.* The Unified Cycle Theory: How Cycles Dominate the Structure of the Universe and Influence Life on Earth. Outskirts Press, Denver, Colorado, 2009.

2. *Puetz S.J.* Unified Cycle Theory: Introduction & Data. Proceedings of the NPA, Long Beach, 2010 Annual Conference.
3. *Puetz S.J., Prokoph A., Borchardt G., Mason E.W.* Evidence of synchronous, decadal to billion-year cycles in geological, genetic, and astronomical events // *Chaos, Solitons & Fractals*. 2014. P. 55–75.
4. *Puetz S. J., Borchardt G.* Quasi-periodic fractal patterns in geomagnetic reversals, geological activity, and astronomical events. *Chaos Solitons & Fractals*, 2015. 81. P. 246–270.
5. *Puetz S.J., Prokoph A., Borchardt G.* Evaluating alternatives to the Milankovitch theory // *Journal of Statistical Planning and Inference*. 2016. 170. P. 158–165.
6. *Коломбет В.А., Лесных В.Н., Бондарь А.Т.* Проявление универсальной системы утраивающихся периодов в многосуточных биоритмах // *Известия Института инженерной физики*, 2020. № 2. (56). С. 33–38.
7. *Бондарь А. Т.* 1977. ДАН СССР 236 (6), 1503.
8. *Бондарь А. Т.* Память и следовые процессы. Пушино: ОНТИ НЦБИ, 1979.
9. *Бондарь А.Т., Федоров М.В., Коломбет В.А.* Утраивающиеся периоды в мультимасштабных физических и биологических явлениях // *Биофизика*. 2015. 60 (6). С. 1208–1215.
10. *Коломбет В.А., Лесных В.Н., Скавуляк А.Н., Коломбет Е.В., Бондарь А.Т.* Проявление универсальной системы утраивающихся периодов в УВЧ-терапии // *Известия Института инженерной физики*, 2017. № 2 (44). С. 70–73.
11. *Коломбет В.А., Лесных В.Н., Коломбет Е.В.* Универсальная система утраивающихся периодов и музыкальный строй // *Известия Института инженерной физики*, 2018. № 3 (49). С. 88–90.
12. *Коломбет В.А., Лесных В.Н., Коломбет Е.В.* Соответствие сумеречного зрения человека универсальной системе утраивающихся периодов // *Известия Института инженерной физики*, 2020. № 1 (55). С. 11–15.
13. *Коломбет В.А., Лесных В.Н., Елистратов А.В.* Спектр универсальной системы утраивающихся периодов в оптической области // *Известия Института инженерной физики*, 2021. № 1. С. 2–7.
14. Мешков В.В., Матвеев А.Б. Основы светотехники: учеб. пособие для вузов: в 2 ч. Ч. 2. Физиологическая оптика и колориметрия. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1989. 432 с.
15. *Берман С.М., Клиер Р.Д.* Недавно открытый фоторецептор человека и предыдущие исследования в области зрения // *Светотехника*. 2008. № 3. С. 49–53.
16. *Коломбет В.А., Лесных В.Н., Коломбет Е.В., Федоров М.В.* Обнаружение в технических устройствах фрактальной системы утраивающихся периодов, известной по своим физическим, геофизическим, биофизическим и биологическим манифестациям // *Биофизика*. 2016. Т. 61. Вып. 3. С. 615–624.
17. *Коломбет В.А., Коломбет Е.В., Лесных В.Н.* Предсказание тактовой частоты процессора будущего поколения компьютеров как пример эффективности использования в технике свойств фрактальной системы утраивающихся периодов // *Известия Института инженерной физики*. 2016. № 2 (40). С. 55–58.
18. *Коломбет В.А., Лесных В.Н., Коломбет Е.В.* Особенность проявления фрактальной системы утраивающихся периодов в телевидении и мобильной телефонии // *Известия Института инженерной физики*. 2016. № 4 (42). С. 20–24.
19. *Аришинов В.И., Буданов В.Г.* Самоорганизация и наука: опыт философского осмысления. М.: Арго, ИФ РАН, 1994. 349 с.
20. *Буданов В.Г.* Синергетика ритмокаскадов в эволюционирующих системах // *Труды юбилейной сессии РАЕН «Леонардо Да Винчи XX века. К 100-летию А.Л. Чижевского»*. 27–28 февраля 1997. Москва. С. 34–35.

21. Панчелюга В.А., Панчелюга М.С. Принцип Маха и универсальный спектр периодов: ком-плементарные фрактальные распределения как следствие рациональных и иррациональ-ных отношений между частями целостной системы // Метафизика. 2021. № 2. С. 39–56.
22. Владимиров Ю.С., Терещенко Д.А. Развитие представлений о принципе Маха // Метафи-зика. 2019. № 1 (31). С. 62–74.

## THE UNIVERSAL PERIOD-TRIPLING SYSTEM

V.A. Kolombet\*, V.N. Lesnykh, V.A. Panchelyuga

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

**Abstract.** Many researchers reported the observation in various systems of different nature of the phenomenon, which we now call the universal periods-tripling system. The most significant contribution to the study of the system was made by S. Puetz, who gave its mathematical description and demonstrated numerous examples of the system in the range from 57.3 to 1.64 billion years. In our studies, “shortwave” part of the system was investigated. The article provides a brief overview of S. Puetz's research, as well as brief descriptions of our research.

**Keywords:** universal periods-tripling system, universal spectra, Extra-Universal Wave Series

---

\* E-mail: v.kolombet@rambler.ru

## МАКСИМАЛЬНАЯ РЕЗОНАНСНОСТЬ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ – ПОЛВЕКА РАЗМЫШЛЕНИЙ И ДИСКУССИЙ

Б.М. Владимирский<sup>1\*</sup>, В.А. Панчелюга<sup>2\*\*</sup>

<sup>1</sup>*Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского  
Российская Федерация, 295007, Республика Крым, Симферополь,  
проспект Академика Вернадского, д. 4*

<sup>2</sup>*Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН  
Российская Федерация, 142290, Московская область,  
Пушино, ул. Институтская, д. 3*

**Аннотация.** В статье кратко излагаются идеи А.М. Молчанова о кооперативном свойстве Солнечной системы – ее «максимальной резонансности» – синхронистичности. На междисциплинарной основе обсуждается общенаучное значение принципа «максимальной резонансности». Отмечается, что рассматриваемые теоретические идеи получили в последние десятилетия многочисленные наблюдательные подтверждения: в общий динамический режим вовлечены автоколебания Солнца – солнечная активность; в динамике Солнечной системы обнаружены особые резонансные периоды; найдены корреляции вариаций общего магнитного поля Солнца и динамики планет; показана важная роль синхронизации в образовании тонкой структуры колец Сатурна. Синхронистичность – резонансность обнаружена во многих явлениях в среде обитания нашей планеты.

**Ключевые слова:** синхронизация, резонанс, периоды, максимальная резонансность, Солнечная система, биосфера

### Введение

Наблюдения, указывающие на некоторую упорядоченность в Солнечной системе, накапливались с давних времен. Конечно, неизменно привлекательной представлялась задача отыскать какой-нибудь глобальный принцип – закон, обобщающий эти признаки организации. Молодой И. Кеплер в «Тайне мироздания» предложил следующую модель: «Земная орбита есть мера всех орбит. Вокруг нее опишем додекаэдр. Описанная вокруг додекаэдра сфера есть сфера Марса. Вокруг сферы Марса опишем тетраэдр. Описанная вокруг тетраэдра сфера есть сфера Юпитера. Вокруг сферы Юпитера опишем куб. Описанная вокруг куба сфера есть сфера Сатурна. В сферу Земли вложим икосаэдр. Вписанная в него сфера есть сфера Венеры. В сферу Венеры вложим октаэдр. Вписанная в него сфера есть сфера Меркурия» [1. С. 177]. Позже

---

\* E-mail: bvlad@yandex.ru

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

Кеплер продолжил эту работу, включив в нее особый раздел о влиянии космической гармонии на земные процессы. Одна из книг «Гармонии мира» называется так: «Гармоническая конфигурация звездных лучей и ее влияние на погоду и другие явления природы».

Геометрическая идея Кеплера – «предчувствие» известного закона планетных расстояний И. Тициуса (1766): радиусы орбит планет  $r$  подчиняются соотношению

$$r_n = 0,4 + 0,3^n. \quad (1)$$

Радиус земной орбиты в (1) следует принять за единицу,  $n = 0, 1, 2, \dots$  – целые числа. Существует множество других вариантов записи этого соотношения.

Но если пространственная организация реально существует, должны непременно обнаруживаться соответствующие ей временные закономерности. Коллекция таких наблюдений собиралась отдельно. Спин-орбитальный резонанс 1:1 в движении Луны долгое время рассматривался как случай уникальный. Соизмеримость частот орбитального движения Юпитера – Сатурна в отношении 5:2 была известна П. Лапласу, но считалась случайным совпадением.

Р. Вольф усмотрел в динамике появления солнечных пятен присутствие периодов обращения некоторых планет. В дальнейшем эта связь анализировалась многими известными авторами. Но в конце концов – уже в XX в. – по многим причинам она не была признана убедительно обоснованной.

Вероятно, подобные данные еще долго продолжали бы оставаться разрозненными фактами, если бы не появилась важная обобщающая идея – о тотальной синхронизации в Солнечной системе всех колебательных явлений.

### **Гипотеза о максимальной резонансности Солнечной системы**

Автор этой гипотезы – А.М. Молчанов (1928–2011), выдающийся математик, который глубоко интересовался самыми разными вопросами естествознания и математики: участвовал в работах по математическому обеспечению создания водородной бомбы, проводил исследования в области устойчивости нелинейных систем, занимался колебательными процессами в химических и биологических системах. Он являлся основателем и первым директором Научно-исследовательского вычислительного центра АН СССР, впоследствии преобразованного в Институт математических проблем биологии [2]. В его творческом наследии, с одной стороны, экскурс в астрофизику – единичный эпизод, с другой – «Гипотеза о резонансной структуре Солнечной системы занимает одно из центральных мест в научном творчестве А.М. Молчанова. Над этой темой он работал около 15-ти лет и посвятил ей восемь статей» [5. С. 34].

Термин «максимальная резонансность» возник в разработанной им математической модели [3–5]. Он обратил внимание на то, что для «основных» 9 планет Солнечной системы существуют независимые уравнения, связывающие их частоты обращения  $\omega_i$  [4]:

$$\begin{aligned}
 \omega_1 - \omega_2 - 2\omega_3 - \omega_4 &= 0, \\
 \omega_2 - 3\omega_4 - \omega_6 &= 0, \\
 \omega_3 - 2\omega_4 + \omega_5 - \omega_6 + \omega_7 &= 0, \\
 \omega_4 - 6\omega_5 - 2\omega_7 &= 0, \\
 2\omega_5 - 5\omega_6 &= 0, \\
 \omega_5 - 7\omega_7 &= 0, \\
 \omega_7 - 2\omega_8 &= 0, \\
 \omega_7 - 3\omega_9 &= 0.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Если выразить эти частоты в единицах какой-либо одной частоты, получается, что систему можно характеризовать набором целых чисел (матрицей), так что, задав масштаб, можно построить всю систему. Аналогичные по типу матрицы существуют, как оказалась для (известных тогда) спутников Юпитера, Сатурна и Урана.

Публикация статьи [4] вызвала характерные возражения. Рецензенты на основании своих оценок заявили, что приведенную выше систему можно было бы получить чисто случайно. В своем ответе [6] А.М. Молчанов дал свою, корректную оценку вероятности случайного возникновения резонансной структуры Солнечной системы:  $< 10^{-10}$ . Это эквивалентно такой ситуации: если каждая звезда нашей Галактики имеет планетную систему, аналогичную нашей, то наблюдаемая резонансная структура могла бы реализоваться случайно один раз (и это как раз наша Солнечная система!). Между прочим А.М. Молчанов отметил, что если следовать вычислительной процедуре, принятой его оппонентами, то тона «хорошо темперированного клавира» также можно считать набранными случайно...

В основе работ А.М. Молчанова лежит ясная и физически прозрачная идея: совокупность слабосвязанных осцилляторов в процессе длительной эволюции в присутствии диссипативных сил выходит на особый динамический режим, в котором все стабильные частоты связаны между собой целочисленными («резонансными») соотношениями. Естественный отбор на «выживаемость» привел в процессе эволюции к постепенному элиминированию неустойчивых («нерезонансных») состояний, появлению у системы ясно выраженных кооперативных свойств, к возможности характеризовать эту систему набором целых чисел.

Очень важная деталь: основную роль в установлении резонансного кооперативного режима движения планет играет – согласно А.М. Молчанову – синхронизация – фундаментальное нелинейное явление, на которое (тогда) не обращали внимания. Согласно монографии [7] под синхронизацией понимают «...подстройку ритмов осциллирующих объектов за счет слабого взаимодействия между ними» [7. С. 28]. Ключевое слово здесь – «слабое»: при обсуждении такого взаимодействия говорят об отсутствии порога. Это коренным образом отличает синхронизацию от взаимодействия объектов,

происходящих при обмене энергией. Второе ключевое слово «осциллирующих объектов» или по-другому – автоколебательных систем. В отсутствие внешнего воздействия такая система генерирует собственный ритм.

Сам автор гипотезы о «максимальной резонансности» полагает, что установление ныне существующего резонансного режима Солнечной системы проходило поэтапно, неравномерно. На первой стадии эволюции Солнечной системы (около  $10^8$  лет), когда диссипативные факторы (различные виды «трения») были значительны (составляя около  $1/20$  взаимных возмущений между родившимися планетами), возникли основные элементы резонансной структуры. В дальнейшем роль диссипативных факторов значительно ( $\sim 10^6$ ) уменьшилась, они постепенно стали необнаружимыми, и усложнение упомянутой структуры проходило очень медленно. Сейчас можно сказать, что изложенные А.М. Молчановым соображения представляют собой один из вероятных сценариев самоорганизации Солнечной системы.

В последующем концепция «максимальной резонансности» получила множество подтверждений. Размеры статьи заставляют ограничиться несколькими примерами.

1. Вращения Юпитера, Сатурна и Урана синхронизированы с орбитальными движениями их спутников [8]. Так, Юпитер за 7 суток совершает ровно 13 оборотов относительно Ио, 15 оборотов относительно Европы, 16 оборотов относительно Ганимеда;

2. Были обнаружены удивительные общие резонансные периоды. В частности, замечательным является соотношение [8]:

$$\begin{aligned} P_{60} &= 21550^d \cdot 0.10 = 240 \cdot T_{15}(0.0000) = 245 \cdot T_1(0.01) = 96 \cdot T_2(0.1) = \\ &= 59 T_3(0.0007) = 5 \cdot T_5(0.6) = 2 \cdot T_6(0.2) = 149 \cdot T_{12}(0.05) = 186 \cdot T_{13}(0.02) = \\ &= 243 \cdot T_{16}(0.02) = 33 \cdot T_{23}(0.3) = 91 \cdot T_{25}(0.08) = 94 \cdot T_{26}(0.1) = 54 \cdot T_{35}(0.05) = \\ &= 57 \cdot T_{36}(0.004) = 3 \cdot T_{56}(1). \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{60} &= 601 \cdot T_{01}(+0.016) = 750 \cdot T_{02}(+0.022) = 787 \cdot T_{03}(+0.009) = 841 T_{05}(+0.012) = \\ &= 844 \cdot T_{06}(+0.008) = 846 \cdot T_0(+0.008). \end{aligned}$$

(здесь, как обычно, индексы относятся к расположению планет [9], в скобках указано отклонение от целочисленности, %).  $P_{60}$  содержит более двух десятков периодов, так что по истечении этого цикла ситуация в Солнечной системе в значительной степени воспроизводится. Эти соотношения, видимо, были открыты в глубокой древности. Они служат основой известного восточного 60-летнего календаря животных.

3. Были открыты новые резонансные соотношения в динамике астероидов [10].

4. Найдено, что перигелии и афелии планет лежат на плоских логарифмических спиралях [11].

5. Оказалось, что необычно сложная структура колец Сатурна поддается теоретическому истолкованию с применением представления о все той же синхронизации [12].

Картина будет неполной, если не упомянуть об аналогии между существованием дискретных (устойчивых) орбит в Солнечной системе и квантовой механикой. Была даже предложена «макроквантовая» модель Солнечной системы [13] (между прочим, в этой публикации представлен полный каталог комбинационных частот всех планет). В это же время предпринимались и попытки установить теоретическую связь квантовой физики с дискретными структурами небесной механики – например, «статистическое» квантование [14].

В общем сейчас становится ясным, что основная физическая идея гипотезы «максимальной резонансности» много богаче математической модели, имеет более глубокий смысл и несравненно более высокую эвристическую ценность. Теперь кажется вероятным, что в Солнечной системе существует весьма сложная и богатая «сетка» резонансных периодов – единая для всей системы. Все автоколебательные подсистемы в нашей Солнечной системе, видимо, вовлечены в единый динамический режим.

### **Максимальная резонансность и вариации солнечной активности**

Солнечная активность – по всем признакам – представляет собой автоколебания. То, что эти автоколебания вовлечены в общий резонансный режим Солнечной системы, подробно обосновал В.П. Козелов [15]. Конечно, это самое важное дополнение к концепции Молчанова.

Сама идея о влиянии планет на динамику появления-исчезновения пятен принадлежит Р. Вольфу (1859 г.) – автору первого индекса солнечной активности. Физически такая связь могла реализоваться через приливы со стороны планет, благодаря движению Солнца относительно барицентра системы (орбитальный период – 178 лет) и из-за внешнего влияния на ось вращения. В наше время было показано, что важное значение имеет воздействие планет на параметры переходной зоны от радиационной области к конвективной (тахоклин) [16]. Все эти воздействия – сверхслабые: энергия, сосредоточенная в явлениях солнечной активности, на много порядков больше по сравнению с энергией, приносимой Солнцу со стороны планет. Поэтому истолкованию наблюдательных данных о связи «динамика планет – солнечная активность» как о синхронизации нет альтернативы.

Но насколько убедительны эти эмпирические данные, как правило, отрывочные и уязвимые для критики? Ранние данные с исчерпывающей полнотой рассмотрены в работе В.П. Козелова [15]. Некоторые из этих результатов, надо признать, производят сильное впечатление. Например, оказывается, что вблизи дня минимального прилива со стороны шести планет, числа Вольфа и частоты следования солнечных вспышек достоверно возрастают. В индексе солнечной активности присутствует период обращения Солнца относительно барицентра системы – 178 лет. Заметен также приведенный выше период  $P_{60}$  (одновременно, он – 3-я гармоника упомянутого орбитального периода).

Однако самые яркие примеры нетрудно отыскать в новейшей литературе. При анализе многолетних наблюдений общего магнитного поля Солнца [17]

найден, что самый устойчивый пик в спектре мощности наблюдательного ряда соответствует периоду  $P_{27} = 26,928$  суток. Оказалось, что имеют место следующие соотношения:

$$\frac{2(\text{орбит. период Меркурия})}{P_{27}} = 7,0;$$

$$\frac{2(\text{орбит. период Венеры})}{P_{27}} = 9,0.$$

Из гелиосейсмологических данных известно, что период вращения «дна» конвективной зоны Солнца составляет  $26^d.97$  суток, что не отличается от  $P_{27}$ . В итоге получается, что период вращения Солнца как звезды синхронизован с орбитальным движением Меркурия и Венеры!

Окологодичный период в вариациях поля составляет 1.034 года, что совпадает с периодом соединения Юпитер – Земля и – с хорошей точностью соответствует  $14P_{27}$ . Есть еще пик 1.58 года, очень близкий к синодическому периоду Венеры 1.60 года.

В итоге молчановскую гипотезу о максимальной резонансности следует, видимо, перевести в разряд обоснованных концепций, подлежащих, конечно, дальнейшей разработке. Одно из интересных ее следствий – возможность создания индекса солнечной активности, основанного на конфигурациях планет, что может иметь важное практическое значение. Была предложена, в частности, следующая формула: [18], аппроксимирующая ежедневные числа Вольфа:

$$R = C \sum_{i=1}^9 \frac{m_i}{D_i^2} \cos(Z_i), \quad (3)$$

где  $C$  – константа,  $m_i$  – масса планеты,  $D_i$  – ее расстояние от Солнца,  $Z_i$  – угловое расстояние планеты от Юпитера (ее «аспект»).

### **Максимальная резонансность в среде обитания нашей планеты**

Признаки резонансности – синхронистичности – всем тем, кто размышлял о соображениях Молчанова–Козелова – заметны также в среде обитания нашей планеты. Нередко они выглядят как нелепые парадоксы и остаются вне поля зрения исследователей.

В геофизике уже много лет известен «эффект конца недели»: в субботу-воскресенье индекс магнитной активности  $A_p$  всегда снижается по сравнению с началом недели. При низкой магнитной активности в магнитосфере обычно усиливается генерация радиоволн с частотой около 1 Гц – они регистрируются на поверхности Земли как геомагнитные микропульсации типа  $P_{c1}$ . Недавно было показано, что за все 34 года регистрации  $P_{c1}$  их интенсивность неизменно возрастает в воскресенье [19]. Реальность закономерности не

подлежит сомнению! Но ведь это просто следствие синхронизации с календарной неделей около-7-дневной ритмики в солнечной активности – солнечном ветре – динамика индекса  $A_p$ .

В процессе изучения влияния солнечной активности (космической погоды) на биологические явления выяснилось, что вообще все биологические ритмы синхронизованы с космической ритмикой [20]. Связь реализуется через сверхслабые изменения экологических параметров, контролируемых солнечной активностью – прежде всего – электромагнитных полей крайне низких частот (в том числе  $P_{c1}$ ) и инфразвука.

Некоторые эффекты космической погоды в биосфере обнаруживают корреляцию с положением планет. Современные космофизики определенно исключают возможность их прямого действия на нашу среду обитания. Если упомянутая корреляция действительно наблюдается, она возникает из-за синхронистичности движения планет с динамикой солнечной активности – реально влияет именно солнечная активность – космическая погода [21].

Кажется, самый интересный случай корреляции «биологическое явление – движение планет» – так называемый «Марс-эффект», открытый французским психологом М. Гокленом (в сотрудничестве с женой Франсуазой) [22–23]. Одновременно – случай самый скандальный. Названные исследователи, используя справочники «Кто есть кто в...», создали обширный массив данных с датами и временем рождения людей с известными чертами личности (с 1793 по 1945 г.). Далее анализировался суточный ход числа рождений для каждой специальности. Он сопоставлялся с моментами восхода – кульминации – захода планет для места рождения. Оказалось, что на протяжении суток число событий регулярно изменяется в зависимости от профессиональной принадлежности людей и планеты. Самая статистически значимая зависимость была найдена для выдающихся спортсменов (с «железным характером») и планеты Марс: они с повышенной вероятностью появлялись на свет в часы ее восхода и кульминации.

«Марс-эффект» был истолкован наивно – прямолинейно: планета «влияла» на момент рождения. Бельгийский комитет скептиков (Comité Para) решил опровергнуть «абсурдный» результат Гоклена. Сотрудники комитета собрали свой массив данных о «великих» спортсменах. Они обработали его методом Гоклена и... полностью подтвердили «Марс-эффект». Далее последовали многочисленные проверки. Эффект неизменно воспроизводился, но так и не был признан комитетом реальной закономерностью. Подробности этой драматической истории изложены в [24]. Без дополнительных исследований сейчас невозможно построить полную картину цепочки синхронизованных ритмов, ответственных за «Марс-эффект», – космических, геофизических, биологических. Остается непонятным, почему при рассмотрении типологических черт личности не упоминается важнейший момент эмбриогенеза – закладки основных структур мозга (спустя 25–33 суток после зачатия).

Наконец, пример во многих отношениях замечательный. Как показали ученые, один из универсальных периодов Солнечной системы  $P_{60}$  синхронизован с важнейшим ритмом общественной жизни – длинными волнами Кондратьева. Эти волны сначала были открыты как колебания в мировой

экономике. Но затем выяснилось, что этот же период присутствует в различных социальных показателях – от интенсивности вооруженных конфликтов до смены стилевых особенностей в произведениях искусства [25].

### Заключение

Принцип максимальной резонансности, являющийся центральной темой настоящей статьи был изначально рассмотрен А.М. Молчановым для орбитальных периодов планет Солнечной системы и спутников Юпитера, Сатурна и Урана [3–6]. Но, как оказалось по прошествии более полувека с момента выхода [3–4], этот принцип имеет гораздо большую общность – совокупность экспериментальных данных, немногие примеры которых были приведены выше, говорит о тотальной синхронизации процессов любой качественной природы в Солнечной системе: наряду с синхронизацией параметров орбит тел Солнечной системы, синхронизацией параметров активности Солнца с конфигурациями планет мы наблюдаем универсальные периоды в земной среде обитания – от внутриядерных процессов до поведенческих реакций животных и социальных явлений. Но ограничивается ли такая синхронность только сферой Земли? Пределами Солнечной системы? Или же это явление гораздо большего масштаба?

В этом отношении, на наш взгляд, является показательной серия работ, в которой в ходе локального фрактального анализа [26] большого массива флуктуаций скорости радиоактивного распада был обнаружен спектр периодов в диапазоне от единиц до сотен минут [27–28]. Следующим шагом была показана связь данного спектра [27] со спектром собственных колебаний Земли [29]. Также в [27] показан универсальный характер данного спектра: периоды, найденные в флуктуациях различных природных процессов (физических, химических, биологических), как правило, совпадали с соответствующей частью обнаруженного в [27] спектра. Дальнейшие исследования обнаружили внутрисуточные периоды [30], которые также совпали с соответствующими периодами собственных колебаний Земли [31]. В силу свойства универсальности данный спектр был назван «универсальный спектр периодов» (УСП).

Одной из особенностей УСП является его «биологическая активность»: кроме случаев, рассмотренных в [27], данный спектр был обнаружен при анализе временных рядов флуктуаций хемилюминесценции планарий [32], флуктуаций температуры тела у мелких млекопитающих и птиц [33], в том числе отличающимся уровнем основного обмена [34]. Важным результатом [34] является установление связи между УСП и окологосовыми ритмами (ОР) биологических систем [35–36], которые активно изучаются начиная с середины прошлого века и к настоящему времени обнаружены для биологических систем различного уровня организации – от клеточного до организменного.

В литературе [35–36] бытует мнение об эндогенной природе ОР. Однако многочисленные попытки выявить эндогенный ОР-синхронизатор остались безуспешными. В работе [37] приведены результаты исследований кросс-

спектров во временных рядах флуктуаций температуры мелких млекопитающих для синхронных массивов временных рядов, полученных для двух групп животных, находящихся в разных местах. Было получено, что УСП значительно лучше выражен в случае пространственно-разнесенных измерений [37]. Эти результаты однозначно указывают на то, что ОР-синхронизатор является внешним. Такой вывод не кажется удивительным, так как, в силу совпадения ОР и УСП спектров, фактор, обеспечивающий ОР-синхронизацию, обуславливает также УСП.

Удивительно другое: по предварительным данным УСП во временных рядах биологического происхождения выражен значительно лучше, чем в случае «физических» временных рядов. На наш взгляд это может быть объяснено «биологическим импринтингом» периодов УСП: так как биологическая эволюция происходила на фоне уже существующего УСП, то в процессе формирования биологических ОР-систем произошла их настройка на частоты УСП. То есть в случае ОР-периодов ситуация в чем-то аналогична орбитальным периодам тел Солнечной системы: имеется совокупность автоколебательных систем, которые синхронизированы некоторым очень слабым внешним УСП-воздействием.

Следующий шаг был сделан в работе [38], где, используя данные, приведенные в [39], было показано совпадение УСП с вращательными периодами астероидов. Работа [38] явилась переломной в том смысле, что до нее фактор, ответственный за УСП-ритмику, мыслился имеющим «земное» происхождение. После [38] стал очевидным его глобальный характер. Как оказалось, степень его «глобальности» не ограничивается масштабами Солнечной системы, как можно было бы предположить, исходя из [38]. Это обнаружилось в работе [40], в которой было показано совпадение УСП с частотами, найденными в спектрах астрофизических мазеров [41]. В дальнейшем было показано совпадение УСП с вращательными периодами двойных звездных систем [42].

Таким образом, мы можем заключить, что фактор, ответственный за УСП, имеет глобальный космофизический характер. Можно предположить, что вся совокупность периодов, рассмотренных в настоящей статье, является частью некоторой глобальной космической ритмики. В пользу этого предположения говорят, например, результаты серии работ С. Петца с соавторами [43. С. 62–63], в которых было показано, что множество периодов из диапазона от 57,3 года до 1,64 млрд лет может быть описано соотношением

$$T_{n,k} = T_0 \frac{3^k}{2^m}, \quad (4)$$

где  $T_0 = 114,572218767559$ ,  $k$ ,  $m$  – целые числа. В работе [44] показано дальнейшее развитие исследований, начатых [43] в области малых периодов. Таким образом, исходя из [43–44] можно заключить, что периоды, начиная от  $\sim 10^{-15}$  с и заканчивая 1,64 млрд лет, подчиняются (4), формируя самоподобную фрактальную последовательность. Следовательно, можно предположить, что фактор, ответственный за формирование рассмотренных в настоящей работе универсальных периодов, имеет масштаб, соизмеримый с размерами Вселенной.

В современной научной картине мира имеется, пожалуй, единственный принцип, действующий в масштабах всей Вселенной и могущий быть причиной наблюдаемой синхронизации – принцип Маха [45]. Данный принцип, как отмечено в [46], осуществляя связь по принципу «всё-со-всем» может быть тем действующим фактором, который, с одной стороны, ведет к глобальной синхронизации автоколебательных систем от микро- до мегамира, а с другой – является причиной возникновения наблюдаемого универсального спектра периодов в глобальном масштабе. Таким образом, принцип «максимальной резонансности» – тотальной синхронизации А.М. Молчанова отражает фундаментальную особенность нашего мира и для Вселенной в целом синонимичен принципу Маха.

### Литература

1. Данилов Ю.А., Смородинский Я.А. Иоганн Кеплер: от «Мистерии» до «Гармонии» // Успехи физических наук. 1973. Т. 109. Вып. 1. С. 175–209.
2. Молчанов Альберт Макарьевич: библиографический указатель / сост. И.В. Флоринский. Пущино: Институт математических проблем биологии РАН, 2012. 124 с.
3. Молчанов А.М. Резонансы в многочастотных колебаниях // ДАН. 1966. Т. 168. № 2. С. 284–287.
4. Molchanov A.M. The resonant structure of Solar System // Icarus. 1968. V. 8. P. 203–215.
5. Молчанов А.М. Гипотеза резонансной структуры Солнечной системы // Пространство и Время. 2013. № 1 (11). С. 34–48.
6. Molchanov A.M. Resonances in complex systems: a reply to critiques // Icarus. 1969. V. 11. P. 95–103.
7. Пиковский А., Розенблюм М., Куртс Ю. Синхронизация. Фундаментальное нелинейное явление. М.: Техносфера, 2003. 508 с.
8. Панкратов А.К., Нарманский В.Я., Черных Н.С., Корниенко А.П., Владимирский Б.М. К вопросу о резонансных свойствах Солнечной системы // Известия Крымской астрофизической обсерватории. 1996. Т. 93. С. 53–57.
9. Allen C.W. Astrophysical quantities. London, 1985.
10. Карачкина Л.Г., Прокофьева В.В. Наблюдательные проявления резонансов в главном поясе астероидов // Околосолнечная астрономия XXI века: сборник трудов конференции 21–25 мая 2001. Звенигород. С. 245–251.
11. Бутусов К.П. Волновая космогония Солнечной системы. СПб.: Невская жемчужина, 2004. С. 252.
12. Горькавый Н.И., Фридман А.М. Физика планетных колец. М.: Наука, 1994.
13. Чечельницкий А.М. Волновая структура, квантование и мегаспектроскопия Солнечной системы // Динамика космических аппаратов и исследования космического пространства. М.: Машиностроение, 1986. С. 56–76.
14. Гулак Ю.К. Статистическое квантование в микро- и макросистемах с притягивающим центром // Некоторые вопросы физики космоса. М., 1974. С. 95–114.
15. Козелов В.П. Солнечная активность и динамика Солнечной системы // Пудовкин М.И., Козелов В.П., Лазутин Л.Л., Трошичев О.А., Чертков А.Д. Физические основы прогнозирования магнитосферных возмущений. Л.: Наука, 1977. С. 86–147.
16. Abreu J.A., Beer J., Ferriz A. et al. Is there a planetary influence on Solar Activity? // Astronomy and Astrophysics. 2012. V. 548. A88. P. 1–19.
17. Котов В.А. Сорок лет измерения общего магнитного поля Солнца. Взгляд из сегодня // Известия Крымской астрофизической обсерватории. 2009. Т. 105. № 1. С. 76–90.

18. *Bhatnagar S.P., Verma S.D.* In Conference paper of 20<sup>th</sup> Intern. Cosmic Ray Conf. 1987. Vol. 4. P. 210.
19. *Gul'elmi A., Zotov O.* The human impact on the P<sub>c1</sub> wave activity // *Journal of Atmospheric Solar terrestrial Physics*. 2007. V. 69. P. 1753–1758.
20. Владимирский Б.М., Темуриянц Н.А. Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу. М.: МНЭПУ, 2000. 374 с.
21. Горшков М.М. Планеты, Солнце и биосфера // *Биофизика*. 1992. Т. 37. № 4. С. 805–816.
22. *Gaiquelin M.* Neo-Astrology. Arkana, 1991. P. 193.
23. Гоклен М. Досье космических влияний. М.: Крон-пресс, 1998. 345 с.
24. *Ertel S., Irving K.* The Tenacious Mars Effect, Urania Trust, 1996. P. 43–60.
25. Владимирский Б.М. Солнечная активность и общественная жизнь. Космическая историометрия от первых российских космистов до наших дней. М.: URSS, 2013. 192 с.
26. Панчелюга В.А., Панчелюга М.С. Фрактальная размерность и гистограммный метод: методика и некоторые предварительные результаты анализа шумоподобных временных рядов // *Биофизика*. 2013. Т. 58. Вып. 2. С. 377–384.
27. Панчелюга В.А., Панчелюга М.С. Локальный фрактальный анализ шумоподобных временных рядов методом всех сочетаний в диапазоне периодов 1-115 мин // *Биофизика*. 2015. Т. 60. Вып. 2. С. 395–410.
28. Панчелюга В.А., Панчелюга М.С., Диатроптов М.Е. Локальный фрактальный анализ флуктуаций скорости альфа-распада методом всех сочетаний в диапазоне периодов 120–300 мин. // Система «Планета Земля». М.: ЛЕНАНД, 2022. С. 69–73.
29. *Masters T.G., Widmer R.* Free oscillations: frequencies and attenuations. In *Global Earth physics: a handbook of physical constants* / ed. by Thomas J. Ahrens, American Geophysical Union, 1995. P. 104–125.
30. Панчелюга В.А., Панчелюга М.С., Серая О.Ю. Предварительные результаты исследования внутрисуточных периодов во временных рядах флуктуаций скорости альфа-распада // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике. 2016. Т. 13. Вып. 2. № 25. С. 211–216.
31. Баркин Ю.В. Свободные трансляционные колебания системы «ядро-мантия» Земли и вариации природных процессов с часовыми периодами // *Нелинейный мир*. 2007. Т. 5. № 1–2. С. 101–109.
32. *Panchelyuga V.A., Tiras Kh.P., Novikov K.N., Panchelyuga M.S., Nefedova S.E., Seraya O.Yu.* On universal nature of periods spectrum in time series of planaria chemiluminescence // *CEUR Workshop Proceedings*. 2020. Vol. 2763. P. 61–63. [https://doi.org/10.30987/conferencearticle\\_5fce2772a65345.94638332](https://doi.org/10.30987/conferencearticle_5fce2772a65345.94638332)
33. Диатроптов М.Е., Панчелюга В.А., Панчелюга М.С. Динамика температуры тела у мелких млекопитающих и птиц в 10-120-минутном диапазоне периодов // *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 2020. Т. 169. № 6. С. 706–711.
34. Диатроптов М.Е., Панчелюга В.А., Панчелюга М.С., Суков А.В. Околочасовые ритмы температуры тела у млекопитающих и птиц с разным уровнем обмена веществ // *Доклады российской академии наук. Науки о жизни*. 2020. Т. 494. № 1. С. 472–476.
35. *Ultradian rhythms in life processes* / D. Lloyd, E.L. Rossi (Eds.). Springer-Verlag, 1992. 419 p.
36. Бродский В.Я. Околочасовые метаболические ритмы // *Биохимия*. 2014. Т. 79. Вып. 6. С. 619–632.
37. Панчелюга В.А., Панчелюга М.С. О возможной внешней обусловленности спектра околочасовых периодов // *Актуальные вопросы биологической физики и химии*. 2021. Т. 6. № 3. С. 393–399.
38. Панчелюга В.А., Панчелюга М.С. О совпадении спектра периодов в флуктуациях скорости альфа-распада со спектром вращательных периодов астероидов // *Материалы XV Международной конференции «Финслеровы обобщения теории относительности» (FERT-2019)* / ред. Д.Г. Павлов, В.А. Панчелюга. М.: 11-й формат, 2019. С. 27–29.

39. Панкратов А.К., Нарманский В.Я., Владимирский Б.М. Резонансные свойства Солнечной системы, солнечная активность и вопросы солнечно-земных связей. Симферополь: Гелиоритм, 1996. 77 с.
40. Панчелюга В.А., Владимирский Б.М., Панчелюга М.С. О совпадении спектра периодов во временных рядах флуктуаций скорости альфа-распада с периодическими компонентами в спектрах астрофизических мазеров // Система «Планета Земля». М.: ЛЕНАНД, 2019. С. 115–118.
41. Siparov S., Samodurov V., Laptev G. Origin of observed periodic components in astrophysical maser's spectra // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2017. 467. P. 2813–2819.
42. Панчелюга В.А., Панчелюга М.С., Лесных В.Н. О совпадении вращательных периодов двойных звездных систем с периодами в флуктуациях процессов различной природы // Известия института инженерной физики. 2021. № 4 (в печати).
43. Puetz S.J., Prokoph A., Borchardt G., Mason E.W. Evidence of synchronous, decadal to billion-year cycles in geological, genetic, and astronomical events. // Chaos, Solitons & Fractals. 2014. P. 55–75.
44. Коломбет В.А., Лесных В.Н., Панчелюга В.А. Универсальный спектр утраивающихся периодов // Метафизика. 2021. № 4. С. 98–106.
45. Владимиров Ю.С., Терещенко Д.А. Развитие представлений о принципе Маха // Метафизика. 2019. № 1 (31). С. 62–74.
46. Панчелюга В.А., Панчелюга М.С. Принцип Маха и универсальный спектр периодов: ком-плементарные фрактальные распределения как следствие рациональных и иррациональ-ных отношений между частями целостной системы // Метафизика. 2021. № 2. С. 39–56.

## THE RESONANT STRUCTURE OF SOLAR SYSTEM – HALF A CENTURY OF REFLECTION AND DISCUSSION

B.M. Vladimirovsky<sup>1\*</sup>, V.A. Panchelyuga<sup>2\*\*</sup>

<sup>1</sup>*Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky  
4 Academician Vernadsky Avenue, Simferopol, Republic of Crimea,  
295007, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of RAS  
3 Institutskaya St, Pushchino, Moscow Region, 142290, Russian Federation*

**Abstract.** The article summarizes ideas of A.M. Molchanov about cooperative property of the Solar system – its “maximum synchronicity”. The general scientific significance of the principle of “maximum synchronicity” is discussed on an interdisciplinary basis. It is noted that the considered theoretical ideas have received numerous observational confirmations. In recent decades, it has been shown that: solar activity are involved in general dynamic of solar system; special resonance periods were found in the dynamics of the solar system; found correlations of variations in the total magnetic field of the Sun and the dynamics of planets; the important role of synchronization in the formation of the fine structure of Saturn's rings is shown. Synchronicity is found in many phenomena in the habitat of our planet.

**Keywords:** synchronization, resonance, periods, “maximum synchronicity”, solar system, biosphere.

---

\* E-mail: bvlad@yandex.ru

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

---

---

# МЕТАФИЗИЧЕСКАЯ РОЛЬ ЧИСЕЛ

---

---

DOI: 10.22363/2224-7580-2021-4-119-158

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЕЛ И РЕЗОНАНС\*

К. Домбровский, К. Станюкович

*Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы  
Российская Федерация, 119361, Москва, ул. Озерная, д. 46*

**Аннотация.** В статье обсуждены вопросы соотношения периодов колебаний физических систем с проблемой распределения рациональных чисел на числовой оси. Рассмотрено также представление чисел цепными дробями. Особое внимание уделено физическим следствиям соотношений периодов колебаний, таких как связь «золотого сечения» с законом распределения планетных расстояний, связь закономерностей процессов передачи информации с реализованной в природе чувствительностью человеческого глаза.

**Ключевые слова:** периоды колебаний, резонанс, рациональные числа, цепные дроби, золотое сечение, планетные расстояния, чувствительность человеческого глаза.

### 1. Числа и колебания

Первые исследования резонанса и его зависимости от чисел восходят еще к Пифагору, благодаря которому, по-видимому, были установлены количественные взаимоотношения при взаимодействии простейших колебательных систем – одновременном звучании нескольких струн.

Двумя тысячелетиями позже, трудами Галилея и Гюйгенса был сделан следующий существенный шаг в этой области – открытие изохронности качаний маятника позволило применить колебания систем для измерения времени.

Далее получено математическое обобщение понятий кругового, колебательного и вообще любого периодического движения и применения этого обобщения к таким областям знания, как физика, астрономия, биология... Но

---

\* Текст публикации подготовил В.А. Панчелюга на основе манускрипта, предоставленного Д.Д. Рабунским.

только в начале двадцатого столетия Макс Планк в своей статье «Единство физической картины мира» четко сформулировал мысль, что, по существу, все обратимые процессы имеют колебательную природу:

«Мы выразим суть второго начала термодинамики, – пишет Планк, – если скажем, что в природе существуют необратимые процессы. Поэтому изменения в природе имеют одностороннее направление. С каждым отдельным необратимым процессом мир делает шаг вперед, следы которого остаются неизгладимыми. Образцами необратимых процессов являются кроме трения, теплопроводность, диффузия, электропроводность, излучение света и тепла, распад атомов радиоактивных веществ и др. Примером обратимых процессов являются движение планет, свободное падение в безвоздушном пространстве, незатухающее движение маятника, распространение волн света и звука без поглощения и дифракции, незатухающие электрические колебания и т.п. Все эти процессы или сами по себе периодичны, или же могут быть целиком обращены при помощи соответствующих приемов так, чтобы в природе не осталось больше других изменений» [1].

Это высказывание Макса Планка имеет очень глубокое значение, так как дает подход к пониманию односторонней направленности хода времени.

Связь теории колебаний с теорией чисел восходит к самым глубоким представлениям о природе. Всюду в доступной нашему наблюдению части Вселенной действуют, насколько мы можем судить, одни и те же закономерности колебательных процессов и справедливы одни и те же отношения между числами, которые мы наблюдаем на нашей Земле. Собственно, уже сам факт, что мы можем видеть или фиксировать приборами излучение наиболее удаленных объектов Метагалактики, исследовать их спектры, говорит о том, что в пределах, доступных нашему наблюдению, действуют одни и те же физические законы электромагнитных колебаний. Излучения самых далеких галактик имеют ту же физическую природу, что и огонек свечи в домике лесника. И здесь и там мы имеем дело с вполне аналогичными квантово-механическими процессами, и это служит наиболее наглядным подтверждением известного философского тезиса о материальном единстве мира.

Но мы можем не только видеть далекие источники излучения, мы можем их сосчитать. Этот простой, казалось бы такой самоочевидный, факт позволяет утверждать, что в пределах наблюдаемой нами части Метагалактики действуют те же самые числовые закономерности, что и на нашей Земле.

Но отсюда следует весьма важный вывод: если где-то во Вселенной существует разумная жизнь, а с возможностью этого мы обязаны считаться, то, какие бы странные формы она ни приняла, при достаточном уровне развития разума, инопланетяне должны создать такую же и только такую же числовую теорию, как и та, которая создана людьми на Земле. Потому что числа и законы, их связывающие, есть объективная реальность, присущая нашему миру, подобно законам тяготения или электродинамики. В наших построениях мы исходим из убеждения, что числа и их отношения, и вообще все то, что понимается под словом «математика», есть объективное свойство нашего мира и ни в коей мере не зависит от воли отдельных людей. Роль ученых

сводится лишь к пониманию, выяснению тех или иных объективно существующих закономерностей. В конце концов вся математика начинается с нескольких элементарных понятий – целых чисел, их отношений, простейших арифметических действий. Из этих элементов путем логических построений возводится все стройное и величественное здание современной математики. Причем, и это важно отметить, выводится совершенно однозначно, одним-единственным способом, хотя к этому объективному знанию часто можно прийти самыми различными путями. Это следствие того, что числа, как и другие физические закономерности, являются объективной реальностью, а не созданием чьей-либо мысли.

Такой объективный характер связи физических и даже физико-логических процессов и некоторых числовых соотношений с полной ясностью проявляется, например, при исследовании музыкальной гармонии и явлений резонанса. Еще пифагорейцами было установлено, что наиболее «чистые», приятные для слуха сочетания звуков получаются, когда длина струны и, соответственно, частота колебаний находятся в простых рациональных отношениях, то есть выражаются отношениями небольших целых чисел. В этом случае при одновременном звучании двух струн возникает явление резонанса – взаимного усиления колебаний. И наоборот, в том случае, когда длины струн находятся в иррациональном отношении, например  $1 : \sqrt{2}$ , резонанс не возникает, а одновременное звучание двух таких струн воспринимается как раздражающий диссонанс. Галилей в своей знаменитой книге «Дискорси...» по этому поводу писал: «...причина формы музыкальных интервалов лежит... в отношении между числами колебаний... Установив это, мы можем с большой уверенностью найти основание тому, почему при многих звуках, различных по тону, некоторые воспринимаются нами с удовольствием, иные нам менее приятны и третьи, наконец, производят крайне неприятное ощущение, то есть найти основание для более совершенных консонансов и диссонансов. Неприятное впечатление от последних происходит, думается мне, от несогласованности колебаний, производимых двумя различными тонами и беспорядочно поражающих наш слух: особенно резким является диссонанс в том случае, когда числа колебаний несоизмеримы, например, если при двух в унисон настроенных струнах заставить звучать струну и часть, относящуюся ко всей струне, как сторона квадрата к его диагонали, диссонанс, подобный тритону или полудиапенте» [2].

Исследованиями Пифагора и Галилея была установлена четкая связь между такой тонкой эстетической категорией, как эмоциональное воздействие музыки, и сухой, прозаически точной наукой – теорией чисел.

Теория чисел – это одна из самых отвлеченных, наиболее абстрактных ветвей математики, но в то же время она лучше других поддается простой опытной проверке и это роднит ее с такими, традиционно экспериментальными, областями знания, как физика или техника. В наше время в связи с развитием ЭВМ и цифровых методов моделирования действительности теория чисел приобретает особое значение. Многие закономерности микромира определяются простыми целочисленными отношениями, которые, по наблюдениям Галилея, определяют музыкальную гармонию и то, что мы сейчас

называем резонансом. Все это обуславливает тот интерес и внимание, которые сегодня привлекают к себе закономерности распределения чисел на числовой оси и связь этого распределения с явлением резонанса.

Еще математики Древней Греции обратили внимание на кажущуюся случайность и беспорядочность последовательности простых чисел в натуральном ряду. Их распределение в начале числовой оси знакомо всем, но до сих пор таит неразрешимые загадки. Этой проблемой занимались Евклид и Эратосфен, Эйлер и Гаусс, Дирихле и Риман. Значительные успехи в поисках закона распределения простых чисел были достигнуты русской математической школой – П.Л. Чебышевым и, уже в наше время, – И.М. Виноградовым. Однако полное решение этой задачи до сих пор не найдено.

Вопросом же о распределении на числовой оси рациональных чисел таких чисел, которые могут быть представлены несократимой дробью  $p/q$ , занимались меньше, может быть, потому, что сама возможность его постановки не была очевидной. Действительно, если, как это следует из теории, между двумя любыми рациональными числами, как бы близко одно от другого они ни были расположены, можно разместить бесконечно много других рациональных чисел, то, казалось бы, этим и исчерпывается проблема их распределения на числовой оси. Сам вопрос о возможности существования какого-то закона их распределения на числовой оси, подобного закону распределения простых чисел, мог представиться не имеющим смысла. Казалось бы – как можно обсуждать вопрос о плотности в той или иной части числовой оси, если известно, что всюду она равна бесконечности?

Все это верно и не может быть предметом спора или даже обсуждения. И все же... Целый ряд фактов, известных уже со времен ученых древности, говорит о том, что некоторые процессы и явления, например, все системы, чье состояние определяется взаимодействием нескольких осцилляторов, ведут себя существенно различно в зависимости от того, в какой точке числовой оси находятся те рациональные числа, которыми приближенно выражается отношение периодов их колебаний.

Простейший пример тому, приводимый еще Галилеем, – это явление резонанса в системе из трех струн, собственные периоды колебаний которых относятся как рациональные числа – 1:1.5:1.414. В музыке эти отношения называются квинта и увеличенная кварта. Каждый, кто хоть немного знаком с теорией музыки, легко поймет, а другим не остается ничего иного, как поверить на слово, что хотя разница между числами 1.5 и 1.414 не так уж велика – 0.086, но в одном случае получается приятный для слуха гармоничный аккорд, а в другом – резкий раздражающий диссонанс. Объяснить это можно лишь близостью рационального числа 1.414 к иррациональному числу  $\sqrt{2}$ , равному 1.41421...

Более глубокое и строгое исследование подобной проблемы – влияния малых отклонений от условий резонанса – содержится в проведенном В.И. Арнольдом доказательстве теоремы А.Н. Колмогорова об устойчивости Солнечной планетной системы. В этой работе с полной ясностью выступает значение не только равенства, но и близости отношений периодов колебаний к тем или иным иррациональным числам [6; 8].

## 2. Неравномерность распределения рациональных чисел

Наше познание мира происходит различными способами, разными методами человеческого мышления. Физико-математическое описание или, говоря более широко, естественнонаучное познание в конечном итоге приводит к тому, что все более или менее сложные явления природы мы вынуждены записывать в виде дифференциальных или интегральных уравнений. Решая их, мы обнаруживаем зависимости, которые называем законами природы. Эти уравнения позволяют довести объяснение конкретного явления до числа, дают ему количественную оценку. Именно такие числовые параметры являются наиболее объективными характеристиками исследуемых процессов.

Явления природы описываются числами, которые имеют разные размерности, разный физический смысл. Например, масса выражается в килограммах, сила – динах, скорость – в сантиметрах или километрах в секунду, смотря по тому, какой диапазон мы берем. Однако наиболее важными числовыми характеристиками, связанными с нашим изучением макро- и микромира, являются безразмерные величины, то есть такие величины, которые не меняют своего значения при изменении единиц измерения. Например, отношение диаметра к длине окружности –  $\pi$ . Они могут выражаться как рациональными, так и иррациональными числами. Такие величины играют наиболее существенную роль во всех научных исследованиях. При этом следует заметить, что в наших измерениях, расчетах и вычислениях, будь то размеры галактик или площадь комнаты, мы всегда пользуемся исключительно только рациональными числами с ограниченными числителями и знаменателями, несмотря на то, что они составляют лишь бесконечно малую долю всех действительных чисел.

В то же время фактические отношения двух любых физических величин почти всегда или с вероятностью, бесконечно мало отличающейся от достоверности, выражаются числами иррациональными. Это следует хотя бы уже из того, что их бесконечно больше, чем рациональных. Но тогда получается, что такие символы, как  $e$ ,  $\pi$ ,  $\sqrt{2}$  и т.п., имеют значение лишь пустых математических абстракций, точно отражающих идеализированную действительность и никогда не реализуемых ни в фактических измерениях, ни в наших, даже самых точных, вычислениях, так как любой измерительный прибор, любая ЭВМ могут оперировать лишь с рациональными числами с ограниченными знаменателями. Поэтому в тех реальных измерениях, которые мы способны производить, отношение диагонали квадрата к его стороне всегда выражается только приближенно, рациональным числом, дробью 1.4142..., которая, правда, может быть вычислена с любой степенью точности, но остается при этом всегда лишь более или менее хорошей аппроксимацией истинного значения, которое, однако, принципиально никогда не может быть реализовано. Поэтому всякое наше вычисление, всякое наше знание по необходимости всегда неточно, приближительно. Все это, впрочем, является всего лишь приложением к теории чисел понятий, развивающейся в последние

годы теории нечетких множеств, таких множеств, границы которых не могут быть точно определены.

Для большинства случаев практической деятельности не имеет значения – рациональными или близкими к ним иррациональными числами выражаются отношения тех или иных величин. Но есть обширный и весьма важный круг явлений, для которых арифметическая природа чисел имеет решающее значение – это все физические процессы, связанные с явлением резонанса – механические вибрации, радио, музыка, устойчивость колебательных систем, таких, например, как Солнечная планетная система, наконец, наши речь, слух и зрение.

Во всех этих случаях связь физического процесса и теории чисел обусловлена тем, что явление резонанса может возникнуть лишь при простых рациональных отношениях периодов колебаний двух осцилляторов, – «простых» в том смысле, что числитель и знаменатель малы по их абсолютной величине, таких, например, как  $1/1$ ,  $2/3$  и т.п. И наоборот, резонанс принципиально не может возникнуть при иррациональном отношении периодов. Для резонанса необходимо периодическое совпадение фаз колебаний двух взаимодействующих осцилляторов, совпадение собственной частоты приемника и частоты возбуждающих колебаний. Только благодаря этому мы можем видеть и слышать. Но при иррациональном отношении периодов такое совпадение невозможно. Раз случившись, оно уже никогда не может точно повториться в силу несоизмеримости периодов. Это имеет место, например, при одновременном звучании нот ДО и ФА-ДИЕЗ темперированного строя рояля, отношение периодов которых равно единице к корню из двух, чем и объясняется неприятное для слуха ощущение диссонанса, отмеченное еще Галилеем.

Но такое рассуждение производит впечатление порочного, потому что приводит к противоречию: ведь если технически невозможно изготовить такие эталоны длины, времени или частоты колебаний, которые выражались бы точно рациональными числами, если, как утверждает «царица наук» математика, строго рациональные отношения двух величин могут встретиться лишь как бесконечно редкие исключения, то явление резонанса должно быть вообще технически не реализуемым.

Но тогда встает естественный вопрос: почему же все-таки обваливаются мосты и разрушаются фундаменты машин под воздействием колебаний, «попавших в резонанс»? Как могут в этом случае существовать музыка или телевидение, целиком основанные на явлении резонанса?

Но так как существование музыки и телевидения не оставляет сомнений, остается предположить, что для возникновения резонанса совсем не нужно, чтобы периоды колебаний находились точно в рациональном отношении, например  $1/2$ ; достаточно, если это отношение будет выполняться приблизительно, скажем, не  $1/2$ , а  $1/1.999999$ . Чем точнее – тем лучше, тем сильнее будет сказываться резонанс, тем чище будет звучать музыкальный аккорд. И это полностью подтверждается практикой – при плавном изменении возбуждающей частоты резонанс возникает не сразу, а постепенно усиливается по мере приближения отношения частот к критическому значению. То же

относится и, наоборот, к случаю отсутствия резонанса при иррациональном отношении периодов; достаточно, чтобы оно было близко к некоторым (но не всяким!) иррациональным числам. Иными словами, при отношении периодов иррациональном, но близком к рациональному числу с малыми числителем и знаменателем резонанс будет иметь место, а при отношении периодов тоже иррациональном, но близком к некоторому иррациональному числу резонанс возникнуть не может. Это полностью соответствует действительности и неосознанно постоянно применяется людьми на практике на протяжении уже многих тысячелетий. Настройка всякого музыкального инструмента всегда сводится к достижению возможно более близкого, но никогда не абсолютно точного отношения периодов колебаний двух струн.

Хорошую очень наглядную иллюстрацию того, что природа лишь весьма приближенно, округляя в духе нечетких множеств, оценивает арифметическую природу чисел, можно наблюдать на экране осциллографа. Известен метод сравнения частот колебаний электрического напряжения, основанный на появлении на экране осциллографа так называемых фигур Лиссажу. Они возникают, когда на вертикальные и горизонтальные отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки подаются напряжения разной частоты. Если отношение частот равно  $1/1$ , то на экране видно изображение круга или эллипса, если отклоняющие напряжения не равны между собой. Если отношение частот равно  $1/2$  – на экране видно характерное изображение в форме восьмерки.

При отношениях частот  $5/4$ ,  $2/3$ ,  $7/5$  образуются более сложные фигуры, состоящие из горизонтальных и вертикальных петель, вписанных в прямоугольник. Число вершин этих петель на вертикальной и горизонтальной сторонах прямоугольника равно отношению частот. Если теперь плавно изменять это отношение, увеличивая или уменьшая одну из частот, то, естественно, картина на экране будет претерпевать ряд изменений, соответствующих различным соотношениям частот. При этом количество устойчивых стационарных картинок, которые удастся получить, зависит от электрических параметров прибора и обычно на небольшом интервале отношений измеряется единицами или десятками, в то время как число рациональных чисел на любом участке числовой оси равно бесконечности. Иными словами, технический прибор не чувствует разницы между иррациональными числами и рациональными, но с большими числителями и знаменателями. Но с другой стороны, при отношении частот промежуточном между двумя устойчивыми изображениями, на экране возникает сплошная «мазанка» – беспорядочное петлеобразное движение луча, не образующее какой-либо устойчивой картины. Такое изображение соответствует иррациональному отношению периодов или дроби с очень большими числителем и знаменателем.

Вообще говоря, в согласии с теорией, при плавном изменении настройки осциллографа, отношение частот бесконечное число раз проходит через все рациональные и иррациональные промежуточные значения и, подобно предыдущему порочному рассуждению, следовало ожидать, что устойчивые изображения будут встречаться как бесконечно редкие исключения, однако этого не наблюдается. Создается впечатление, что природа как бы

«предпочитает» использовать в своих проявлениях числа с малыми знаменателями или не все, а лишь некоторые избранные иррациональные числа вроде  $\sqrt{2}$ . В данном случае возможностью получать устойчивые изображения мы обязаны тому, что любой осциллограф, как, впрочем, и любой другой физический прибор, в той или иной мере округляет свои показания. Это следствие того, что всякий прибор состоит из физических элементов – емкостей, индуктивностей, сопротивлений и т.д., всегда имеющих конечные значения своих параметров, конечное быстродействие и всегда обладающих в большей или меньшей степени инерцией или ее электрическим аналогом. Вообще это можно рассматривать как одно из проявлений обобщенного закона инерции, который утверждает, что в природе все производные всех процессов всегда конечны. Именно поэтому, в зависимости от чувствительности прибора, мы можем видеть ряд устойчивых изображений, когда отношения частот приблизительно соответствуют отношениям небольших целых чисел, и, наоборот, смазанное изображение с бесконечным числом петель, когда отношение частот оказывается близким к некоторым, но далеко не всем иррациональным числам.

Все это приводит к парадоксальному, на первый взгляд, предположению, что распределение рациональных чисел на числовой оси хотя и всюду плотно, но в то же время обладает некоторой качественной неоднородностью, которую можно трактовать как неодинаковую плотность рациональных чисел на тех или иных участках числовой оси. О том же говорит и следующий факт: известно, что существует однозначное соответствие между всеми рациональными числами вида  $p/q$  и обратными им числами вида  $q/p$ . Казалось бы, что отсюда, опираясь на то же утверждение о всюду плотном распределении рациональных чисел, должно следовать, что количества рациональных чисел на любых двух единичных отрезках числовой оси эквивалентны между собой, то есть, что, например, всеми числами отрезка от нуля до единицы можно установить однозначное соответствие со всеми числами от единицы до двух или с любым другим единичным отрезком. Однако это не так. В этом легко убедиться. Например, на отрезке  $0 \div 1$  имеется число  $3/11$ , но на отрезке  $1 \div 2$  обратного ему числа  $11/3$  нет, так как это число, принадлежащее этому отрезку, имеет соответствующее ему обратное число среди чисел, расположенных между нулем и единицей. Иными словами, распределение рациональных чисел на числовой оси от нуля до единицы и от единицы до бесконечности «симметрично» относительно точки с абсциссой, равной 1. Влево от этой точки рациональные числа как бы все больше сгущаются по мере приближения к нулю, и наоборот, по мере удаления от единицы к бесконечности они встречаются все реже, сохраняя при этом способность всюду плотно заполнять числовую ось.

Отсюда уже нетрудно перейти к предположению, что рациональные числа расположены на числовой оси плотнее в окрестности рациональных дробей с малыми числителями и знаменателями и, наоборот, реже в окрестностях некоторых иррациональных чисел. Этим можно легко объяснить то, что «мазанка» на экране осциллографа или диссонанс на рояле возникают не

при всех иррациональных отношениях частот, которых бесконечно много, а лишь при некоторых, как бы «избранных» по какому-то, неизвестному нам признаку.

Если предположение о неравномерном распределении рациональных чисел на числовой оси верно, то взаимодействие двух струн или вообще резонанс двух осцилляторов будет тем меньше, чем меньше плотность рациональных чисел в окрестностях той иррациональной точки числовой оси, которой соответствует отношение частот этих двух осцилляторов. И наоборот, резонанс будет усиливаться, когда это отношение приблизится к максимуму плотности.

С точки зрения феноменологической это утверждение тысячекратно проверено практикой. Принципиально новым здесь является утверждение, что резонанс определяется внутренней структурой множества рациональных чисел, тем, что это множество, несмотря на то что оно всюду плотно, на каждом конечном отрезке неоднородно по плотности.

### 3. Распределение рациональных чисел на числовой плоскости

Когда речь идет о распределении на числовой оси простых чисел, это распределение может быть изображено графически с исчерпывающей наглядностью – точками на прямой линии, изображающей числовую ось, или в форме графика некоторой функции – числа простых чисел, не превосходящих данное, или функции плотности – отношением числа простых чисел на данном отрезке ко всем числам отрезка.

К рациональным числам такой простой геометрический образ неприменим в силу того, что на любом отрезке числовой оси они расположены всюду плотно. Поэтому для получения наглядной картины распределения рациональных чисел приходится пользоваться иными геометрическими образами, например представлением точечной числовой плоскости Минковского. Эта числовая плоскость, или, как ее еще называют, «решетка чисел», представляет собой часть плоскости, на которой отмечены все точки, имеющие целочисленные координаты. Каждой такой точке можно приписать значение определенной дроби – рационального числа, у которого числитель  $p$  – ордината, а знаменатель  $q$  – абсцисса. Тогда на бесконечной плоскости можно получить систему точек, соответствующую всем возможным комбинациям пар целых чисел, среди них, разумеется, и всем рациональным числам.

Впервые закономерности, связанные с такими числовыми решетками, исследовал К. Гаусс, но наиболее глубокое применение и развитие они нашли в работе «Геометрия чисел» Г. Минковского, положившей начало самостоятельному разделу теории чисел того же названия. Применение такого чисто геометрического образа в абстрактной теории чисел обосновано тем, что, как заметил Г. Минковский, «некоторые предложения, почти очевидные при рассмотрении фигур в  $n$ -мерном евклидовом пространстве, имеют глубокие следствия в теории чисел» [3].

В последующем изложении мы ограничимся рассмотрением только двумерной, плоской решетки и только ее первого квадранта, а в некоторых

случаях, из-за очевидной симметрии, даже только первого октанта, так как распространение полученных закономерностей на все поле рациональных чисел не представляет принципиальных затруднений.

В своих исследованиях по теории чисел различные авторы пользовались представлением только так сказать «полной» числовой решетки, то есть такой решетки, которая включает в себя все без исключения точки числовой плоскости, имеющие целочисленные координаты. Разумеется, в такой решетке точки расположены совершенно равномерно и их плотность всюду одинакова.

Если пойти несколько дальше и исключить из числовой плоскости Минковского все точки, координаты которых имеют общий делитель, отличный от единицы, то на этой плоскости останутся только собственно рациональные числа  $p/q$  или несократимые дроби. Следует особо подчеркнуть, что их распределение на плоскости однозначно определяется порядком чисел в натуральном ряде и, следовательно, является такой же объективной реальностью, как и сам натуральный ряд чисел (рис. 1).

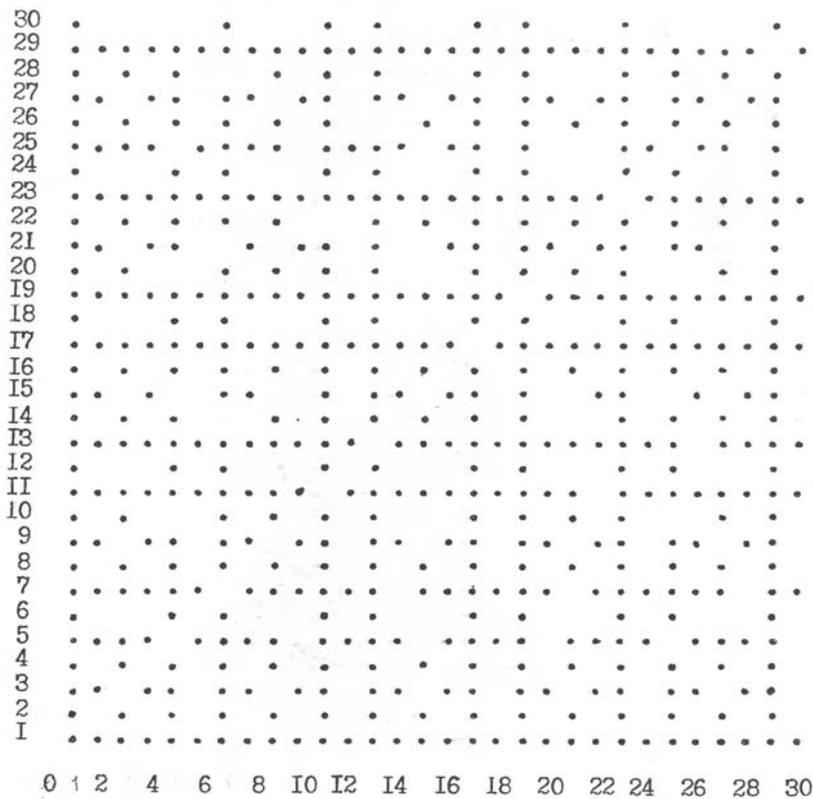


Рис. 1

Неограниченно расширяя числовую плоскость, таким способом можно обозначить положение любого рационального числа, и в этом смысле вся операция становится подобна знаменитому «решету Эратосфена», но применительно уже не к простым, а к парам взаимно простых чисел, то есть рациональным числам.

Это простейшее построение позволяет с исчерпывающей наглядностью убедиться в том, что на числовой плоскости рациональные числа распределены неравномерно. И в этой неравномерности легко просматривается связь с распределением в натуральном ряде простых чисел. В этом легко убедиться уже при одном беглом взгляде на рисунок. В тех столбцах и строках, которые соответствуют простым числам, всегда содержится наибольшее число рациональных точек. Также легко видеть, что распределение рациональных чисел на плоскости симметрично относительно прямой  $y = x$ . Столбцы и, соответственно, строки на отрезках, ограниченных этой прямой и одной из осей координат, по числу содержащихся в них точек равны так называемой функции Эйлера –  $\varphi(m)$  – числу чисел меньших и взаимно простых с  $m$ . Это однозначно следует из условий построения числовой плоскости и позволяет сделать некоторые выводы. В частности, отсюда следует, что при неограниченном расширении числовой плоскости средняя плотность рациональных чисел, то есть отношение их числа к числу всех целочисленных точек решетки, стремится к пределу:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{Ra(N^2)}{N^2} = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{2}{N^2} \sum_{m=1}^{\infty} \varphi(m) = \frac{1}{\zeta(2)} = \left( \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m^2} \right)^{-1} = \frac{6}{\pi^2},$$

где  $N$  – число натуральных чисел,  
 $Ra(N^2)$  – число рациональных чисел в квадрате со стороной,  
 $\varphi(m)$  – функция Эйлера,  
 $\zeta(m)$  – дзета-функция Римана,  
 $m, n$  – натуральные числа.

Теорему о том, что отношение числа несократимых дробей, меньших единицы, к общему числу всех возможных дробей на том же полусегменте стремится к пределу, равному  $6/\pi^2$ , впервые, идя совершенно иным путем, доказал Мертенс в 1874 г., то есть более чем за двадцать лет до появления первых работ Минковского по геометрии чисел. Его доказательство несколько сложнее и лишено наглядности, которую дает геометрическое представление арифметических закономерностей. В этой связи стоит заметить, что приведенное на рис. 1 построение решетки рациональных чисел с такой очевидной симметричностью относительно луча, выходящего из начала координат и проходящего через рациональное число  $p/q = 1/1$ , является простой и очень наглядной иллюстрацией положения об эквивалентности множества рациональных чисел отрезка  $0 \div 1$  и всей числовой оси. На рисунке можно легко видеть, что квадрант числовой плоскости делится этим лучом на две совершенно симметричные части, из которых нижняя, правая соответствует всем числам от нуля до единицы, а верхняя левая – всем числам от единицы до бесконечности. Поэтому в частности, при последующих рассуждениях можно ограничиться только рациональными числами единичного отрезка, распространив затем полученные результаты на вторую симметричную часть числовой оси или на все рациональные числа от единицы до бесконечности.

Изображение множества рациональных чисел в форме числовой решетки дает весьма наглядное представление о неравномерности и кажущейся хаотичности их распределения на плоскости, впрочем, не более хаотичном, чем распределение простых чисел в натуральном ряде. Тем не менее это построение почти не дает никаких указаний на связь распределения рациональных чисел с явлениями резонанса. Иначе говоря, такое построение не дает в явной форме ответа на вопрос, почему только при некоторых иррациональных числах из всего бесконечного континуума наступает существенное уменьшение резонанса.

#### **4. Качественное представление плотности распределения рациональных чисел**

Под термином «плотность распределения рациональных чисел» мы понимаем отношение числа рациональных чисел с ограниченными числителями и знаменателями на конечном участке числовой плоскости к числу всех целочисленных точек этого участка; или если речь идет о числовой прямой, то отношение числа рациональных чисел с ограниченными числителями и знаменателями на данном отрезке прямой к длине этого отрезка.

Для того чтобы исследовать плотность распределения рациональных чисел на числовой оси, необходимо получить одномерное представление в виде некоторой функции распределения рациональных чисел, их относительной плотности на отрезке  $0 \div 1$  числовой оси.

Разумеется, такая функция может быть определена лишь приближенно, так как, в силу бесконечности всюду плотного множества рациональных чисел, ее построение не может быть доведено до конца, сколько бы его ни продолжать. Вместе с тем из-за того, что множество рациональных чисел счетно, их плотность принципиально не может быть представлена непрерывной функцией и, следовательно, график плотности распределения рациональных чисел должен иметь ступенчатый характер, особенно заметный для чисел начала числовой плоскости, а это именно те числа, которые, насколько можно судить, играют наиболее существенную роль во всех вопросах, связанных с резонансом.

В этой связи надо заметить, что природа вообще как бы избегает излишней сложности – отношений слишком больших чисел. Природа, если можно так выразиться, предпочитает возможно более простые отношения. Подавляющее большинство известных нам веществ очень просто по своему химическому составу. Например, вода –  $H_2O$ . Кислород и водород находятся в отношении 1:2, в музыке – это октава. Чем сложнее соединение, чем большими целыми числами выражаются отношения его частей, тем, как правило, оно менее устойчиво, легче подвергается разрушению. Сложные органические соединения в космических масштабах встречаются крайне редко. Самое сложное из нам известных – Человек, даже при весьма незначительном изменении оптимальных условий быстро распадается на более простые составные

части – воду, воздух, несложные соединения кальция, углерода и т.п. Непосредственная причина этого заключена в особенностях атомного строения вещества, где основную роль играют сравнительно простые отношения небольших целых чисел. Возможно, и то и другое есть проявления более общего закона природы – закона возрастания энтропии, однако это тема уже из совсем другой области. Применительно к нашему случаю эта закономерность проявляется в том, что главные свойства распределения рациональных чисел на числовой оси с наибольшей яркостью обнаруживают себя в соотношениях сравнительно небольших целых чисел начала натурального ряда.

Такие наблюдения качественного характера позволяют яснее сформулировать требования к тем методам и математическому аппарату, который может быть привлечен для построения искомой функции. Нужно получить такое отображение конечной, но наиболее характерной части множества рациональных чисел плоскости на конечный отрезок прямой, которое позволило бы судить об их плотности на этом отрезке или, что то же самое, их способности аппроксимировать расположенные между ними действительные числа. Необходимо найти такое отображение на единичный отрезок числовой оси множества рациональных чисел, меньших единицы с ограниченными знаменателями, которое позволяло бы качественно и, по возможности, наглядно судить о закономерности их распределения. Такое отображение должно в наибольшей степени выявить интересующую нас особенность распределения, связанную с явлениями резонанса и быть возможно более объективным, то есть в наименьшей степени являться отражением примененного метода построения. Простая и весьма наглядная картина получается, если развить и продолжить геометрические построения, намеченные одним из крупнейших немецких математиков начала столетия – Феликсом Клейном в его лекциях, читанных в 1907 г. в Геттингене. Клейн исходит из представления той же «решетки чисел Минковского», на которого и ссылается в своей лекции. Он рассматривает часть плоскости, на которой отмечены все целочисленные точки, независимо от того, являются ли их координаты взаимно простыми числами или нет. Его основная посылка состоит в том, что понятию действительного числа он сопоставляет не только точку на плоскости, но и луч, проведенный из начала координат через эту точку. Тогда иррациональным числам соответствуют лучи, которые на всем своем протяжении не встречают ни одной рациональной точки плоскости. В дальнейшем Клейн подходит к оценке расстояния от таких «иррациональных» лучей до ближайших к ним рациональных точек [4].

«Будем рассматривать эту сеть точек, – пишет Ф. Клейн, – из начала координат (рис. 2). Луч, идущий от начала к точке  $x = a, y = b$ , имеет уравнение  $x/y = a/b$ , и обратно, на каждом луче  $x/y = \lambda$ , где  $\lambda$  есть рациональное число  $a/b$  лежит бесчисленное множество целочисленных точек  $(ma, mb)$ , где  $m$  есть произвольное целое число. Таким образом из точки 0 во всех возможных рациональных направлениях и только в них мы видим точки нашей решетки; поле зрения всюду плотно заполнено «звездами» (точками), но оно еще не свободно от пробелов; оно не заполнено ими непрерывно, он как бы напоминает «млечный путь». На иррациональном луче  $x/y = \omega$ , где  $\omega$  есть

число иррациональное, не лежит, следовательно, ни одна целочисленная точка – факт замечательный уже сам по себе. Но, очевидно, такого рода прямая, выражаясь терминами, напоминающими дедекиндово определение иррационального числа, производит сечение в области всех целочисленных точек; именно оно разбивает на две группы точек, расположенных справа и слева от прямой. Если мы спросим себя теперь, где же у нашего луча отделяются друг от друга эти группы, то мы придем к чрезвычайно интересному свойству разложения числа  $\omega$  в цепную дробь. Именно, если мы отметим точки  $x = p_2$ ,  $y = q_2$ , соответствующие каждой подходящей дроби  $p_2/q_2$  в разложении числа  $\omega$ , ( $p_2$  и  $q_2$  суть числа взаимно-простые между собой), то лучи, идущие к этим точкам, должны все ближе и ближе подходить к лучу  $x/y = \omega$ , и при том попеременно, то с одной то с другой стороны; это приближение должно происходить с такой же быстротой, с какой дробь  $p_2/q_2$  приближается к иррациональному числу  $\omega$ . «Представим себе, – пишет далее Клейн, – что во все целочисленные точки воткнуты штифтики или булавки, как на китайском бильярде. Каждую из двух групп булавок, расположенных справа и слева от луча  $x/y = \omega$ , мы обведем нитью; если мы натянем каждую нить так, чтобы она охватывала соответствующую группу булавок и прилежала вплотную к ближайшим, то она примет форму выпуклой ломаной линии; вершинами этой ломаной именно и будут служить точки  $p_2, q_2$ , координатами которых служат соответствующие числители и знаменатели подходящих дробей; при этом слева будут лежать точки, отвечающие четным подходящим дробям, а справа – нечетным. Этим путем мы приходим к новому и, нужно сказать, чрезвычайно наглядному геометрическому определению разложения числа в непрерывную дробь» [4].

Это построение Ф. Клейна приведено на рис. 2.

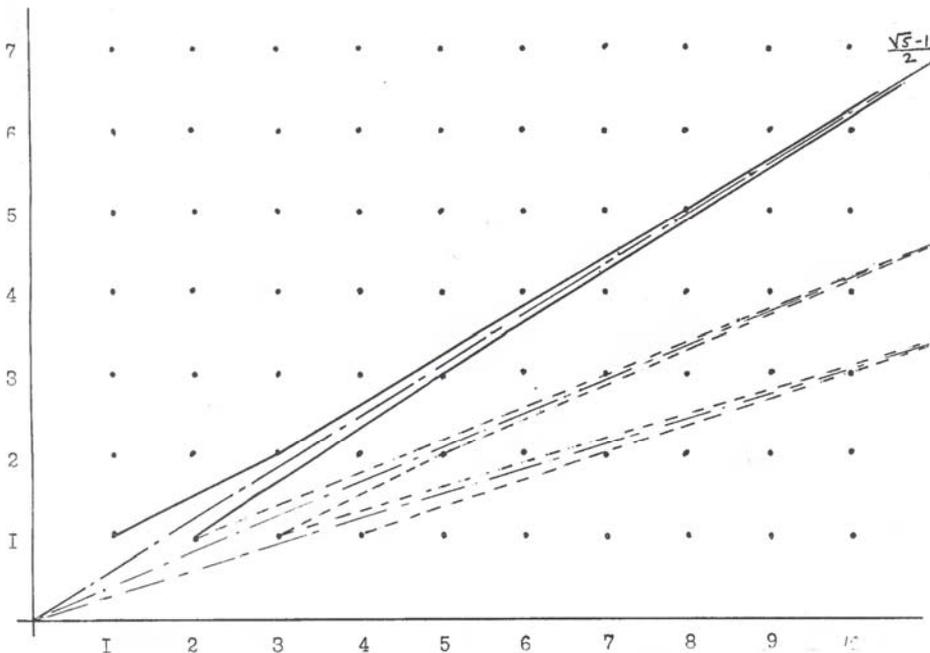


Рис. 2

Клейн ограничивается единственным примером – иррациональным числом  $(\sqrt{5}-1)/2$ . Луч, изображающий это число, проходит между числами 1 и  $1/2$ , затем между числами  $2/3$  и  $3/5$ ,  $5/8$  и  $8/13$  и т.д. Заметим, что числа 1, 2, 3, 5, 8, 13, ... – это известный еще со времен средневековья «ряд Фибоначчи», закономерность, которой подчиняется и рост ветвей на дереве, и размножение кроликов, и образование чешуек на кедровой шишке, и расположение зерен в головке подсолнуха и многие другие природные явления. К вопросу о тесной связи этого ряда с распределением рациональных чисел мы вернемся несколько позже, а сейчас, действуя чисто эмпирическим путем, то есть попросту ошупью пробираясь между рациональными точками плоскости, построим аналогичную фигуру для какого-то иррационального числа, расположенного между  $1/2$  и  $1/3$ . Будем искать такое положение иррационального луча, которое отвечало бы условию быть одновременно наиболее удаленным от всех ближайших к нему рациональных точек, начиная с пары точек  $1/2$  и  $1/3$ .

С помощью предложенного Клейном способа такое построение можно осуществить для ближайших к началу координат двух-трех десятков точек и для лучей, проходящих соответственно между  $1/4$  и  $1/5$ . Конечно, теоретически мы можем продолжать этот процесс бесконечно и распространить его не только на единственное иррациональное число в интервале  $1/n$ ,  $1/(n+1)$ , но и вообще на любые иррациональные числа, хотя, как пишет сам Клейн, например, для числа  $\pi$  «нанести соответствующую фигуру на чертеже было бы довольно трудно...». Но дело здесь не в возможности или невозможности нанести ту или иную фигуру на чертеж, а в том, что этот наглядный образ позволяет качественно оценить характер приближения иррациональных чисел рациональными и, вероятно, именно этими соображениями руководствовался прежде всего такой тонкий математик, как автор знаменитой эрлангенской программы. В частности, если исключить из числовой решетки сократимые дроби (Клейн этого не сделал) и построить наилучшие приближения для нескольких иррациональных лучей, то становится совершенно очевидно, что пространство, свободное от рациональных точек в окрестностях различных иррациональностей, различно по площади. Странно, что Клейн, подойдя вплотную к этому наблюдению, не заметил его и направил свое внимание в другую сторону. Это свойство распределения чисел на площади можно трактовать и называть по-разному; можно, например, говорить, что разные иррациональности по-разному могут быть аппроксимированы рациональными числами – такой терминологией пользуется А.Я. Хинчин, рассматривая вопрос приближения действительных чисел цепными дробями; можно сравнивать между собой площади, свободные от рациональных точек около того или иного луча, можно, наконец, говорить о плотности рациональных чисел в той или иной области числовой плоскости или числовой оси. В дальнейшем мы придерживаемся именно такой терминологии, потому что она шире частной задачи аппроксимации и лучше отражает существо тех физических процессов, которые рассматриваются в этой связи.

Существенным недостатком построения Клейна, при всей его образной выразительности, является то, что, идя этим путем, весьма трудно продвигаться дальше простейших качественных наблюдений. Если мы начали говорить о плотности рациональных чисел на числовой оси, то, естественно, хотелось бы иметь это утверждение в виде какой-то функции, представляющей в явном виде характер изменения плотности при переходе от одной к другой точкам числовой оси. Вопрос этот не так прост, как может показаться, и, как уже упоминалось выше, даже сама возможность его постановки, на первый взгляд, может вызвать возражения, основанные на том, что множество рациональных чисел всюду плотно.

В предшествующих построениях мы принимали «решетку чисел» Гаусса–Минковского как нечто данное, заранее уже существующее, и затем только вычеркивали из нее все дроби, которые можно сократить, оставляя лишь собственно рациональные числа.

Такой способ «вычеркивания лишнего» – это, так сказать, обратный, негативный путь построения функции, подобный тому, которым пользовался Эратосфен для отыскания всех простых чисел. Путь надежный, но не лучший.

Другой метод построения решетки рациональных чисел может быть основан на том, чтобы из начала координат провести лучи через все рациональные точки и таким путем разбить множество целочисленных точек решетки на непересекающиеся классы эквивалентности, соответствующие всем рациональным числам  $p/q$ . Разумеется, на каждом таком луче или в каждом классе эквивалентности будут содержаться все дроби вида  $np/nq$ , эквивалентные простейшему первому элементу в данном классе – рациональному числу  $p/q$ .

Очевидно, что как число всех классов, равное числу всех рациональных чисел, так и число эквивалентных дробей в каждом классе бесконечно и счетно. Однако здесь мы встречаемся с одним из парадоксов распределения рациональных чисел: оказывается, что, несмотря на то что в каждом классе эквивалентности сократимых дробей бесконечно много, их общее число все же меньше числа самих классов! И более того, отношение числа эквивалентных дробей во всех классах к числу самих классов стремится к некоторой постоянной величине, меньшей единицы.

Если  $Ra$  – число классов эквивалентности или, что то же самое, число рациональных чисел, то число эквивалентных, сократимых дробей  $D(np/nq)$  во всех этих классах равно:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} D\left(\frac{np}{nq}\right) = Ra \left( \frac{\pi^2}{6} - 1 \right) \approx 0.64493...Ra,$$

что непосредственно следует из применения функции Эйлера и теоремы Мертенса.

Этот парадокс, в результате которого произведение оказывается меньше одного из сомножителей, легко разъясняется тем, что в данном случае при расширении числовой плоскости число классов эквивалентности растет гораздо быстрее, чем число элементов каждого класса. Это хорошо видно на

таком примере: если рассматривать произвольный квадрат числовой плоскости со стороной  $N$  и вершиной в начале координат, то можно видеть, что для всех рациональных чисел, у которых числитель или знаменатель больше  $N/2$ ; второй, следующий в своем классе элемент, лежит уже за пределами рассматриваемого квадрата. Легко видеть также, что числа, у которых числитель или знаменатель равны или меньше  $N/2$ , составляют приблизительно одну четверть общего числа рациональных чисел всего квадрата со стороной  $N$ . Это значит, что приблизительно три четверти всех рациональных чисел в произвольном квадрате являются единственными представителями в своем классе эквивалентности и такое соотношение сохранится, как бы ни увеличивались размеры рассматриваемого нами квадрата.

## 5. Представление чисел цепными дробями

Разбиение на классы эквивалентности множества целочисленных точек решетки, хотя и позволяет обнаружить некоторые интересные зависимости, не дает непосредственного пути для построения одномерного представления распределения рациональных чисел на прямой. Для этого прежде всего необходимо выбрать такой математический аппарат, который позволял бы автоматически получать все рациональные числа и только рациональные числа. Таким универсальным аппаратом в данном случае являются цепные дроби.

Есть три способа записи рациональных чисел. Они могут изображаться обычными, систематическими или цепными дробями. В различных случаях отдается предпочтение тем или другим, в зависимости от конкретных условий и того результата, которого хотят достигнуть. Но, как пишет А.Я. Хинчин, «в то время как всякая систематическая дробь связана с определенной системой счисления и потому неизбежно отражает в себе не столько абсолютные свойства изображаемого ею числа, сколько его взаимоотношение именно с этой выбранной системой счисления, цепные дроби ни с какой системой счисления не связаны и в чистом виде воспроизводят свойства изображаемых ими чисел...», и далее: «Аппарат цепных дробей, в известном смысле, обладает свойством наилучших приближений...», поэтому «в теоретических исследованиях при изучении арифметических законов континуума и арифметических свойств отдельных иррациональностей он находит себе преимущественное применение и является наилучшим и незаменимым орудием этого рода исследований» [5].

Обычные дроби, так же как и систематические, могут изображать как рациональные числа, так и любые другие числа в том же классе эквивалентности. По виду такой дроби нельзя сразу сказать – может ли она быть сокращена.

Исключительным свойством цепных дробей является то, что они изображают отношения только взаимно простых чисел или собственно рациональные числа. Какое бы число из данного класса эквивалентности мы ни взяли, – его запись посредством цепной дроби будет совершенно идентичной, единственной для всех чисел данного класса.

Последнее положение теории цепных дробей имеет в данном случае особое практическое значение, так как из него следует, что если для построения «решетки чисел» мы будем пользоваться не обычными или систематическими дробями, а только конечными цепными дробями, то мы автоматически получим на числовой плоскости, а затем и на числовой оси только рациональные числа, знаменатели и числители которых не превосходят заданного значения. Аппарат цепных дробей выполнит здесь роль того «Эратосфенова решета», через которое мы отсеем все сократимые дроби и оставим только рациональные числа.

Цепные дроби весьма специфический раздел арифметики и, несмотря на его достоинства, редко встречающийся на практике из-за крайней сложности, а подчас и невозможности выполнения даже простейших арифметических действий. Поэтому напомним, что в дальнейшем мы будем называть  $n$ -членной цепной дробью  $\alpha$  выражение

$$\alpha = \frac{1}{a_1 \pm \frac{1}{a_2 \pm \frac{1}{a_3 \pm \frac{1}{\dots \pm \frac{1}{a_n}}}}} = \frac{p_n}{q_n}.$$

Числа  $a_n$  будем называть членами или элементами цепной дроби порядка  $n$ , а обычную дробь  $\frac{p_n}{q_n}$  – подходящей дробью порядка  $n$ . Назовем также «порядком приближения» порядок или число элементов той конечной дроби, которую мы в данном случае используем, считая приближением первого порядка цепную дробь, состоящую из одного элемента:  $\frac{1}{n}$ .

С учетом этих замечаний можно приступить к построению решетки положительных рациональных чисел, которая будет получена уже не путем «вычеркивания лишнего», а посредством конструктивного процесса, формирующего множество рациональных чисел как вполне упорядоченное множество вполне упорядоченных множеств, выстроенных в однозначно определенную систему.

Может возникнуть естественный вопрос: не все ли равно – каким путем получается «решетка чисел» – система рациональных точек на числовой плоскости, если в конечном итоге получается одно и то же?

Но дело в том, что это «одно и тоже» получается лишь в том случае, если процесс построения доведен до бесконечности, что практически невозможно. В действительности мы в подобном построении всегда имеем дело лишь с конечными величинами – в первом случае с геометрически ограниченной ча-

стью числовой плоскости, а во втором – с конечной частью множества рациональных чисел, ограниченной условием аппроксимации. А это различие приводит к заметной разнице в результатах на любом конечном этапе построения. Вычеркивая лишние точки на ограниченной площади, мы заведомо рассматривали только конкретный частный случай, тогда как ограничение порядка приближения сохраняет свой смысл и значение на всем бесконечном множестве рациональных чисел.

Построение решетки начнем с того, что на бесконечной числовой плоскости нанесем числа первого порядка приближения. Они займут одну строку с ординатой  $y = p = 1$  и абсциссами  $x = q_1 = n$ , соответствующими числам натурального ряда. При этом, так как в данном случае ограничивающим условием служит не размер площади, а порядок приближения, то есть число членов цепной дроби, не имеет существенного значения – на каком числе  $n$  будет остановлено построение – это повлияет лишь на убедительность и наглядность схемы. На рис. 3 числа первого порядка приближения обозначены кружками.

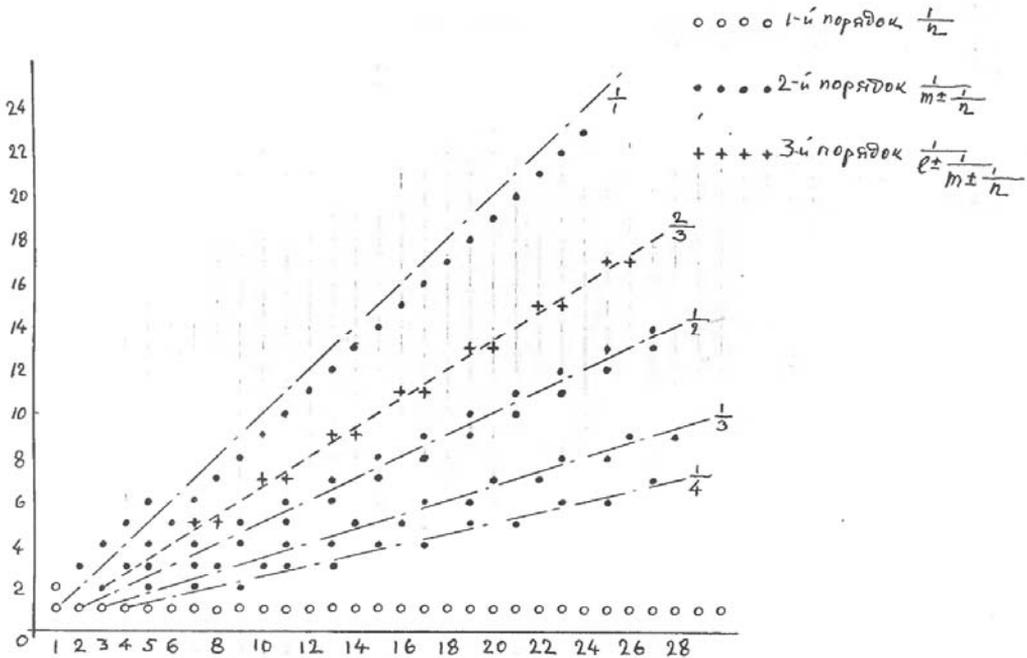


Рис. 3. Построение решетки рациональных чисел на основе цепных дробей

Как уже говорилось ранее, основываясь на симметрии расположения рациональных точек на плоскости относительно прямой  $y = x$ , мы будем в дальнейшем рассматривать лишь первый октант плоскости, то есть ту ее часть, которая ограничена положительным значением оси и прямой  $y = x$ .

Следующим шагом – приближением второго порядка – должно стать нанесение всех чисел, которые могут быть записаны двухзвенной цепной дробью:

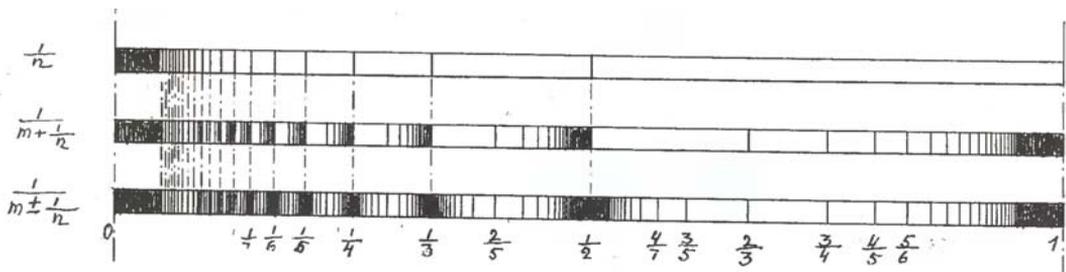
$$\frac{1}{m + \frac{1}{n}} = \frac{p_2}{q_2} = \frac{n}{mn \pm 1}, \quad m, n = 1, 2, 3, \dots$$

На рис. 3 эти числа обозначены точками.

На следующем этапе для каждого из чисел второго порядка могут быть построены аналогичные приближения третьего порядка с помощью трехзвенных цепных дробей:

$$\frac{1}{l \pm \frac{1}{m \pm \frac{1}{n}}} = \frac{mn \pm 1}{l(mn \pm 1) \pm n} = \frac{p_3}{q_3}, \quad l, m, n = 1, 2, 3, \dots$$

На рис. 4 крестиками показано такое приближение только для одного числа  $2/3$ , но это сделано исключительно для того, чтобы не перегружать чертеж. Вообще же, такие приближения должны быть построены для каждого рационального числа предшествующего порядка.



**Рис. 4. Последовательные этапы построения рациональных точек второго порядка на числовой прямой**

Очевидно, что для каждой из полученных таким путем рациональных точек  $k$ -порядка можно построить аналогичные последовательности  $k + 1$ -го и более высоких порядков, охватывая таким образом все множество рациональных чисел.

Однако некоторые существенные замечания можно и удобнее сделать уже на самых начальных этапах построения решетки. Так, легко видеть, что рациональные числа второго порядка приближения вида

$$\frac{p_2}{q_2} = \frac{1}{m \pm \frac{1}{n}}$$

все располагаются на прямых, параллельных лучам, проведенным из начала координат через точки  $1/n$ , соответствующие всем числам первого порядка.

Далее, между двумя рядами рациональных точек второго порядка не встречается больше ни одной другой рациональной точки, или, иными словами, – числа второго порядка являются наилучшими приближениями расположенного между ними числа первого порядка. Под термином «наилучшее

приближение» понимается условие, что ни одна другая дробь  $a/b$ , знаменатель которой  $b \leq q$ , не расположена на числовой оси ближе к числу  $\alpha$ , чем дробь  $p/q$ , то есть имеет место неравенство

$$\left| \alpha - \frac{p}{q} \right| < \left| \alpha - \frac{a}{b} \right|, \quad b \leq q.$$

Согласно теории цепных дробей абсолютное значение разности двух подходящих дробей последовательных порядков приближения всегда равно обратной величине произведения знаменателей этих дробей:

$$\left| \frac{p_n}{q_n} - \frac{p_{n+1}}{q_{n+1}} \right| = \frac{1}{q_n q_{n+1}}.$$

Последнее соотношение показывает, что, приняв за систематизирующее начало аппарат цепных дробей, мы получили, в известном смысле, экстремальный результат, который уже не может быть улучшен: систему последовательных наилучших приближений действительных чисел посредством рациональных; бесконечное множество вполне упорядоченных множеств, где каждый элемент является наилучшим, при данном знаменателе, приближением последующего и где для каждого элемента все ему предшествующие в его ряду являются его наилучшими приближениями.

Такая система построения последовательных приближений позволяет внести в расположение на плоскости рациональных чисел однозначно определенный порядок, выстроить их в некоторую последовательность, хотя и не такую простую, как ряд натуральных чисел, но столь же определенную и столь же экстремальную. Это проявляется уже в том, что подобно тому как между двумя последовательными числами натурального ряда нельзя вставить промежуточного, так и в этом случае – между двумя рациональными числами – последовательными приближениями данного действительного числа не может быть помещено ни одно другое рациональное число с тем же или меньшим знаменателем. Это образует вполне упорядоченную систему с экстремальной разностью между своими элементами. В таком построении множество рациональных чисел, сохраняя свойство плотности на бесконечности, в то же время на любом конечном подмножестве имеет однозначно определенную структуру из конечных интервалов.

Все сказанное относительно рациональных чисел первых двух порядков может быть распространено на числа более высоких порядков, однако следует заметить, что значительное число физических явлений, особенно связанных с резонансом, определяется распределением на числовой оси рациональных чисел именно первого и второго порядков, что соответствует распределению точек в самом начале числовой плоскости, примыкающем к началу координат. Именно их распределение играет наиболее заметную роль в окружающей нас действительности.

Рациональные числа следующих, более высоких, порядков строятся по той же схеме, то есть к  $k$ -звенной дроби добавляется следующий  $k + 1$ -й

элемент. По мере того как все члены цепной дроби принимают значения всех целых чисел на числовой плоскости выстраиваются последовательности наилучших приближений всех рациональных чисел предшествующего порядка.

## 6. Построение функции плотности на числовой оси

После того как определен порядок построения рациональных чисел на плоскости, уже не представляет затруднений найти их распределение на числовой оси. Для этого сперва отметим на единичном отрезке все точки первого порядка, то есть числа вида  $1/n$ . Затем в каждом из полученных интервалов числовой оси нанесем точки, соответствующие числам второго порядка, то есть двухзвенным цепным дробям вида

$$x = \frac{1}{m \pm \frac{1}{n}}, \quad m, n = 1, 2, 3, \dots$$

Такое построение показано на рис. 4, где на этом рисунке можно хорошо видеть сгущения рациональных штрихов вблизи чисел первого порядка и, наоборот, разрежения в промежутках между ними. Такое простейшее построение уже выявляет главные черты распределения рациональных чисел на числовой прямой и помогает объяснить многие примеры взаимодействия резонирующих колебательных систем. Подобно тому как резонанс сильнее всего проявляется при отношениях частот, выражаемых малыми целыми числами, так и в данном случае – связь между распределением рациональных чисел и взаимодействием колебательных систем проявляет себя ярче всего при малых порядках приближения. Построение приближений более высоких порядков не меняет положения на числовой оси главных экстремумов предыдущего порядка, но лишь прибавляет новые максимумы вблизи всех рациональных точек предшествующего порядка и минимумы в промежутках между ними.

Для получения наглядного графического изображения функции распределения или плотности рациональных чисел на числовой оси в форме обычного графика определим эту функцию, разумеется, при конечном, а в данном случае – при втором порядке приближения как величину, обратную расстоянию между двумя соседними рациональными точками прямой (рис. 5а):

$$Ra(x) = \left| \frac{p_k}{q_k} - \frac{p_{k+1}}{q_{k+1}} \right|^{-1}.$$

Рядом для сравнения помещен тот же график, приведенный к тому же масштабу, но полученный совершенно иным, чисто эмпирическим путем. Это запись показаний вольтметра на выходе активного резонансного усилителя, на вход которого подавался сигнал постоянного напряжения и меняющейся частоты. Синусоидальные колебания электрического напряжения от генератора частоты подавались на активный LC-фильтр, имеющий достаточно четко фиксированный максимум пропускания один килоггерц и добротность  $Q = 17$ .

Частота на входе изменялась от 200 до 1000 Гц через интервалы 25 Гц. Взято среднее значение при двух режимах входного сигнала – 0,75 и 1,25 В.

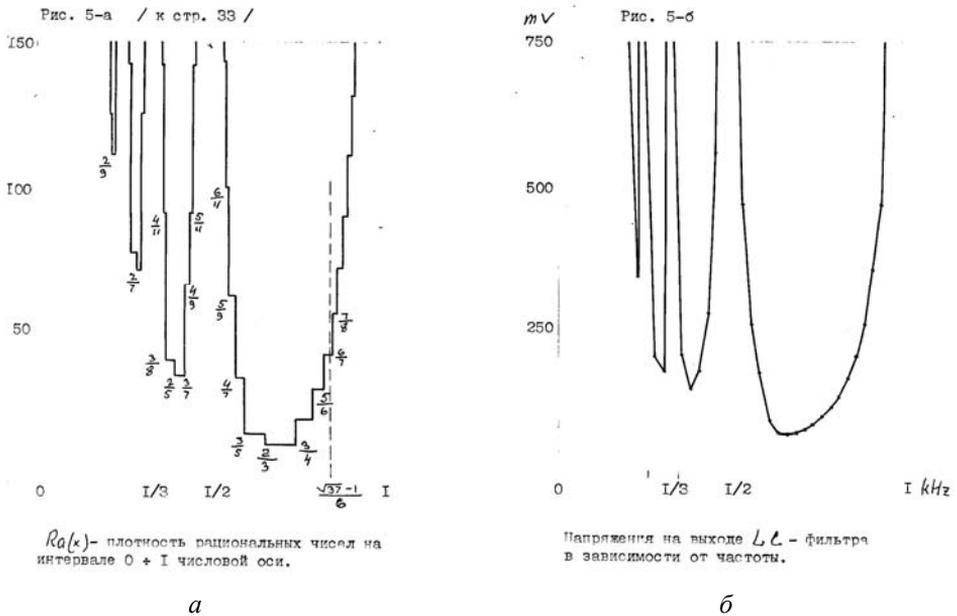


Рис. 5.  $Ra(x)$  – плотность рациональных чисел на интервале  $0 \div 1$  числовой оси (а); напряжение на выходе LC-фильтра в зависимости от частоты (б)

Оба графика обнаруживают большое сходство, хотя получены совершенно различными путями. В обоих случаях можно видеть ясно выраженные минимумы, совпадающие по своему численному значению в обоих графиках, и максимумы, уходящие за пределы чертежа в точках, соответствующих рациональным числам первого порядка, то есть числам  $1/1$ ,  $1/2$ ,  $1/3$  и т.д. То, что в первом графике максимумы совпадают с этими числами, – совершенно естественно, так как вытекает из условий построения. Что же касается совпадающих с этими же числами пиков резонанса, то этот опытный факт просто иллюстрирует давно известное физическое явление и сам по себе не содержит чего-либо нового. Наше внимание в данном случае обращено в некотором смысле на противоположную сторону явления – не на максимумы функции, а на ее минимумы, на их положение на числовой оси. Наша задача теперь состоит в том, чтобы выяснить особенности поведения колебательных систем в тех случаях, когда отношение их частот соответствует не максимумам плотности или отношению целых чисел – это хорошо изучено, а, наоборот, минимумам плотности рациональных чисел на числовой прямой, соответствующих наименьшему резонансу колебательных систем. Вопрос можно даже поставить так: каким именно действительным числам должны соответствовать отношения частот, чтобы резонанс был минимальным?

Такой вопрос отнюдь не тривиален, а обычный ответ на него, что «это должны быть иррациональные числа» в сущности лишен содержания, потому что вблизи максимума резонанса есть сколь угодно иррациональных чисел, однако при таком отношении частот, как видно из графика на рис. 5б, система ведет себя так, словно все эти числа рациональные.

Из рассмотрения графиков на рис. 5 и построения по способу Клейна на рис. 2 видно, что минимумы плотности и резонанса расположены несимметрично относительно ближайших максимумов плотности рациональных чисел. То же следует и из чисто теоретических положений теории колебаний, устанавливающих несимметричную форму амплитудно-частотной характеристики при резонансе. Эти минимумы плотности функции  $Ra(x)$ , обозначаемые в дальнейшем для краткости  $M_n$ , очевидно, должны лежать в интервалах, ограниченных подходящими дробями все более высоких порядков. Так, путем весьма громоздкого построения можно было бы найти приближенные значения этих минимумов плотности рациональных чисел. Но есть и более простой путь, дающий решение в общем виде.

Из теории цепных дробей следует, что эти минимумы должны быть числами, хуже других аппроксимируемыми посредством рациональных. Известно, что среди всех действительных чисел лучше всего могут быть аппроксимированы числа трансцендентные, возможность аппроксимации которых посредством рациональных приближений ничем не ограничена.

Возможность аппроксимации чисел алгебраических ограничена в том смысле, что они могут быть аппроксимированы тем хуже, чем меньше степень изображающего их многочлена, поэтому, в частности, хуже всех алгебраических чисел могут быть аппроксимированы квадратичные иррациональности. Поэтому если мы ставим себе задачу отыскать значения минимумов плотности рациональных чисел, или, что практически то же самое, минимумы их способности аппроксимировать некоторые действительные числа, то мы должны искать эти числа среди квадратичных иррациональностей, то есть среди чисел  $\alpha$ , отвечающих условию

$$\alpha^2 + p\alpha + q = 0,$$

откуда

$$\alpha = \frac{-q}{p + \alpha},$$

где  $p$  и  $q$  – целые.

Полагая  $q = -1$ , получаем для  $\alpha$  выражение

$$\alpha = \frac{1}{p + \frac{1}{p + \frac{1}{p + \frac{1}{p + \dots}}}},$$

то есть приведенные на рис. 5а минимумы плотности рациональных чисел на числовой оси, при втором порядке приближения, должны выражаться периодическими цепными дробями, у которых все элементы равны между собой.

Полагая в квадратном уравнении  $p = 1, 2, 3, \dots$ , получим следующие значения минимумов плотности рациональных чисел на числовой оси:

$$p_1 = 1; M_1 = \frac{\sqrt{5}-1}{2} = \frac{1}{1+\frac{1}{1+\dots}} \approx 0.6180339\dots;$$

$$p_2 = 2; M_2 = \frac{\sqrt{8}-2}{2} = \frac{1}{2+\frac{1}{2+\dots}} \approx 0.4142135\dots;$$

$$p_3 = 3; M_3 = \frac{\sqrt{13}-3}{2} = \frac{1}{3+\frac{1}{3+\dots}} \approx 0.30277\dots$$

и вообще:

$$p_n = n; M_n = \frac{\sqrt{n^2+4}-n}{2} = \frac{1}{n+\frac{1}{n+\frac{1}{n+\dots}}}.$$

Здесь приведены только положительные значения корня, так как, вследствие того что в принятом нами квадратном уравнении свободный член  $q$  равен  $-1$ , второй сопряженный корень уравнения во всех случаях равен обратной величине первого, взятой с обратным знаком, дробные части их совпадают, а целые или равны нулю – для положительного значения корня, или  $-p$  – для отрицательного. Поэтому положительные значения корней дают минимумы плотности рациональных чисел на отрезке числовой оси от нуля до единицы, а абсолютные значения отрицательных корней – аналогичные минимумы на участке числовой оси от единицы до бесконечности.

Полученные таким путем значения минимумов плотности рациональных чисел на числовой прямой соответствуют тем значениям минимумов плотности, которые были получены путем графического построения функции второго порядка приближения и минимумам резонанса, полученного экспериментально. При этом следует учитывать, что, ограничивая построение функции конечным числом элементов цепной дроби, в данном случае – двумя, мы обязательно вносим ошибку, которая тем меньше, чем больше порядок приближения и которая попеременно меняет знак, давая на графике значение минимума то с избытком, то с недостатком, в зависимости от того, четный или нечетный порядок приближения. Приведенные же выше точные значения минимумов плотности при графическом построении могут быть достигнуты лишь в пределе, при бесконечном числе порядков приближения.

## 7. «Золотое сечение» и «Закон планетных расстояний»

Из теории цепных дробей известно, что бесконечная цепная дробь, оборванная на конечном числе членов, тем хуже аппроксимирует иррациональное число  $\alpha$ , чем меньше следующий  $(k+1)$ -й элемент. Поэтому ни одно число не может быть аппроксимировано хуже, чем число

$$\frac{\sqrt{5}-1}{2} = \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}}$$

Образно говоря, это число «самое иррациональное» среди всех иррациональностей, если под «иррациональностью» понимать трудность аппроксимации. Этому же числу соответствует абсолютный минимум плотности на графике (рис. 5а) и абсолютный минимум резонанса, полученный экспериментально. При сложении двух гармонических колебаний их сумма в среднем наиболее далека от периодичности, наиболее диссонантна, если отношение периодов слагаемых функций выражается этим числом.

1:  $\frac{\sqrt{5}-1}{2}$  – это знаменитое «золотое сечение», известное уже с глубокой

древности и выводимое чисто геометрически из совершенно иных предположений. Эта пропорция лежит в основе многих архитектурных сооружений. Считается, и не без оснований, что она представляется людям наиболее гармоничной, приятной для глаза. Изучению этой пропорции много внимания уделял Леонардо да Винчи.

На протяжении тысячелетий эта пропорция воспринималась людьми, прежде всего, как чисто эстетическая категория, и обнаруженная связь этого отношения с распределением рациональных чисел на числовой прямой дает повод к некоторым дальнейшим обобщениям из области физики, астрономии и физиологии, где связь теории чисел и теории колебаний выступает в наиболее ясной форме.

Одним из таких примеров является наша Солнечная система, ее устойчивость во времени и пространстве. Как известно, в силу взаимного притяжения планет их орбиты подвержены изменениям, которые становятся особенно существенными, когда планеты выстраиваются почти в одну линию, как это было в начале 1982 г. Ясно, что если такая, слишком упорядоченная, конфигурация будет периодически повторяться, то это окажет систематическое влияние на орбиты планет и поведет к дальнейшей деформации всей системы, возникнет катастрофический резонанс. Однако этого не происходит, так как отношения периодов выражаются иррациональными числами. Поэтому однажды образовавшееся взаимное расположение планет уже никогда, ни в прошлом, ни в будущем, не может в точности повториться. Это установил еще в XVIII в. Лаплас. Но ни он, ни другие исследователи не дали ответа на вопрос – почему планеты имеют такие, а не какие-либо другие, хотя бы и иррациональные, периоды обращения и расстояния от Солнца. Таких попыток было сделано немало, начиная от «гармонии сфер» Пифагора и стереометрических построений Кеплера до гипотезы О.Ю. Шмидта о происхождении Солнечной системы. Кроме того, и сам априорный вывод о возможности катастрофического резонанса был бы справедлив лишь в том случае, если бы в результате первичной деформации система могла снова приходить только в резонансные состояния, хотя бы и с другими, но обязательно рациональными

отношениями периодов обращения отдельных планет. Такой вариант развития событий нельзя исключить, но вероятность его по ряду очевидных причин крайне мала.

Если рассматривать этот вопрос с позиций теории чисел, исходя из представлений о неравномерном распределении рациональных чисел на числовой прямой, и связи этого распределения с явлениями резонанса, то следует ожидать, что в результате внутреннего взаимодействия системы, при произвольном начальном отношении периодов, средние расстояния планет от Солнца и, следовательно, периоды их обращения будут в процессе длительного взаимодействия непрерывно деформироваться. При этом произвольное начальное распределение параметров кеплеровских орбит должно быть ограничено лишь весьма общими условиями приближительной компланарности, малых эксцентриситетов и не слишком больших отношений периодов, при которых взаимодействие было бы исчезающе мало. Изменение параметров планетных орбит должно происходить тем быстрее, чем ближе в «начальный» момент времени их периоды были в положении «острого» резонанса. Под термином «острый резонанс» в исследованиях по небесной механике понимают обычно такое отношение периодов обращения планет или спутников, которое выражается отношением сравнительно малых чисел начала натурального ряда.

Вообще, при любой деформации орбит, а она неизбежна даже и в том случае, если отношения периодов весьма далеки от острого резонанса, средние расстояния и периоды обращения будут бесконечное число раз оказываться как в рациональных, так и иррациональных отношениях. Поэтому слова о том, что отношения периодов вообще рациональны или, наоборот, иррациональны, лишены всякого конкретного смысла. Можно говорить лишь о большей или меньшей вероятности того, что в данный момент времени орбиты планет окажутся в том или ином рациональном или иррациональном отношении. А такая вероятность, как это следует из всего предыдущего, целиком определяется плотностью рациональных чисел на числовой оси. Отсюда следует, что параметры орбит должны претерпевать малые возмущения до тех пор, пока отношения периодов не примут значения ближайших минимумов плотности рациональных чисел. Тогда влияние систематических возмущений станет минимальным, вся система в целом придет к состоянию с относительно наименьшим резонансом и приобретет наибольшую устойчивость во времени. Это будет достигнуто тогда, когда периоды обращения планет будут пропорциональны корням приведенного выше квадратного уравнения.

О том, в какой мере Солнечная планетная система согласуется с этими условиями, можно судить по табл. 1, в которой приведены сравнительные данные об отношениях периодов обращения планет и их средних расстояний от Солнца. Так как высказанное предположение о том, что отношения периодов должны соответствовать тем или иным минимумам плотности рациональных чисел, носит чисто качественный характер и так как средние расстояния и периоды находятся между собой в функциональной зависимости, то высказанное предположение полностью применимо и к отношениям средних расстояний планет от Солнца. В последнем случае хотя и получается несколько

меньше средняя точность (3% вместо 0,5% в первом случае), но зато приходится иметь дело с меньшими по абсолютной величине коэффициентами и благодаря этому обнаруживается простая закономерность возрастания этого коэффициента – ряд нечетных чисел.

Таблица 1

**Фактические периоды обращения и радиусы орбит планет Солнечной системы в сравнении с вычисленными**

Планета	Периоды обращения				Радиусы орбит			
	Факт.	Расч.	$p_n$	Расч./Фактич.	Факт.	Расч.	$p_n$	Расч./Фактич.
Меркурий	0.0203	0.0203	-49	1.0000	0.0744	0.0765	-13	1.0232
Венера	0.0519	0.0524	-19	1.0096	0.1390	0.1401	-7	1.0079
Земля	0.0843	0.0828	-12	0.9822	0.1922	0.1926	-5	1.0021
Марс	0.1586	0.1623	-6	1.0233	0.2929	0.3028	-3	1.0338
Астероиды	0.4877	0.4142	-2	0.8493	0.6180	0.6180	-1	1.0000
Юпитер	1.0000	1.0000	0	1.0000	1.0000	1.0000	0	1.0000
Сатурн	2.4834	2.4142	2	0.9721	1.8334	1.6180	1	0.8825
Уран	7.0827	7.1378	7	1.0077	3.6883	3.3028	3	0.8955
Нептун	13.8922	14.0711	13	1.0129	5.7774	5.1926	5	0.8938
Плутон	21.1166	21.0475	21	0.9967	7.6398	7.1401	7	0.9346
Среднее значение расч./факт.				0.9951	0.9638			
Средняя ошибка				0.0049	0.0317			

*Примечание.* За единицу принята орбита Юпитера. Для астероидов принята одна условная орбита, соответствующая наиболее часто встречающемуся периоду – 5.75 года и расстоянию – 3.215 а.е.

Совершенно такие же соотношения периодов или их функций – средних расстояний – и минимумов плотности рациональных чисел получается и для других подобных колебательных систем. В табл. 2 и 3 приведены аналогичные данные для спутников Юпитера и Сатурна – отношения их средних расстояний с еще большей точностью соответствуют минимумам плотности рациональных чисел. В этой связи весьма убедительный пример представляют собой кольца Сатурна. Как известно, они разделены темными промежутками, где «почти полностью отсутствует материя», из которой составлены кольца. Наиболее широкий просвет – так называемая «щель Кассини» имеет ширину около 4000 км и простирается приблизительно от 116 до 120 тысяч километров, считая от центра планеты. Этот промежуток находится в простых кратных отношениях к средним расстояниям ближайших спутников Сатурна. Они, создавая периодически повторяющиеся возмущения, как бы «выметают» из этой зоны кольца мелкие материальные частицы, и, наоборот, в других областях кольца, находящихся в иррациональных отношениях к орбитам ближайших спутников Сатурна, материя, из которой состоят кольца, может сохранять устойчивое орбитальное движение. (Ширина колец такова, что было бы бессмысленно подыскивать для них иррациональные отношения к орбитам спутников. Для этого у нас еще нет достаточно подробных и точных наблюдательных данных.) Материалы, касающиеся просветов в кольцах Сатурна и их отношения к средним расстояниям ближайших спутников, приведены в табл. 4.

Таблица 2

**Фактические и расчетные относительные радиусы орбит  
Галилеевых спутников Юпитера**

Радиусы орбит				
Спутник	Фактич.	Расчетн.	Факт./Расч.	$p$
V	0.0963	0.0990	0.9724	-10
I	0.2245	0.2360	0.9513	-4
II	0.3569	0.3027	1.1790	-3
III	0.5691	0.6180	0.9208	-1
IV	1.0000	1.0000	1.0000	0
Среднее			1.0047	
Средняя ошибка			0.0047	

Примечание. За единицу принята орбита четвертого спутника

Таблица 3

**Фактические и расчетные средние расстояния –  
радиусы орбит внутренних спутников Сатурна**

Радиусы орбит				
Спутник	Фактич.	Расчетн.	Факт./Расч.	$p$
Титан	1.0000	1.0000	1.0000	0
Рея	0.4317	0.4142	1.0423	-2
Дисна	0.3091	0.3027	1.0211	-3
Тетия	0.2412	0.2361	1.0216	-4
Энцелад	0.1946	0.1926	1.0103	-5
Мимас	0.1521	0.1622	0.9377	-6
Янус	0.1308	0.1401	0.9336	-7
Среднее			0.9952	
Средняя ошибка			0.0048	

Примечание. За единицу принята орбита спутника Титан.

Таблица 4

**Отношение радиусов просветов в кольцах Сатурна  
к радиусам орбит ближайших спутников**

Спутник	«Просвет Кассини»	«Просвет Энке»
Янус	3/4	5/9
Мимас	5/8	1/2
Энцелад	1/2	3/8
Тетия	2/5	3/10

Примечание. Разрывы в кольцах соответствуют простым рациональным отношениям к орбитам спутников.

Поразительное совпадение наблюдательных данных с тем, что следовало бы ожидать на основе сделанных предположений, является весьма убедительным свидетельством в пользу последних. При этом было бы неправильно воспринимать незначительные расхождения фактических данных с теоретическими как доказательство неполноты или неточности теории, так как теория в данном случае говорит лишь о том, что отношения периодов элементов колебательной системы должны быть *близки*, но вовсе не равны теоретически вычисленным минимумам плотности. Именно в этой приближенности к теоретическому оптимуму реально наблюдаемых результатов проявляется вероятностный характер связи явлений резонанса с распределением рациональных чисел – одно из основных следствий этой закономерности. Если бы эта связь была не вероятностной, а строго детерминированной и действовала бы

только при совершенно точных отношениях периодов (рациональных или иррациональных), то были бы невозможны ни музыка, ни телевидение, ни другие многочисленные применения явления резонанса. Это следует уже из того, что само определение «точной» рациональности отношений периодов, подверженных непрерывным изменениям, лишено практического смысла.

Следует особо подчеркнуть, что все сказанное относительно устойчивости планетных орбит, характеризующихся иррациональными отношениями периодов, полностью опирается на известную теорему Лапласа и выводы, полученные В.И. Арнольдом в его работе «Доказательство теоремы А.Н. Колмогорова о сохранении условно-периодических движений при малом изменении функции Гамильтона». Теорема Арнольда–Колмогорова является в известном смысле завершением теоретического исследования об устойчивости Солнечной системы, начатого два столетия назад работами Лапласа и Лагранжа. Эта теорема с полной строгостью утверждает устойчивость таких систем на неограниченных отрезках времени при условии иррациональных отношений отдельных осцилляторов и, наоборот, допускает нарушение устойчивости при начальном отношении параметров орбит, *близком* к резонансу [6-8].

Подход к этому вопросу с позиций теории чисел позволяет в дальнейшем судить о направлении эволюции планетных орбит и, основываясь на метрической теории цепных дробей, перейти от качественного рассмотрения вопроса к определению количественной меры устойчивости таких колебательных систем.

В этом случае окажется уже недостаточен второй порядок приближения функций плотности распределения рациональных чисел на прямой. Такое представление является наиболее простым и наглядным примером связи между резонансом и распределением чисел, но при этом дает лишь самое грубое приближение действующих здесь закономерностей. Для более глубокого знакомства с этим вопросом необходимо построение приближений более высоких порядков.

## 8. Приближения третьего и более высоких порядков

Говоря о минимумах плотности рациональных чисел второго порядка, мы имели в виду только иррациональности, являющиеся корнями квадратного уравнения

$$\alpha^2 + p\alpha - 1 = 0,$$

где  $p$  – целое число.

В более общем случае значительная часть того, что было сказано относительно обоснования расположения на числовой оси минимумов плотности рациональных чисел, или, иначе, расположение тех алгебраических чисел – квадратных иррациональностей, которые в данной окрестности хуже других аппроксимируются рациональными числами, может быть распространена на полное квадратное уравнение

$$a\alpha^2 + b\alpha + c = 0,$$

где все коэффициенты  $a, b, c$  – целые числа.

Бесконечные цепные дроби, соответствующие корням этого уравнения, имеют более сложную структуру, вообще зависящую от арифметических свойств коэффициентов. Все такие дроби сохраняют периодичность, свойственную квадратичным иррациональностям, однако величина периода, который в первом случае всегда равен единице, теперь, по-видимому, ничем не ограничена и может иметь сколь угодно сложную структуру. Поэтому некоторые из тех простых следствий, которые сопутствовали приближениям второго порядка, теперь уже не могут иметь места.

Тем не менее, если ввести ограничение

$$\frac{c}{a} = -1,$$

то расположение минимумов плотности на числовой плоскости еще сохраняет симметрию относительно прямой  $y = x$  или, что то же самое, сохраняется условная симметрия в расположении минимумов на числовой прямой относительно единицы.

Если не делать этого ограничения и для вычисления последующих минимумов плотности пользоваться квадратным уравнением в полной форме, то имеет место более сложная система иерархической симметрии. В этом случае расположение минимумов плотности третьего и более высоких порядков, изображаемых корнями полного квадратного уравнения, а затем и корнями уравнений с целыми коэффициентами более высоких степеней, оказывается симметричным относительно лучей, проведенных, вообще говоря, через рациональные числа предшествующего порядка.

С увеличением порядка приближения число фиксируемых минимумов плотности растет весьма быстро и уже приближения третьего порядка, изображенные в форме графика, не дают столь простой и наглядной картины, как изображенные на рис. 5 приближения второго порядка. Тем не менее эти приближения высших порядков играют существенную роль в ряде физических процессов, определяемых более тонкими и чувствительными связями с явлениями резонанса, в частности такими, которые связаны с представлением колебаний в форме разложения в тригонометрические ряды.

Нетрудно заметить, что график распределения рациональных чисел второго порядка, представленный на рис. 5а и запись величины резонанса в электрическом контуре на рис. 5б, можно рассматривать как некоторые аналоги изображения разложения в ряд Фурье белого шума.

Действительно, подавая на вход колебательного контура, имеющего собственную частоту  $\omega_0$ , сигнал переменной частоты и постоянной амплитуды мы как бы имитируем на входе такого резонансного фильтра некоторую усредненную функцию  $\Phi(x)$  – белый шум, сигнал почти постоянной спектральной плотности и амплитуды. Такой сигнал отличается от обычного белого шума лишь тем, что если в первом случае все составляющие белый шум

частоты передаются одновременно, то здесь они дискретизированы по частоте и передаются последовательно во времени. Резонансный фильтр, построенный так, что помимо основной частоты он в той или иной мере пропускает и кратные гармоники, то есть частоты  $2\omega_0$ ,  $3\omega_0$  и т.д., осуществляет физический процесс, который в математическом смысле является разложением белого шума  $\Phi(x)$  в тригонометрический ряд. Так как технически невозможно выполнить фильтр с нулевой шириной полосы пропускания, резонансные максимумы такого фильтра, показанные на графике рис. 5б, всегда имеют конечную ширину, зависящую от добротности колебательной системы. На рис. 5б масштаб чертежа и параметры фильтра подобраны так, чтобы в целях наглядности получить наибольшее сходство между таким экспериментальным графиком и совершенно абстрактным изображением распределения плотности рациональных чисел на числовой прямой. При ином масштабе по вертикали, таком, при котором максимумы функций не выходили бы за границы чертежа, ординаты этих максимумов дали бы приближенное значение коэффициентов Фурье разложения в тригонометрический ряд того белого шума, который получился бы, если бы на вход системы все частоты подавались бы не последовательно, а одновременно. При полностью идеализированном процессе мы должны были бы получить семейство вертикалей, имеющих ординаты, равные амплитуде, то есть коэффициенту Фурье  $C_n$ , а абсциссы – соответствующим индексам  $\frac{1}{n}$  разложения в ряд функции:

$$\Phi(x) = \sum_{-n}^n C_n e^{in\omega x}.$$

В принципе такую же картину представляет собой и график плотности рациональных чисел второго порядка приближения, представленный на рис. 5а. При условии ограниченного значения знаменателей дробей, участвующих в построении, должна существовать некоторая величина  $Ra(x)_{\max}$  – максимальное значение функции на отрезке  $0 \div 1$  числовой оси. Тогда можно, поделив функцию  $Ra(x)$  на ее максимальное значение:

$$\frac{Ra(x)}{Ra(x)_{\max}},$$

получить графическое изображение, сколь угодно близкое к той же идеализированной картине разложения белого шума в ряд Фурье, то есть семейство почти вертикалей, ординаты которых пропорциональны коэффициентам Фурье, а абсциссы – тем значениям частот, по которым ведется разложение в ряд. То есть, если

$$\Phi(x) = \sum_{-n}^n C_n e^{in\omega x}$$

представляет собой белый шум – хаотическую смесь различных колебаний, то выражение

$$\frac{Ra(x)}{Ra(x)_{\max}} = F(x)$$

совпадает с разложением спектра этой функции в тригонометрический ряд по ортогональной системе функций.

Все сказанное справедливо для функции распределения плотности рациональных чисел второго порядка. Для функций более высоких порядков положение усложняется, так как в этом случае спектральная картина соответствует разложению в тригонометрический ряд по системе уже не целых, а дробных индексов. Это не меняет принципиальной стороны дела, но вносит заметное усложнение картины. Введение дробных индексов подобно тому, как если бы в физическом эксперименте мы применили аппаратуру, обладающую большой чувствительностью к малым параметрам, несущественным и даже мешающим при грубой оценке явления в целом, но имеющим решающее значение для более тонких исследований. Такое далеко идущее сходство физических и теоретико-числовых закономерностей отнюдь не случайно. В этом проявляется глубокая связь и общность законов природы, единство и, можно сказать, объективная правильность и однозначность той физико-геометрической картины окружающего мира, которой мы руководствуемся в наших исследованиях.

Простым и наглядным, наглядным в самом буквальном смысле этого слова, примером является только что упоминавшийся белый шум, или, что с точностью до длины волны то же самое, – белый свет. Известно, что белый свет Солнца, как и белый шум, представляет собой хаотическую смесь электромагнитных колебаний разных частот. Исследованиями Юнга, Гельмгольца, Максвелла и других авторов была создана так называемая теория трехцветного зрения. Было установлено, что наш глаз имеет три сорта светочувствительных элементов, обладающих избирательной чувствительностью к различным участкам спектра – зеленому, красному и синему. Это как бы набор микроскопических светофильтров, по своим физическим свойствам вполне аналогичных тем электрическим фильтрам, которыми мы пользовались для того, чтобы получить картину электрического резонанса на рис. 5б. Каждый желающий может увидеть весьма полную и точную физическую аналогию этих свето- и цветочувствительных элементов, если посмотрит в лупу на экран цветного телевизора. В этом отношении он построен по совершенно такому же принципу, что и глаз.

Многочисленными опытами были установлены те частоты или длины волн света, которым соответствуют максимумы чувствительности человеческого глаза к каждому из трех основных цветов. Без этого было невозможно развитие таких отраслей промышленности и культуры, как полиграфия, цветное кино, фотография и телевидение. Было установлено, что смешением в тех или иных пропорциях этих трех основных цветов можно получить

практически любой цвет, встречающийся в природе. Но это совершенно подобно тому, как, подбирая соответствующие коэффициенты Фурье, мы можем посредством тригонометрического ряда представить почти любую функцию, ибо окраска любого предмета есть не что иное, как некоторая функция распределения отражательной способности по отдельным участкам спектра.

Однако здесь дело значительно сложнее. Прежде всего, любой зрительный образ, даже самый простой, за крайне редкими исключениями, не является периодической функцией пространства или времени. Это следует уже из того, что главное назначение зрения – нести информацию, а никакая периодическая функция сама по себе не несет никакой информации, кроме факта своего существования. Полезную информацию способны передавать лишь изменение периодической функции, ее модуляция, отклонение от строгой периодичности. Кроме того, наша способность воспринимать в форме света электромагнитные колебания охватывает по частоте меньше одной октавы – от  $4,3 \cdot 10^{14}$  до  $7,5 \cdot 10^{14}$  Гц, и в пределах планеты Земля и даже Солнечной системы этот диапазон принципиально не может быть существенно расширен. Поэтому физически невозможно представление наших зрительных образов разложением в обычный ряд Фурье по ортогональной системе функций. Такое разложение состояло бы всего из одного члена ряда, для второго уже не хватило бы частоты.

И тем не менее... мы видим цвета окружающего нас мира благодаря какому-то механизму анализа действительности и затем синтеза, сложения из этих трех элементарных цветов, из трех функций переменного электромагнитного поля единого цветного образа. И представляется бесспорным, что существует глубокая аналогия между этим процессом анализа-синтеза, называемым «зрением», и тем, что мы понимаем под математическим термином «разложение в тригонометрический ряд».

Амплитудно-частотные характеристики трех основных цветов могут быть определены только экспериментально, путем опроса достаточно большого числа независимых наблюдателей. Такие работы проводились неоднократно различными исследователями, на их материалах строятся цветовые характеристики кино, полиграфии и телевидения. Один из результатов таких исследований приведен на рис. 6.

Если принять для зеленого цвета наиболее вероятное значение максимума амплитудно-волновой характеристики  $\lambda_{зел} = 533$  нм – это среднее из наблюдений Гилда, Максвелла, Райта, Буля и Жоли, а для красного и синего цветов соответственно  $\lambda_{кр} = 629,19$  нм и  $\lambda_{син} = 451,52$  нм, что так же соответствует средним значениям из ряда наблюдений, то отношения этих величин будут выражаться следующими числами: 451,52; 533; 629,19 или, принимая длину волны зеленого цвета за единицу: 0,8471271:1:1,1804604. Нетрудно заметить, что  $0,8471271 = 1:1,1804604$ , то есть эти числа образуют ряд  $\alpha^{+1}, \alpha^0, \alpha^{-1}$ , где

$$\alpha^{+1} = 0,8471\dots = \frac{1}{1 + \frac{1}{5 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{5 + \dots}}}}} = \frac{\sqrt{37} - 1}{6}.$$

Но  $\frac{\sqrt{37} - 1}{6}$  это, как нетрудно убедиться, один из минимумов плотности рациональных чисел, получающийся при построении системы приближений третьего порядка и отвечающий корню квадратного уравнения:

$$\alpha^2 + \frac{1}{3}\alpha - 1 = 0.$$

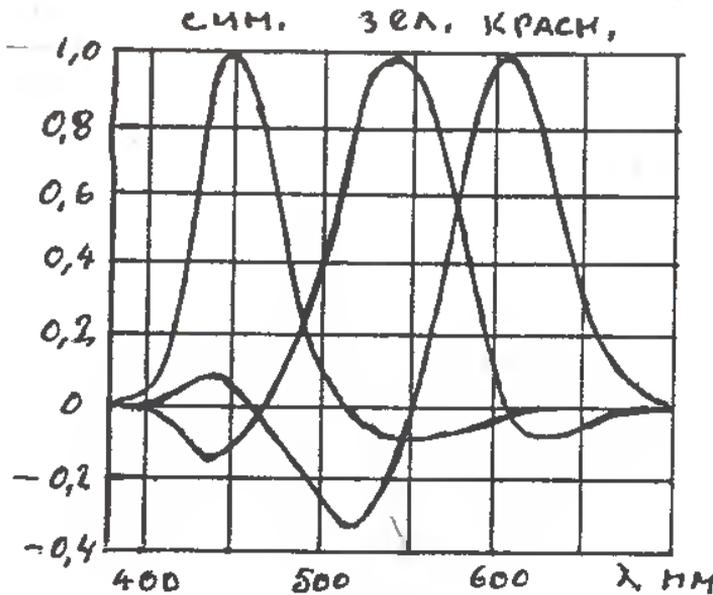


Рис. 6. Амплитудно-волновая характеристика основных цветов – синего, зеленого и красного. Функции сложения цветовой системы кинескопа

Положение этого минимума на числовой оси отмечено на рис. 6а пунктирной линией, а на рис. 7 приведен в увеличенном масштабе участок числовой оси между числами  $2/3$  и  $6/7$ , где также отмечено положение этого минимума плотности рациональных чисел.

Закономерно поставить перед собой вопрос: почему природа в процессе эволюции пришла именно к такому решению задачи цветного зрения? В чем кроется оптимальность, если согласиться с тем, что смысл естественного отбора состоит именно в поиске и закреплении оптимальных решений, отвечающих требованию наибольшей приспособленности организма к внешним условиям при минимальных затратах?

Для ответа на этот вопрос нужно, прежде всего, еще раз повторить то положение, что передача информации, если она совершается посредством колебательного процесса, осуществляется лишь за счет отклонения от функции периодичности. В этом смысле максимум информации потенциально содержит лишь полностью аperiodический белый шум, но это утверждение равносильно тому, что глыба мрамора потенциально содержит в себе все те скульптуры, которые могут быть из нее высечены. Однако такие утверждения имеют смысл всего лишь потенциальной возможности, потому что скульптуру все же нужно извлекать для того, чтобы она радовала глаз. Применительно к процессу передачи информации такое ограничение, отсекающее лишнее, реализуется в форме почти периодической функции. Практически все виды передачи информации, в основе которых лежат те или иные волновые процессы, будь то свет, звук, радио, кино или телевидение, являются почти периодическими функциями времени. Почти периодические функции – это обширный класс функций, впервые исследованный Г. Бором, в который как частный, предельный случай входят функции периодические и, как частный случай последних, гармонические функции, используемые для представления тех или иных процессов в форме разложения в тригонометрический ряд.

В процессе формирования нашего зрительного аппарата природе пришлось находить оптимальный компромисс, который минимизировал бы значительное количество различных параметров, о большинстве которых мы или не знаем ничего, или можем строить только более или менее обоснованные догадки.

К таким условиям, вероятно, должно относиться требование, чтобы общее число различных спектральных зон и, следовательно, число различных типов цветочувствительных элементов было минимальным. Вместе с тем для передачи наиболее точной картины действительности это число должно быть как можно больше. В то же время диапазон спектральной чувствительности глаза должен быть возможно более широким, однако невыгодно расширять его за пределы энергетического максимума солнечного излучения. С последней точки зрения спектральная чувствительность глаза весьма рациональна – она практически совпадает с максимумом интенсивности солнечного излучения. Мы, возможно, немного выиграли бы в борьбе за существование, если бы могли видеть в темноте инфракрасное излучение, но, это, вероятно, не внесло бы существенных изменений в судьбу человечества, так как было бы достигнуто слишком дорогой ценой. Тем более, что, надо полагать, необходимость выйти победителем в борьбе с природой предъявляла нашим далеким предкам и другие столь противоречивые требования. В том числе, наверное, и обеспечение максимальной информационной емкости сигнала и другие условия оптимизации, связанные с явлениями резонанса, или, наоборот, его отсутствия.

Применительно к процессам передачи информации резонанс возникает при суммировании ортогональной системы функций, при котором образуется снова периодическая функция существенно меньшей частоты, не несущая информации больше чем на одном периоде. Поэтому для того, чтобы сумма

нескольких функций могла нести какую-то информацию, она должна быть не периодической, а почти периодической функцией, то есть иметь те или иные отступления от строгой периодичности. Если информация передается посредством сумм гармонических колебаний, а свет – это именно такая сумма, то суммарная функция может быть почти периодической только в том случае, если отношение периодов слагаемых функций иррационально. Это, в частности, весьма близко корреспондирует с теорией Колмогорова–Арнольда устойчивости планетных систем. В этом случае также выдвигается требование, чтобы некоторые параметры были представлены почти- или, по терминологии Арнольда, условно периодическими функциями.

Отсюда следует, что сигнал  $S(t)$ , несущий информацию, если он представлен модифицированным рядом Фурье

$$S(t) = \sum C_m \varphi(t)$$

сможет нести тем больше информации, чем больше НЕортогональность составляющих его функций, то есть чем больше интеграл

$$\left| \int_a^b \varphi_n(t) \varphi_m(t) dt \right| = \max, n \neq m.$$

(Равенство нулю этого интеграла принимается как условие ортогональности двух функций.)

Под термином «модифицированный» ряд Фурье в данном случае понимается ряд Фурье, коэффициенты которого определяются условием

$$C_m^* = \frac{1}{\delta t} \int_t^{t+\delta t} \varphi(t) e^{-in\omega t} dt, \delta t \approx \frac{1}{\omega},$$

где интеграл с переменными пределами есть функция Стеклова, а индекс  $n$  равен  $n = \alpha^m$ , где  $m = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$  и  $\alpha$  – один из минимумов плотности рациональных чисел.

Практически это означает, что процесс передачи информации, если он осуществляется посредством сумм некоторого числа гармонических колебаний постоянной частоты и переменной амплитуды, окажется наиболее эффективным и экономичным, если отношения периодов составляющих колебаний будут соответствовать минимумам плотности рациональных чисел на числовой оси. В противном случае, если отношения периодов рациональны, суммарная функция обязательно в той или иной мере будет обладать периодичностью, обусловленной резонансом кратных частот. Это проявляется в форме систематической помехи, подобной систематическому возмущению планетных орбит. С такими явлениями нередко приходится сталкиваться в технике, например в телевидении, когда на экране видны темные или светлые полосы, или слышно постороннее гудение в репродукторе. Все это – воздействие паразитных частот, попадающих в резонанс с той основной частотой, которая содержит полезную информацию.

В процессе эволюции природа шла разными путями. Естественный отбор оставлял и развивал те принципиальные решения, которые обеспечивали лучшую приспособляемость в борьбе за существование.

В решении задачи цветного зрения природа оказалась перед выбором двух принципиально различных путей развития – дискретного и непрерывного. В математическом смысле это можно сравнить с моделированием функции в форме интеграла Фурье или разложения в ряд по дискретным значениям. Нужно напомнить, что всякий процесс восприятия информации, будь то слух, зрение или осязание есть процесс моделирования в нашем мозгу некоторой функции, однозначно и адекватно отображающей внешнее раздражение, которое, в свою очередь, всегда является некоторой функцией пространства и времени. Естественно, такое отображение должно быть, с одной стороны, максимально точным, а с другой стороны, достигаться с минимальными затратами. Применительно к зрению природа решила задачу построения амплитудно-частотной характеристики внешнего мира так, что амплитуды передаются непрерывными функциями (непрерывными в том смысле, что если в масштабе микромира они и являются дискретными или квантованными, то эта дискретность лежит за порогом разрешающей способности нашего сознания). Что же касается частоты, то она передается, как уже было показано, дискретным рядом функций – разложением в модифицированный ряд Фурье по неортогональной системе функций. Если  $\Phi(x)$  – функция, описывающая наше зрительное восприятие цвета, то

$$\Phi(x) = \sum_{n=-1}^{n=1} C_n^* e^{i\lambda_n t},$$

где  $n = 0, -1, +1$ ,  $C_n^*$  – переменный коэффициент Фурье,  $\lambda_n = \omega_0 \alpha^n$ ,  $\omega_0 = 533$  нм,  $\alpha = \frac{\sqrt{37} - 1}{6}$ .

Трудно сказать – почему природа стала моделировать частоту излучения, то есть то, что мы называем цветом, посредством смешения трех основных цветов. Вообще, в принципе представляется возможной система, непосредственно реагирующая на частоту, подобно тому, как УКВ-приемник непосредственно реагирует на модуляцию частоты сигнала. Однако, и это весьма существенно, в рамках заданных условий природа выбрала безусловно оптимальный вариант. Чувствительность глаза охватывает по частоте практически весь диапазон солнечного излучения – невидимая инфракрасная составляющая энергетически существенно слабее видимого света, а ультрафиолетовая часть спектра почти полностью задерживается атмосферой. Оставшееся «окно» – это все цвета, которые мы видим. Далее, если считать, что минимально допустимое число членов разложения в ряд Фурье и, соответственно, число спектральных зон должно быть не менее трех и отношения их частот должны соответствовать минимумам плотности рациональных чисел, то этим

условиям лучше других отвечает число  $\frac{\sqrt{37}-1}{6}$ , полученное путем построения функции плотности рациональных чисел третьего порядка приближения. Применительно к условиям нашего зрения оно оптимизирует ряд противоречивых параметров – при наименьшем порядке приближения и наименьшем значении коэффициентов квадратного уравнения оно позволяет разместить в пределах солнечного спектра наибольшее количество неортогональных гармоник и при этом обеспечивается относительно худшая аппроксимация этого числа посредством рациональных дробей, или, образно говоря, наибольшая «глубина» минимума плотности рациональных чисел в этой окрестности числовой оси.

Это дает основание полагать, что для наших земных условий природа выбрала действительно оптимальное решение, ключ к которому лежит в законе распределения рациональных чисел или в конечном счете в распределении чисел в натуральном ряде.

В этом очерке мы смогли коснуться только двух примеров, показывающих ту тесную связь, которая существует между распределением рациональных чисел на числовой оси и физическими процессами, определяемыми резонансом колебательных систем. Эти примеры отнюдь не исчерпывают всех возможных связей. Эмпирически найденные зависимости «Золотого сечения» и рядов Фибоначчи в наше время получают все более широкое применение в различных областях знания, таких, например, как теория информации, в цифровой технике, в тех физических и технических устройствах, действия которых в той или иной мере связаны с числами и колебаниями.

*Авторы приносят свою искреннюю благодарность к.ф.-м.н. П.Н. Антонюку, к.ф.-м.н. С.А. Ашманову, академику АН СССР Н.Н. Моисееву, члену-корреспонденту АН УССР В.П. Шелесту за то, что они взяли на себя труд посмотреть эту работу, и за те ценные замечания, которые были ими сделаны.*

### Литература

1. Планк М. Единство физической картины мира. М.: Наука, 1966.
2. Галилей Г. Беседы и математические доказательства. М., 1934.
3. Minkowski H. Geometrie der Zahlen. Lpz.-В., 1953.
4. Клейн Ф. Элементарная математика с точки зрения высшей. Т. 1. М., 1933.
5. Хинчин А.Я. Цепные дроби. М., 1978.
6. Белецкий В.В. Очерки о движении космических тел. М., 1977.
7. Демин В.Г. Судьба Солнечной системы. М., 1975.
8. Арнольд В.И. Доказательство теоремы А.Н. Колмогорова // Успехи математических наук. 1963. Т. 18. № 5 (113). С. 9–36.
9. Домбровский К.И. Распределение рациональных чисел и резонанс // Проблемы теории гравитации. Вып. 16. М., 1985.
10. Jones W., Thron W. Continued Fractions. 1980.
11. Стахов А.П. Коды золотой пропорции. М., 1984.

## NUMBER DISTRIBUTION AND RESONANCE

**K. Dombrovsky, K. Stanyukovich**

*All-Russian Research Institute of Metrological Service  
46 Ozernaya St, Moscow, 119361, Russian Federation*

**Abstract.** The article discusses the relationship between the periods of oscillation of physical systems with the problem of distribution of rational numbers on the number axis. The representation of numbers by continued fractions is also considered. Particular attention is paid to the physical consequences of the ratios of the periods of oscillations, such as the connection of the “golden section” with the law of distribution of planetary distances, the connection of the laws of information transmission processes with the sensitivity of the human eye realized in nature.

**Keywords:** periods of oscillation, resonance, rational numbers, continued fractions, golden ratio, planetary distances, sensitivity of the human eye

## БАВИЛОНСКАЯ БАШНЯ ГЕНЕЗИСА

К.И. Бахтияров\*

**Аннотация.** Главное постичь парадигму бинарности. В основании башни лежат 4 ортогональные фазы генезиса: 00, 01, 11, 10. Построена модель сознания с триадами нижнего и верхнего регистров. Изменения в нижнем регистре влекут изменения в верхнем регистре. Введение верхнего цифрового регистра позволяет построить МЕТАЛОГИКУ, наглядно демонстрирующую фрактальность.

**Ключевые слова:** иерархия, фрактальность, многоуровневость, шифтинг, метафизические часы.



Памятник Р. Луллию  
в Каталонии

Раймонд Луллий – ... это дальний  
провозвестник искусственного интеллекта.

*(Б.В. Бирюков, В.Н. Тростников)*

Жар холодных чисел  
и пафос бесстрастной логики  
Луллий привносит в память движение.  
Фигуры его искусства... вращаются.

*(Френсис Йейтс. Искусство памяти)*

Схоластические теологи порицали Раймунда  
Луллия за то, что он хотел доказать троичность  
философскими доводами... привести основания  
для этого таинства и сделать его понятным.

*(Г.В. Лейбниц. Теодицея)*

У. Эко считает, что Адам был изгнан из Эдема при попытках создания универсального языка. «И именно с этого момента (а не тогда, когда Адам съел яблоко) началась мировая история» [10. С. 175]. В «Книге Бытия» (**GENESIS**) в главе 11 описывается Вавилонская башня, при строительстве которой её строение сравнивалось со структурой языка [11. С. 26]. Ключевым является **ГЕНЕЗИС**, ибо «Книга Бытия» подсказывает, как построить Универсальный Лексикон. В качестве башни естественно принять **двумерно-бинарный циферблат** солнечных часов.

\* E-mail: kamil.bakhtiyarov@gmail.com

*01.восход n=01 	*11.зенит A=11 
на Востоке	на Юге
*00.надир V=00 	*10.закат u=10 
на Севере	На Западе

Триграммы – это крышки и тарелки:



Рис. 1

Не случайно таблица генезиса дана в трактате Аристотеля «О небе» (рис. 1) [1. С. 303]. Ведь наиболее наглядной моделью **генезиса** как **динамического знания** является *возникновение* и *исчезновение* Солнца, которые в дни равноденствий происходят *точно* на востоке и западе. Недаром **oriental** = восточный, **orient** = направление – четко указывают направление **01 Восхода**, а альтернативной фазой генезиса является **10 Закат**. Но они не являются *возможностью* и *невозможностью*. Фазы не являются возможностями, механизм генезиса не является вероятностным. Первая четверть не является возможностью полнолуния. Ведь *возможность* означает, что скорее будет, чем нет. Введение вероятностного этажа, порождая нефрактальность этажей, неизбежно приводит к краху Вавилонской башни. Недаром Альберт Эйнштейн, Луи де Бройль и Дэвид Бом считали, что требуется радикально новый тип теории квантовой механики, который не носит статистического характера. Две неопределенности 01 & 10 – два альтернативных состояния кота Шрёдингера – являются промежуточными фазами генезиса. Чтобы различить их, не требуется статистика смертности, так же как она не требуется, чтобы отличить старика от юноши.

Универсальный язык восходит к знакам алхимиков для 4 состояний вещества: Δ – огонь, ∇ – твердое и соответствующие усеченные треугольники для газа и жидкости (рис. 2). В качестве первоэлементов выделены четыре базовые триграммы и впервые предложено их бинарное кодирование. Над фундаментом, которым является первый этаж, фрактально надстраиваются этажи ИИ. Сочетания триграмм образуют гексаграммы.

01. пар	*01.газ		*11.ОГОНЬ	11.КИПЯТОК
	*00.ТВЕРДЬ		*10.жидкость	
00.ЛЁД				10. вода

Первоэлементы. Подвиды типа 10 Вода.

01 Воздух – 10 Вода

11 ОГОНЬ – 00 ЗЕМЛЯ

01 10 пар – 10 10 вода

11 10 кипятков – 00 10 лед

Рис. 2

Представить иной живой мир, иную генетику нам не под силу. Фазовые состояния вещества и психотипы требуют применения металогики, благодаря которой мы начинаем понимать психогенетику. В основании метатеории лежат 4 ортогональные фазы генезиса: 00, 01 – поворот на  $\mathbf{d} = \pi/2 = 90^\circ$ , 11 – поворот на  $2\mathbf{d} = \pi = 180^\circ$ , 10 – поворот на  $3\mathbf{d} = 3\pi/2 = 270^\circ$  ( $\mathbf{d}$  от франц. **Droit** = прямой).

*Квантование вращений* по принципу ортогональности дает простой ответ – перекресток таблицы Аристотеля. Цикл формирует вращение, и нет необходимости привносить вращение извне, ибо оно ему имманентно присуще. Кстати, деление круга на  $360^\circ$  заимствовано нами из вавилонско-шумерской цивилизации, к которой восходят 60-ричная система исчисления времени, а главное – позиционный принцип записи чисел [8. С. 30]. «Может быть, всё вавилонское знание – только воспоминание о какой-то забытой мудрости, наследие второго человечества от первого». В Древнем Вавилоне тайна Трёх сводится к «Иштар, богине звезды утренней и вечерней, соединяющей день с ночью» [6. С. 377, 395]. Эта тайна Трёх напоминает, какой у нас был принцип оплаты командировочных, когда день приезда и день отъезда считались за один день.

Мне потребовалось воспользоваться *позиционным принципом*. Упорядоченные бинарные пары являются Декартовыми координатами единичного квадрата ABCD с вершинами: A(0; 0), B(0; 1), C(1; 1), D(1; 0). Будем пользоваться сжатой записью Лукасевича (с подразумеваемым пробелом) [6. С. 224], хотя вершины квадрата не тождественны 4 точкам отрезка или окружности (в двоичной системе счисления). Действительно, символ 11 – число из двух единиц может заменять одиннадцать единиц, а может заменять чертеж вершины (1; 1) единичного квадрата в координатах (знаменитое Ульмское озарение). Так остро не хватало нам декартова соединения противоположных теорий – формальной логики и геометрии. Будем пользоваться сжатой записью Лукасевича (с подразумеваемым пробелом), тогда динамизм двумерно-бинарной логики Я. Лукасевича L<sub>4</sub> (который, впрочем, сам считал, что она нарушает принцип бивалентности Аристотеля) будет прост как 2 x 2, ибо это логика генезиса. На плечах гиганта может быть построен протопсихизм двухэтажной башни генезиса металогики M<sub>16</sub> [4. С. 176-182]. Она описывает интровертов и экстравертов, эмо- и лого-психотипы (см. Приложение).

Недаром Великий Лейбниц ставил проблему создания Универсальной характеристики. Но поставить проблему и решить ее – совсем разные вещи. По иронии судьбы, в статье «Новый метод максимумов и минимумов...» он слишком упирается в математическую реализацию вместо того, чтобы воспринимать метод *с метасимволической стороны*. Без метанауки уравнения будут умнее нас. Первоэлементы-стихии образуют 4 символа метанауки как максимумы и минимумы энергии:

$\wedge$  – максимум, A – Аденин генкода и *Арт-психотип* обозначим A = 11 выделенное значение;

$\vee$  – минимум, C – Цитозин и *психотип Власти* – перевернутым знаком V = 00 антивыделенное;

∩ – слабый максимум, g – Гуанин и *психотип Медиа* – знаком  $n = \underline{01}$  антивывделенное значение;

∪ – слабый минимум, Урацил и *психотип Ученых* – знаком  $u = \underline{10}$  выделенное значение.

Альтернативами являются максимум  $\wedge$  Аденин  $A = 11$  и минимум энергии Цитозин  $V = 00$ . Комплементарные пары образуют: Аденин  $A = 11$  и Урацил  $u = 10$ , которая редуцируется к 1; Цитозин  $V = 00$  и Гуанин  $n = \underline{01}$ , которая редуцируется к 0. Единый для всех живых существ язык наследственности состоит всего из 4 букв, образующих триграммы по позиционному принципу.

У. Эко считает, что язык-код Адама содержал два базовых значения:  $AA = \text{Да}$  и  $BB = \text{Нет}$  [10. С. 160]. Однако трудно согласиться с мнением С.В. Петухова, что  $00$  и  $11$  образуют комплементарную пару.

Проблему полиструктурной интеграции знаний алфавит обучающих метасимволов решает на основе их спаривания. Идея позиционности восходит к концентрическим кругам Ибн Араби, столетие спустя реализованным в машине Раймонда Луллия, которой восхищался Лейбниц. Автор взял за образец диграмму генетического кода – пару (микроуровень, макроуровень). Д. Хофштадтером показана необходимость перехода от молекулярного микроуровня к антропоморфному макроуровню – от молекул к характерам. Генетическая таблица имеет 4 блока выделенных и антивывделенных пар метасимволов, которые положены в основу универсального языка.

Приоритет у доминант макроуровня (для недоминант – у любых букв микроуровня). Для доминантных значений имеем редукцию по корням:  $A = \underline{11}$ ,  $00 \underline{11}$  выделенные и  $V = \underline{00}$ ,  $11 \underline{00}$  антивывделенные значения; для недоминантных значений редукцию по первой цифре:  $u = \underline{10}$ ,  $\underline{10} 10$ ,  $\underline{10} 01$  выделенные,  $n = \underline{01}$ ,  $\underline{01} 10$ ,  $\underline{01} 01$  антивывделенные значения. Средствами неклассической логики, опираясь на фрактальную структуру генетического кода, может быть построена модель фазовых переходов.

Блочная матрица имеет 4 «масти»:  $\spadesuit n = 01$  медиа,  $\heartsuit A = 11$  артисты,  $\spadesuit V = 00$  власть,  $\clubsuit u = 10$  ученые. Она адекватно описывает **цикл генезиса** и механизм смены парадигм при научных революциях. *Малая переменная подготавливает большую переменную.*

При редукции многозначности приоритет у больших доминант макроуровня (при малых буквах недоминант – приоритет у любых букв микроуровня). **Выделенные значения** – это коды, которые порождают *более одной аминокислоты*, а невыделенные – *единственную аминокислоту*, обеспечивая повышенную помехоустойчивость. Выделенность принимается по гласным, а антивывделенность – по согласным. Так по подсказке генетики впервые была получена классификация выделенных и антивывделенных пар.

Согласно Дж. Уэллсу, **разум – это машина времени, которая движется назад в памяти (Past in the Future) и вперед в пророчестве (Future in the Past)**. Согласно Р. Пенроузу, необходимо исследовать природу разума. Используя её, можно построить **Фрактальный  $4 \times 4$  Луллиевый квадрат 16-значной логики супергенезиса** (рис. 3).

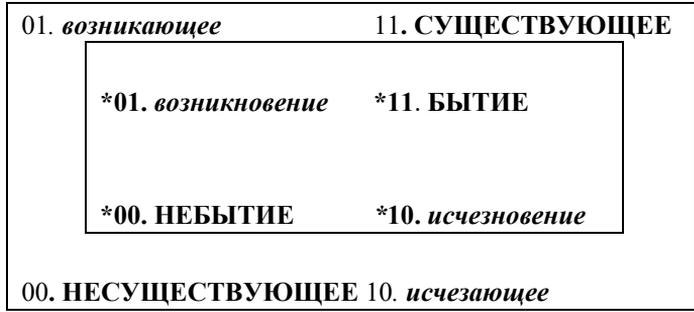
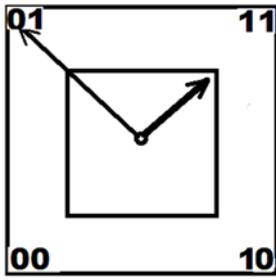


Рис. 3

Вместо вращения квадратов, как в машине Луллия, предлагается представить два уровня одним циферблатом с двумя стрелками, как в часах. Например, 01 11 – это *возникающее* БЫТИЕ. Метафизические часы – это «квадрат в квадрате», где 4 вершины декартова квадрата как значения двумерно-бинарной логики Я. Лукасевича, дают оцифровку аристотелева генезиса [3. С. 176–182]. **Оригинален был только Создатель, который давно всё придумал и создал, ибо в генкоде используется трехуровневая фрактальная модель.**

Введем три неклассических отрицания:  $\perp$  ортогональное,  $\sim$  циклическое и  $\neg$  полное (рис. 4).

$x$	$\perp x$	$\sim x$	$\neg x$
00	01	01	11
01	00	11	10
11	10	10	00
10	11	00	01

$\vee$	<u>00</u>	<u>01</u>	<u>10</u>	<u>11</u>
<u>00</u>	<u>00</u>	<u>01</u>	<u>10</u>	<u>11</u>
<u>01</u>	<u>01</u>	<u>01</u>	<u>11</u>	<u>11</u>
<u>10</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>10</u>	<u>11</u>
<u>11</u>	<u>11</u>	<u>11</u>	<u>11</u>	<u>11</u>

Рис. 4

Таблица дизъюнкции для 16 парных комбинаций первоэлементов также может быть построена, используя покомпонентный принцип. Например,  $\underline{01\ 10} \vee \underline{10\ 01} = \underline{11\ 11}$ .

Принцип генезиса был впервые отчетливо сформулирован в трактате Аристотеля «О возникновении и уничтожении», который занимает особое место среди его трудов. **Главное постичь парадигму БИНАРНОСТИ**, которая, согласно Ю.С. Владимирову, является ключевым универсальным понятием в метафизике [5. С. 207]. Постепенно преодолеваются трудности понимания таблиц Аристотеля, описывающих четверицу *первопроцессов* и первоэлементов [8. С. 64]. Математическая формализация потребовала введения универсального бинарного кода процессов: 01 – возникновение – становление бытия из небытия, уничтожение 10 – становление небытия из бытия. Имеем две доминанты: 11 бытие и 00 небытие и два перехода между ними: 01 и 10.

Триада верхнего регистра ( $A^C B$ ), где  $A$  – начало,  $B$  – конец, индекс  $C$  – модуль их разности *из конца начало* (для описания процессуальности). Подсказки как *в жмурках: тепло – холод* можно использовать для

наглядного представления *первопроцессов*:  $0^11$  возникновение –  $1^10$  уничтожение. Образно говоря: «А С Б сидели на трубе. А упало, Б пропало. С осталось на трубе».

Метапары имеют две триады, образуя число 6, которое включает в себя *двоичность и троичность, характерную для метафизики*, по мнению профессора Ю.С. Владимирова [5. С. 414]. Квантовая механика кажется лишенной человеческого смысла. Наша реальность – единый квантовый мир. Блоки доминант минимальных  $0^00$  и максимальных  $1^01$  значений – это как корпускулярно-волновая природа электрона. Доминанты ориентированы на цель (*target oriented*) – по последней цифре; а недоминанты ориентированы на источник (*source oriented*) – по первой цифре. Генетический подход выявляет выделенные и антивыведенные пары метасимволов. Бинарные символы допускают интерпретацию круговорота воды в природе:  $0^00$   $0^00$  зимний лед →  $0^11$   $0^11$  весенний пар →  $1^01$   $1^01$  летний огонь →  $1^10$   $1^10$  осенняя вода.

Ростки логики распускаются механическим цветком, превращаясь в буйную растительность металогики, что позволяет описать все 16 психотипов К. Юнга. Логика неопределенности – это новая эра в научной парадигме. Заметим, что половинчатое значение  $\frac{1}{2}$ , хотя и предлагалось для квантовой логики [12. С. 151], но менее адекватно для ситуации неопределенности, чем два значения 01 и 10 [3. С. 101-110]. Парадокс *кота Шрёдингера* вводится для наглядного представления ситуации неопределенности. Решение фактически было предугадано в XIX в. Ч. Уитстоном, открывшим эффект стереоблеска. Стереопара черного и белого дает не серость, а *мерцающий блеск*, когда одна крайность мгновенно сменяется собственной противоположностью. Нет никакого реального состояния, в котором кот Шрёдингера будет одновременно живым и мертвым. Корректное утверждение состоит не в том, что все коты полумертвые, а в том, что каждый из них находится в состоянии, в котором он одновременно абсолютно мертв и полностью здоров. Сам акт осмотра, нацеленный на то, чтобы увидеть, жив ли кот, предопределяет, жив ли он или мертв. Две компоненты волновой функции (действительная и мнимая) не интерферируют друг с другом ни конструктивно, ни деструктивно, поскольку и в математическом смысле, и по сути они перпендикулярны друг другу. В силу некоммутативности  $01 \neq 10$  эти две фазы генезиса более адекватны для неопределенности.

Квантовая теория – это красивая теория, которая обеспечивает хороший старт. Компьютерщики с подозрением относятся к математической физике, несущей на себе явный отпечаток физики. Согласно Р. Пенроузу, необходимо исследовать природу разума, поскольку информатика не является разделом физики. Математика и логика являются основой всякой человеческой мысли.

Главное – постичь неклассическую бинарность. При терапии требуется преодолеть стресс, опираясь на бинарный код. Необходимо разрушить стереоэффект пары (исток, симптом), избавившись от прошлого, особенно при когнитивном диссонансе («стереоблеск»). Согласно А. Моруа, это стереоэффект во времени как пара Непосредственного Ощущения – Далекого Воспоминания (*le couple Sensation Présente – Souvenir Absent*).

Эпициклы матрицы психогенетики фрактальны циклу генматрицы. Аналитически эту фрактальность описывает тензорный квадрат Ю.Б. Румера.

**ТРИНИТАРНОСТЬ** порождает модальности. Незнание этого создает путаницу. Ведь экстраверсия и интроверсия являются не значениями истинности, а модальностями.

**ФРАКТАЛЬНОСТЬ** нашла полное выражение в концентрических кругах Ибн Араби, которые были позже реализованы в логической машине Раймонда Луллия, вызывавшей восторг Лейбница. Фрактальность является возвращением к древней идее двойной мандалы.

ОДНОУРОВНЕВУЮ МОДЕЛЬ предложил Аристотель как принцип генезиса [1. С. 303], а ДВУХУРОВНЕВУЮ МОДЕЛЬ как принцип супергенезиса выдвинул Ибн Араби, а позже он был реализован в логической машине Раймунда Луллия.

В продолжение этих теоретических поисков был предложен *логический анализ* [2]. То есть новая интерпретация 4-значной логики Я. Лукасевича как логики генезиса, что на 11-х Смирновских чтениях по логике (МГУ, 2019) была признана проф. Ю.В. Ивлевым как результат мирового значения.

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

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

$$\text{Частица Пространства } 00\ 00 = \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \text{ и Волна Времени } 11\ 11 = \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array}.$$

Они могут оказать существенную помощь в качестве символов реальности второго порядка [3]. Древнекитайская «Книга перемен» является попыткой построить двухэтажную башню *со-знания*, но требуется её упрощение путем структуризации. Также необходимо использовать преимущества кодовой системы.

Теперь построена модель сознания, реализующая матрицу Ю.Б. Румера (у которого она была только в текстовом режиме), с триадами нижнего и верхнего регистров. Это вносит отпечаток человеческой личности в 16-ричную систему метафизики. Введение верхнего цифрового регистра позволяет построить МЕТАЛОГИКУ, наглядно демонстрирующую фрактальность.

Изменения в нижнем регистре влекут изменения в верхнем регистре. Например, фазовый переход воды в лёд при охлаждении может быть описан: 10 10 → 00 10 → 00 00 через промежуточные стадии: *не совсем так* и *совсем*

*не так* – внешнее и внутреннее отрицание. Малая переменная порождает большую переменную. Изменения в нижнем регистре влекут изменения в верхнем регистре, позволяя описать три логические ступени метафизики: **бинарность, тринитарность, фрактальность**.

Воспользуемся изоморфизмом двухуровневых моделей сознания и физики. Имеют место МАКРОУРОВЕНЬ: для диады \*00 ПРОСТРАНСТВО и \*11 ВРЕМЯ промежуточными, интервальными элементами являются релятивистские \*01 Пространство-Время (СТО) \*10 Время-Пространство (ОТО). МИКРОУРОВЕНЬ: для диады: 00 ЧАСТИЦА и 11 ВОЛНА промежуточными, интервальными элементами являются квантовые 01 Частица-Волна и 10 Волна-Частица. От этого приурочения» (термин Шрёдингера) в физике получаем «обручение» в метафизике – появление физической математики (ФИЗМАТ) и математической физики (МАТФИЗ).

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

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

В неклассической макропарадигме Пространство-Время \*01 есть 4 системы. Полевая 01 и геометрическая 11. Это – крышки, где 01 01 низкая крышка, а 11 01 высокая крышка. Реляционная 00 и гравитационная 10. Это – тарелки, где 00 01 глубокая тарелка, а 10 01 мелкая тарелка. Здесь надо выбирать: глубокая или мелкая тарелка? Этому иногда не делают. Я выбрал 00 = V – глубокую тарелку для реляционной системы! Это – Perfect Present. В классической макропарадигме \*00 необходимо различать частицы 00 и волны 11, а в квантовой макропарадигме \*11 необходимо различать электроны 01 и фотоны 10.

В результате использования принципа всеобщей триады получен новый метафизический результат. Имеем классический монизм: 00 00, 11 11; дуализм пространства-времени (СТО): 00 01, 11 01; квантовый дуализм: 01 11, 10 11, двойной дуализм времени-пространства (ОТО): 01 10, 10 10.

Построим полную развертку цифровой **Теории Всего**:

–	11 01	01 11	–
00 01	–	–	10 11
–	11 11	01 10	–
00 00	–	–	10 10

Релятивистская квантовая механика должна объединить в себе общую теорию относительности и квантовую механику, что изначально может быть сделано по метафизическим соображениям. Ведущим оказывается принцип

фрактальности различных уровней супергенезиса, порождающий неопределенности макроуровня (\*01 & \*10), аналогичные неопределенностям микроуровня (01 & 10).

Для **диады** Масса Частицы – Энергия Волны в **триаде** релятивистской квантовой механики промежуточными терминами являются *масса-энергия частицы-волны* и *энергия-масса волны-частицы*. В специальной теории относительности имеем эквивалентность массы и энергии по формуле  $E = mc^2$ . С этой формулой ассоциируется мощь атомной энергии – **масса-энергия** в АЭС при реакциях ядерного распада (образно говоря, «нет дыма без огня»). Взрывы сверхновых звёзд с образованием нейтронных звезд при реакциях ядерного синтеза (*термояд*) – **энергия-масса** выражает физический смысл «темной энергии» (*dark energy*).

Новая теория изначально выдвигается «по эстетическим или метафизическим соображениям» [9. С. 117]. Этапами большого пути по построению искусственного интеллекта являются логики Буля, Лукасевича и металогики [4. С. 182]. Я. Лукасевич сравнивал свою многозначную логику с неевклидовостью. П.К. Рашевский недаром выступал против засилья догмата одномерной модели натурального ряда, сравнивая это с евклидовой геометрией [7. С. 177]. Создание такой концепции производится на семинаре и отображается в журнале «Метафизика» под руководством профессора Ю.С. Владимиров. Многие результаты стали возможны только благодаря творческой атмосфере семинара. В частности, итоги моего десятилетнего участия в нем нашли воплощение в 6 статьях в журнале «Метафизика» (2012. № 1; 2018 № 2 и № 4, 2019 № 3; 2020 № 3; 2021 № 1). Бытие (Книга Бытия) на английский переводится **GENESIS**, и здесь мы находим глубокую переключку с концепцией **ГЕНЕЗИСА** Аристотеля, значение которой теперь возрастает.

### Литература

1. *Аристотель*. Соч. Т. 3. М.: Мысль, 1981.
2. *Бахтияров К.И.* Принципы универсального языка. Проблема Универсальной характеристики Лейбница / Principles of Universal Language. The problem of the Leibniz's Universal characteristic. М.: URSS, 2016.
3. *Бахтияров К.И.* Уровни супергенезиса // *Метафизика*. 2020. № 3 (37). С. 101–110.
4. *Бахтияров К.И.* Металогика: Пробуждение логики // *Метафизика*. 2021. № 1 (39). С. 176–182.
5. *Владимиров Ю.С.* *Метафизика*. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2002.
6. *Лукасевич Я.* Аристотелева силлогистика с точки зрения современной формальной логики. М.: ИЛ., 1959.
7. *Рашевский П.К.* Риманова геометрия и тензорный анализ. М.: Наука, 1964.
8. *Севальников А.Ю.* Время как осуществление возможного и свет // *Метафизика*. М., 2017. № 3 (25). С. 56–70.
9. *Хокинг С.* Теория всего. М.: АСТ, 2018.
10. *Эко У.* Роль читателя. Исследования по семиотике текста. СПб.: Симпозиум, 2005.
11. *Эко У.* В поисках совершенного языка. М.: СПб.: Alexandria, 2009.
12. *Reichenbach H.* Philosophic Foundation of Quantum Mechanics. Berkley and Los Angeles, 1946.

**ПСИХОТИПЫ**

стат. / дин.	сенс./ инт.	01 01 наполеон	11 01 ДЮМА	01 11 гексли	11 11 ЕСЕНИН
ирр. Ai Oi	эмо SF NF	00 01 ДРАЙЗЕР	10 01 гюго	00 11 ДОСТОЕВ- СКИЙ	10 11 гамлет
рац. Ar Or	макро ST NT	01 00 жуков	11 00 ГАБЕН	01 10 дон кихот	11 10 БАЛЬЗАК
микро	макро	00 00 МАКСИМ	10 00 штирлиц	00 10 РОБЕС- ПЬЕР	10 10 джек

На микроуровне: O–A (Mobile–Stabile), r–i (рац. – иррационалы) и *E–I (Extravertion–Introversion)*.

На макроуровне: S–N (Sensation–Intuition), T–F (Thinking–Feeling).

**КОДЫ МАЙЕРС-БРИГГС**

Квадры: γαΔβ βΔαγ

ESFA 0 <sub>1</sub> 1 0 <sup>1</sup> 1 поли- тик	ISFO 1 <sub>0</sub> 1 0 <sup>1</sup> 1 посред- ник	ENFA 0 <sub>1</sub> 1 1 <sup>0</sup> 1 совет- ник	INFO 1 <sub>0</sub> 1 1 <sup>0</sup> 1 лирик
ISFA 0 <sub>0</sub> 0 0 <sup>1</sup> 1 храни- тель	ESFO 1 <sub>1</sub> 0 0 <sup>1</sup> 1 энтузи- аст	INFA 0 <sub>0</sub> 0 1 <sup>0</sup> 1 гуманист	ENFO 1 <sub>1</sub> 0 1 <sup>0</sup> 1 наставник
ESTA 0 <sub>1</sub> 1 0 <sup>0</sup> 0 маршал	ISTO 1 <sub>0</sub> 1 0 <sup>0</sup> 0 мастер	ENTA 0 <sub>1</sub> 1 1 <sup>1</sup> 0 иссле- доват.	INTO 1 <sub>0</sub> 1 1 <sup>1</sup> 0 критик
ISTA 0 <sub>0</sub> 0 0 <sup>0</sup> 0 инспек- тор	ESTO 1 <sub>1</sub> 0 0 <sup>0</sup> 0 управ- ватель	INTA 0 <sub>0</sub> 0 1 <sup>1</sup> 0 аналит	ENTO 1 <sub>1</sub> 0 1 <sup>1</sup> 0 предприни- матель

**GENESIS TOWER OF BABEL**

**K.I. Bakhtiyarov\***

**Abstract.** The main thing is to understand the binary paradigm. At the base of the tower are 4 orthogonal phases of genesis: 00, 01, 11, 10. A model of consciousness with triads of lower and upper registers is constructed. Changes in lowercase cause changes in uppercase. The introduction of the upper digital register allows you to build a METALOGIC that clearly demonstrates fractality.

**Keywords:** Metalogic, binary paradigm, genesis, model of consciousness, fractality

\* E-mail: kamil.bakhtiyarov@gmail.com

## К 200-ЛЕТИЮ ПАФНУТИЯ ЛЬВОВИЧА ЧЕБЫШЕВА

Р.А. Бисенгалиев, В.С. Тугульчиева

*Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова  
Российская Федерация, 358000, г. Элиста, ул. А.С. Пушкина, д. 11*

**Аннотация.** Эта небольшая статья посвящена 200-летию выдающегося российского математика – П. Л. Чебышеву. П.Л. Чебышев родился в мае 1821 г. в селе Окадово Боровского уезда. П.Л. Чебышев один из основателей петербургской, или, как ее называют, чебышевской математической школы. Математик внес существенный вклад в развитие теории чисел, теории вероятностей, математического анализа и является одним из основоположников конструктивной теории функции. В данной работе обсуждаются некоторые результаты П.Л. Чебышева, связанные с задачей о распределении простых чисел. Как известно, эта задача тесно связана с наиболее известной на сегодняшний день математической проблемой – гипотезой Римана.

**Ключевые слова:** простые числа, функция распределения простых чисел, гипотеза Римана

С точки зрения арифметики большинство чисел отличается, так сказать, «хорошим поведением». Четные числа всегда чередуются с нечетными, каждое третье число всегда кратно трем, квадраты чисел подчиняются определенному закону. Поэтому мы можем составить длинный ряд чисел, которые ведут себя так, как им положено, независимо от длины этого ряда и величины самих чисел. Но простые числа похожи на неуправляемую толпу. Они появляются там, где им захочется, без предварительного предупреждения, на первый взгляд, совершенно хаотично, без какой-либо закономерности. А самое главное – их нельзя проигнорировать: простые числа необходимы для арифметики и для математики в целом. Они имеют фундаментальное значение для математики. Каждое число может быть представлено уникальным способом в виде простых чисел, умноженных друг на друга. Это значит, что простые числа – это «атомы умножения», маленькие частички, из которых может быть построено что-то большое.

Как известно еще с времен Евклида, простых чисел бесконечно много. Однако математикам, естественно, хотелось получить некоторый закон распределения таких чисел, узнать глубинную природу данных объектов. Задача о распределении простых чисел привлекала крупнейших математиков. Например, можно отметить Л. Эйлера, А. Лежандра, К. Гаусса, Б. Римана, Ж. Адамара, Ш. Валле-Пуссена и многих других. Среди них и Пафнутий Львович Чебышев, который получил ряд фундаментальных результатов при решении данной задачи. Он внес существенный вклад в решение проблем,

связанных с распределением простых чисел. Из его двух мемуаров 1848 и 1852 гг. берут своё начало «элементарные методы» теории распределения простых чисел, то есть методы, не использующие теорию функций комплексного переменного и др. П.Л. Чебышев доказал пять замечательных теорем, связанных с функцией распределения простых чисел.

**Определение.** Функция  $\pi(x)$  есть количество простых чисел, не превосходящих  $x$ . Эта функция называется функцией распределения простых чисел. Например,  $\pi(10) = 4$  (4 простых числа, меньших 10, – это 2, 3, 5, 7).

Таблица

Функции распределения простых чисел

$x$	$\pi(x)$	$\frac{x}{\pi(x)}$	$\ln(x)$	$\frac{\ln(x)}{x/\pi(x)}$
$10^2$	25	4	4,6	1,15
$10^3$	168	5,95	6,9	1,15
$10^4$	1226	8,15	9,2	1,12
$10^5$	9592	10,42	11,5	1,1
$10^6$	78498	12,73	13,8	1,08

Один из асимптотических законов функции распределения простых чисел утверждает, что  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\pi(x)}{x/\ln(x)} = 1$  или  $\pi(x) \sim \frac{x}{\ln(x)}$  (А.М. Лежандр, 1798).

Далее К.Ф. Гаусс, составляя таблицы простых чисел, пришел к выводу, что интегральный логарифм  $Li(x) = \int_2^x \frac{dt}{\ln t}$  дает большее приближение функции  $\pi(x)$ .

Отметим один из результатов, полученный П.Л. Чебышевым.

**Теорема (Чебышев).** Функция  $\pi(x)$  удовлетворяет неравенствам:

$$Li(x) - \frac{\alpha x}{\ln^n x} < \pi(x) < Li(x) + \frac{\alpha x}{\ln^n x}$$

как бы  $\alpha > 0$  ни было мало, а  $n$  ни было велико.

Новые идеи в теорию распределения простых чисел внес Б. Риман. Он рассматривал дзета-функцию  $\zeta(s)$  с комплексными  $s$  и нашел связь между нулями  $\zeta(s)$  и функцией  $\pi(x)$ . При изучении дзета-функции Б. Риман формулирует гипотезу, известную сегодня как **гипотеза Римана**, которая в классической формулировке утверждает:

*Все нетривиальные нули дзета-функции имеют вещественную часть, равную  $\frac{1}{2}$ .*

При этом имеются и другие формулировки данной гипотезы в терминах функции распределения простых чисел. Отметим одну из них.

### Гипотеза Римана (эквивалентная формулировка):

$$\left| \pi(x) - Li(x) \right| < \frac{1}{8\pi} \cdot \sqrt{x} \cdot \ln(x) \quad \forall x \geq 2657.$$

В заключение хотелось бы отметить, что помимо теории чисел П.Л. Чебышев занимался и другими проблемами математики. Можно, например, отметить его работы «Об интегрировании иррациональных дифференциалов», «Об одном арифметическом вопросе» и др. Многие утверждения носят его имя. Это неравенство Чебышева, закон больших чисел Чебышева, многочлены Чебышева и др. Другая область интересов ученого связана с теорией машин и механизмов. Чебышеву удалось сконструировать паровую машину, арифмометр, самокатное кресло, сортировальную машину, гребной механизм. Его работы по интерполированию стали теоретической основой для составления таблиц и формул в артиллерийской практике. Научные заслуги Чебышева создали ему мировую славу. Он был почетным членом многих академий наук: Российской, Парижской, Итальянской, Шведской, Лондонского Королевского общества.

### Литература

1. Прахар К. Распределение простых чисел. М.: Мир, 1987.
2. Чебышев П.Л. Избранные труды. М.: АН СССР, 1956.
3. Риман Б. Сочинения. М.-Л.: ОГИЗ, 1948.
4. Ингам. А.Э. Распределение простых чисел. М.-Л.: ОНГИ, 1936.

### DEDICATED TO THE 200th ANNIVERSARY OF PAFNUTI LVOVICH CHEBYSHEV

R.A. Bisengaliev, V.S. Tugulchieva

*Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov  
11 A.S. Pushkin St, Elista, 358000, Russian Federation*

**Abstract.** This short article is dedicated to the 200th anniversary of the outstanding Russian mathematician – P.L. Chebyshev. P.L. Chebyshev was born in May 1821 in the village of Okatovo, Borovsk district. P.L. Chebyshev is one of the founders of the St. Petersburg or, as it is called, the Chebyshev mathematical school. The mathematician made a significant contribution to the development of number theory, probability theory, mathematical analysis and is one of the founders of the constructive theory of function. This paper discusses some of the results of P.L. Chebyshev related to the problem of the distribution of prime numbers. As you know, this problem is closely related to the currently most famous mathematical problem – the Riemann hypothesis.

**Keywords:** prime numbers, distribution function of prime numbers, Riemann hypothesis

## ПАМЯТИ НАШИХ КОЛЛЕГ

DOI: 10.22363/2224-7580-2021-4-172-177



**АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ КОГАНОВ**  
**(09.01.1946–23.09.2021)**

23 сентября 2021 г. на 76-м году жизни скоропостижно скончался большой ученый, математик, наш друг и коллега, ведущий научный сотрудник, заведующий сектором, заместитель заведующего отделом прикладной математики и информатики Федерального государственного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН), член Ученого совета, к.ф.-м.н. Коганов Александр Владимирович.

Всю свою жизнь Александр Владимирович посвятил науке. Он закончил мехмат МГУ в 1968 г., в 1973 г. стал кандидатом физико-математических наук.

Прежде чем писать о научной работе Александра Владимировича, хочется вспомнить об иных его талантах, а он был человеком разносторонне одаренным: в школьные годы учился живописи и рисовал всю жизнь, сочинял стихи, сказки. В студенческие годы начал заниматься туризмом, ходил

в походы. Когда отдыхал на природе, свободные минуты посвящал зарисовкам природы. Позднее, когда появились соответствующие технические возможности, рисовал в графических редакторах на компьютере. Осталось большое количество его работ.

Александр Владимирович – учёный-энциклопедист. Он был очень талантливым ученым с необыкновенной широтой интересов и оригинальностью мышления. До конца жизни сохранял открытость новым идеям, неподдельный интерес к научным проблемам, выходящим за пределы его непосредственной области исследований.

Список организаций, в которых трудился Александр Владимирович довольно краток:

1. лаборант средней школы № 571 Ленинского р-на г. Москвы (09.1962–10.1962 гг.);
2. ученик радиомонтажника Московского института стали и сплавов (11.1962–08.1963 гг.);
3. старший техник Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (11.1967–05.1968 гг.);
4. старший научный сотрудник, заведующий лабораторией Всесоюзного научно-исследовательского института автоматизации черной металлургии (НПО «Черметавтоматика») (11.1971–03.1989 гг.);
5. ведущий научный сотрудник, заместитель заведующего отделом Федерального государственного учреждения «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук» (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН) (04.1989–09.2021 гг.).

Как нетрудно увидеть из приведенного списка, за исключением нескольких довольно коротких эпизодов в юности, вся научная биография Александра Владимировича состоит из двух больших этапов: работа в черной металлургии и работа в Академии наук. Но круг его научных интересов был очень широк и выходил далеко за рамки непосредственных служебных обязанностей. Им было опубликовано 234 работы.

Александр Владимирович довольно равнодушно относился к формальной публикации своих идей и научных результатов. Ряд интересных идей, которые он обсуждал с коллегами, так и остались неопубликованными. Можно только догадываться о тех идеях, над которыми он размышлял, но даже не обсуждал. Другие идеи формально опубликованы, но зачастую это малоизвестные сборники материалов конференций и иные труднодоступные источники. Однако оригинальность и научная значимость идей Александра Владимировича не связана с авторитетностью места публикации. Некоторые его публикации приведены ниже. К сожалению, он не издал книги, монографии, где было бы собрано и в некоторой цельности классифицировано написанное им.

Первоначальной сферой научных интересов Александра Владимировича была кибернетика, которая в шестидесятые – семидесятые годы была новой и популярной наукой. Первые его публикации посвящены теоретической кибернетике и теории абстрактных автоматов, которая является одним из ее направлений.

Затем в научной биографии Александра Владимировича произошел поворот, и ему пришлось применить свои знания на практике для совершенствования доменной плавки на металлургических заводах. Семидесятые – восьмидесятые годы прошлого века пришлось на работу в НПО «Черметавтоматика» (ВНИИАЧермет), очень своеобразной организации, собравшей по обстоятельствам того времени немало совершенно удивительных сотрудников необыкновенного таланта и судьбы. Коллеги помнят широчайшую эрудицию Александра Владимировича, его доброжелательность и юмор, редкий дар слушать собеседников и понимать их, талант помочь найти простые и точные решения в самых разных проблемах прозаического мира чугуна и стального проката. Следует отдельно отметить возглавляемую им в те времена замечательную лабораторию, объединившую талантливых программистов и одновременно очаровательных программисток, решавшую сложные для того времени задачи в дружном сплоченном коллективе. Его жизнелюбие и неистребимый оптимизм не ослабевали даже в самые трудные периоды жизни.

Сейчас информатизация и цифровизация стали нашей повседневной жизнью. А в начальный период деятельности А.В. Коганова компьютер, уступающий по мощности современному смартфону, занимал большой зал, и для загрузки программы в нем еще использовались перфокарты. Никто, кроме специалистов, эти компьютеры ни разу не видел в своей жизни. Александр Владимирович немало поработал в командировках на металлургических заводах. Он рассказывал, что одной из основных проблем был психологический барьер, существовавший у металлургов в отношении вычислительной техники. Александр Владимирович вспоминал, со свойственным ему тонким юмором, о различных курьезных ситуациях на заводах, к которым приводил этот барьер. К сожалению, эти рассказы никто не записал.

С 1989 г. Александр Владимирович стал работать в Научно-исследовательском институте системных исследований Российской академии наук и с этого времени смог уделять намного больше времени фундаментальной науке. Однако и прикладными исследованиями он продолжал активно заниматься. В соответствии с тематикой института Александр Владимирович много работал в области машинного распознавания образов.

Помимо своей основной работы Александр Владимирович был заместителем главного редактора известного журнала «Компьютерные исследования и моделирование» и одним из организаторов математической секции ежегодных конференций «Математика. Компьютер. Образование» (МКО), проходивших регулярно в Пущино и Дубне.

Что касается математических исследований, то это были алгебра, логика, геометрия, теория множеств, теория графов. Уже само перечисление областей научных интересов говорит о редкой широкой эрудиции. Со свойственным ему талантом Александр Владимирович применял свои идеи в самых неожиданных областях, например логику для исследования искусства [1; 2]. Его многолетней любимой областью были индукторные пространства. По этой тематике им опубликовано множество статей.

В зрелом возрасте Александр Владимирович заинтересовался фундаментальными вопросами теоретической физики, что наиболее интересно для читателей нашего журнала. Первая работа в этом направлении опубликована им в 2000 г. [3] Для современной теоретической физики наиболее фундаментальной нерешенной проблемой является несогласованность теории относительности и квантовой теории. Александр Владимирович до конца жизни много размышлял над этой проблемой и над связанными с ней основаниями квантовой теории (первая работа опубликована в 2003 г. [4; 5]). ЭПР-эффекту посвящены работы [6; 7] и многие последующие.

В работах [8; 9; 10] им предлагается оригинальный механизм объяснения особенностей динамики спиральных галактик, альтернативный как общепринятому введению темной материи, так и МОНД. Обратим внимание читателей на то, что эти работы опубликованы в журналах «Компьютерные исследования и моделирование» и «Ярославский педагогический вестник», то есть должны были остаться незамеченными специалистами. Остается только еще раз выразить сожаление по поводу небрежного отношения Александра Владимировича к публикации своих научных результатов, а среди них были весьма примечательные. Например, работы [11; 12] и ряд других посвящены работе человеческого мозга.

В последние годы жизни Александр Владимирович заинтересовался моделями дискретного пространства-времени в микромире. Он исследовал вопросы перехода от дискретного пространства-времени к континуальному, возникновения Лоренц и Пуанкаре-инвариантности (первая публикация в 2015 г. [13]). В этом направлении он работал до последних дней своей жизни.

Александр Владимирович был неоднократным автором журнала «Метафизика». Нет смысла делать обзор этих статей, их стоит прочитать все. Кроме того, можно рекомендовать читателям три его популярные работы [14–16].

Многие годы Александр Владимирович интересовался природой времени. Первая работа на эту тему опубликована им в 2002 г. [17]. Долгие годы Александр Владимирович сотрудничал с Web-Институтом исследований природы времени, который создал и возглавлял А. П. Левич. В этом институте Александр Владимирович возглавлял кафедру темпоральной топологии. С точки зрения исследования времени наибольший интерес представляют его работы по индукторным пространствам и алгебраический подход к формированию феномена времени во Вселенной, который он активно развивал последние годы.

На протяжении многих лет Александр Владимирович был постоянным и активным участником семинара по темпорологии, проводившегося Web-Институтом, неоднократно выступал с интересными докладами. Особо следует отметить его вопросы и комментарии к докладам коллег. Александр Владимирович обладал редким даром вычленять суть доклада, что делало его вопросы и комментарии удивительно ясными и содержательными. Он мог взглянуть на докладываемый вопрос с иного ракурса, чем докладчик, что делало его замечания очень полезными как слушателям, так и докладчику.

Они благодарны ему, даже если его критика была им не очень приятна, но всегда она была объективна, горяча и заинтересована в нахождении истины.

Проницательный, острый, остроумный, порой парадоксальный, способный приветствовать новое в исследованиях, ускользающее от поверхностного взгляда. Сам необычайно математически одаренный, он и в других ценил их способности. Всегда доброжелательный, отзывчивый и внимательный – он пользовался заслуженным авторитетом и уважением. Но становился резким, если видел то, что ему представлялось ненаучным.

Александр Владимирович был активным участником и других научных семинаров, в частности семинара под руководством профессора Ю.С. Владимировича на кафедре теорфизики на физфаке МГУ.

Отдельно стоит отметить обсуждения научных проблем, проходившие в неформальной обстановке. Александр Владимирович обладал и глубиной, и редкой широтой знаний. И, кроме этого, он всегда относился с неподдельным интересом даже к тем научным проблемам, которые были далеки от сферы его научных интересов. Обсуждать с ним свою научную работу было очень интересно и зачастую очень полезно. Благодаря интересу, уму и эрудиции Александр Владимирович мог уловить суть проблемы и сделать очень ценные замечания.

Когда читаешь работы Александра Владимировича, хочется обсудить с автором его оригинальные идеи, задать вопросы. Но теперь это невозможно. Будем осмысливать самостоятельно. Он и ушел из жизни как исследователь на «научном ночном посту», за рабочим столом, но наш диалог с ним продолжается.

Светлая память!

### Избранные публикации А.В. Коганова

1. *Коганов А.В.* Модель расщепления истины в искусстве // Тез. докл. Международной конференции «Математика и искусство». Суздаль, 1996.

2. *Коганов А.В.* Анализ произведений искусства методом расщепления истины // Математика и искусство: труды конф. М., 1997. С. 170–172.

3. *Коганов А.В.* Варианты релятивистской топологии // Актуальные проблемы современного естествознания: 2-я Международная конференция: тезисы докладов. КПКУ, Калуга, Россия, 2000. С. 130–131.

4. *Коганов А.В.* Дуальность операторов измерений в теории относительности и в квантовой механике // Международная конференция «Образование. Экология. Экономика. Информатика»: тезисы. Астрахань, 2003. С. 154.

5. *Коганов А.В.* Математический аспект изучения категории времени // На пути к пониманию феномена времени. Конструкции времени в естествознании / под ред. А. П. Левича. М.: Прогресс-Традиция, 2009. С. 64–88. (480 с., ISBN 5-89826-297-0)

6. *Коганов А.В.* Введение индивидуального состояния квантовой частицы для согласования эффекта ЭПР с квантовой и релятивистской механиками // Восьмые Курдюмовские чтения «Синергетика в естественных науках»: материалы конференции. Тверь, ТвГУ, 2012. С. 105–108. ISBN 978-5-7609-0738-7

7. Коганов А.В. Оператор индивидуального состояния квантовой частицы согласует эффект ЭПР и теорию относительности. // Симметрии: теоретический и методический аспекты: сборник трудов 4-го Международного симпозиума, Астрахань, 2012. С. 51–56. ISBN 978-5-8087-0315-5
8. Коганов А.В., Кречет В.Г. Введение барионных струн в модель структуры спиральных галактик // Компьютерные исследования и моделирование. 2012. Т. 4. № 3. Институт компьютерных исследований (УГУ), Институт машиноведения РАН им. А. А. Благоданова, С. 597–612. (ISSN 2076-7633)
9. Коганов А.В., Кречет В.Г. О новом подходе к проблеме структуры спиральных галактик // Ярославский педагогический вестник. 2012. № 3. Ярославль, ЯрГПУ. С. 65–71. (ISSN 1996-5648)
10. Коганов А.В., Кречет В.Г. Введение бозонных струн в модель спиральных галактик // 15 Russian Gravitation Conference RUSGRAV-15: материалы конференции, Казань. 30.06-05.07 2014. С. 48–49. ISBN 978-5-905576-34-8
11. Злобин А.И., Коганов А.В., Ракчеева Т.А. Метод исследования пропускной способности человеческого мозга при обработке символьной информации // 20-я Международная конференция «Математика. Компьютер. Образование». Пушкино, 2013: тезисы докладов. НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». Москва: Ижевск, 2013. С. 171. ISBN 978-5-93972-950-5
12. Злобин А.И., Коганов А.В., Ракчеева Т.А. Исследование скорости переработки информации человеком в серии задач растущей сложности // Девятые Курдюмовские чтения: международная междисциплинарная научная конференция «Синергетика в общественных и естественных науках», 17–21 апреля 2013 г., Тверской государственный университет, Тверь. С. 57–60. ISBN 978-5-7609-0822-3
13. Коганов А.В. Класс метрических алгебр, Лоренц и Пуанкаре инвариантность операций // Десятые Юбилейные Курдюмовские чтения «Синергетика в общественных и естественных науках»: материалы Международной конференции, 22–26.04.2015 г. Ч. 1. Тверь, ТвГУ. С. 94–98. ISBN 978-5-7609-1012-7
14. Коганов А.В. О встречах, которых не было // Сб. тр. 7-й Международной конференции «Нелинейный мир». Суздаль, 2002. М.: Институт компьютерных исследований, 2004. С. 428–429. (Памяти Бориса Викторовича Раушенбаха.)
15. Коганов А.В. Математическое моделирование как зеркало русской эволюции, или Как нам преобразовать Вселенную // Сб. тр. 7-й Международной конференции «Нелинейный мир». Суздаль, 2002. М.: Институт компьютерных исследований, 2004. С. 440. (Эссе – шутка о прикладной математике.)
16. Коганов А.В. Белая рамка на черном фоне // Сб. тр. 7-й Международной конференции «Нелинейный мир». Суздаль, 2002. М.: Институт компьютерных исследований, 2004. С. 330. (Эссе – шутка о математическом языке.)
17. Коганов А.В. Время как объект науки // Мир измерений. 2002. № 2–3. С. 18–22.

*А.Л. Круглый*

**ALEXANDER V. KOGANOV  
(1946–2021)**



**СИМОН ЭЛЬЕВИЧ ШНОЛЬ**  
**(21.03.1930–11.09.2021)**

11 сентября 2021 г. ушел из жизни Симон Эльевич Шноль – доктор биологических наук, главный научный сотрудник Института теоретической и экспериментальной биофизики, профессор кафедры биофизики физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова.

Симон Эльевич родился в Москве в высокообразованной семье. После того как его отца Эли Гершевича Шноля репрессировали, вся семья вынуждена была перебраться в Калугу, где их и застала Великая Отечественная война. Матери с пятью детьми чудом удалось выбраться из Калуги, когда фашистские войска уже входили в город. Вскоре семья оказалась в Оренбургской области. До войны Симон Эльевич практически не учился в школе: на нем лежала ответственность за воспитание младших. В Оренбургской области он работал пастухом, пас верблюдов. Его обучением занималась мама – Фаня Яковлевна. После войны семья вернулась в Москву, и мальчик попал в детский дом. Директор детского дома сразу заметила незаурядные способности ребенка и настояла на приеме его в старшие классы. После блестящего окончания школы в 1946 г. 16-летний Симон поступил на биофак МГУ им. М.В. Ломоносова, где встретил свою единственную любовь на всю жизнь – Марию Николаевну Кондрашову.

Их учителем и другом семьи стал будущий академик, зав. кафедрой биохимии человека и животных МГУ Сергей Евгеньевич Северин. Семейная пара училась на отлично. Однако после университета Симон Эльевич, как сын репрессированного, долгое время не мог найти работу, несмотря на блестящие рекомендации. Наконец, его взяли на работу и поручили организовать первую в СССР радиоизотопную лабораторию. За 7 лет работы в лаборатории он обучил множество биологов и врачей обращению и использованию в диагностических целях радиоактивных изотопов, но сам недостаточно остерегся смертельного излучения. В итоге у него диагностировали тяжелую стадию лучевой болезни. Когда он вернулся из вынужденного отпуска, изумленная врач встретила его словами: «Как, вы еще живы?».

Симон Эльевич с первых своих шагов в науке фонтанировал невероятными, по мнению академика В.А. Энгельгардта, идеями. Значительную роль в его научной судьбе сыграли Сергей Евгеньевич Северин, Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский, Глеб Михайлович Франк и, конечно, любимая Мария Николаевна Кондрашова.

Л.А. Блюменфельд пригласил Симона Эльевича преподавать на кафедре биофизики Физического факультета МГУ. Школу Л.А. Блюменфельда и С.Э. Шноля прошли тысячи студентов. Многим из них открыл путь в Науку Симон Эльевич Шноль.

В свою очередь, академик Глеб Михайлович Франк пригласил научную чету – С.Э. Шноля и М.Н. Кондрашову – в Институт биологической физики АН СССР в Пущино. Так они стали одними из основателей Пущинского института биофизики и аборигенами только появившегося города Пущино. Здесь Симон Эльевич защитил кандидатскую и докторскую диссертации, стал профессором. С.Э. Шноль удостоен звания «Почетный гражданин г. Пущино».

Научное наследие Симона Эльевича огромно. Беспрецедентна его монография «Физико-химические факторы биологической эволюции». Ее необычность задержала публикацию на 6 лет, несмотря на яркую рецензию и прямое указание опубликовать Президента АН СССР А.П. Александрова. Историко-графические изыскания и воспоминания Симона Эльевича широко известны по ряду книг, среди них центральное место занимают книги: выдержавшая множество изданий «Герои, злодеи, конформисты отечественной науки», а также «Л.А. Блюменфельд. Биофизика и поэзия».

Главным делом всей жизни Симона Эльевича стали невероятные по скрупулезности и тщательности анализа ежедневные (на протяжении более 70 лет) исследования свойств флуктуаций в процессах различной природы. Эти исследования начались с попыток понять необычайно большие, выходящие за пределы ошибок измерений флуктуации в ходе последовательных, однотипных измерений параметров биохимических реакций. Большая амплитуда этих флуктуаций определила название исследуемого явления – «феномен макроскопических флуктуаций». Попытка объяснить МФ-феномен внутренними свойствами исследуемых систем привела к представлению о наличии в исследуемых системах нескольких устойчивых конформаций макромолекул

белков. Наблюдаемые флуктуации мыслились как синхронные переходы молекул белков из одной конформации в другую, и само это явление получило название «конформационные колебания». Идея конформационных колебаний послужила стимулом для развертывания работ по поиску колебательных режимов в биохимических и химических реакциях. Одним из результатов этого поиска стало исследование аспирантом С.Э. Шноля А.М. Жаботинским и сотрудниками колебательной реакции Б.П. Белоусова.

Сейчас очевидно, что открытая Белоусовым реакция так навсегда бы и осталась известной только близкому кругу коллег (его статьи неизменно отклоняли научные журналы с рецензией «такого не может быть»), если бы не работы С.Э. Шноля по исследованию флуктуаций, которые вытаскивали реакцию Б.П. Белоусова из надвигающегося забвения и катализировали интерес научного сообщества к ее дальнейшему изучению, в чем определяющую роль сыграл аспирант Симона Эльевича – А.М. Жаботинский. Дальнейший лавинообразный рост исследований в этой области привел не только к созданию ряда новых научных направлений, но и к высшему признанию, которое может иметь научная работа, – ее вхождению в университетские и школьные учебники.

Но ко времени, когда полным ходом развернулись исследования реакции Белоусова–Жаботинского, стало понятно, что МФ-феномен не может быть объяснен существованием колебательных переходов из одного состояния в другое. Постепенно выяснилась его универсальная природа, и стало ясно, что данное явление не может быть объяснено только внутренними свойствами исследуемых систем – подобные гистограммы были обнаружены в пространственно-разнесенных измерениях.

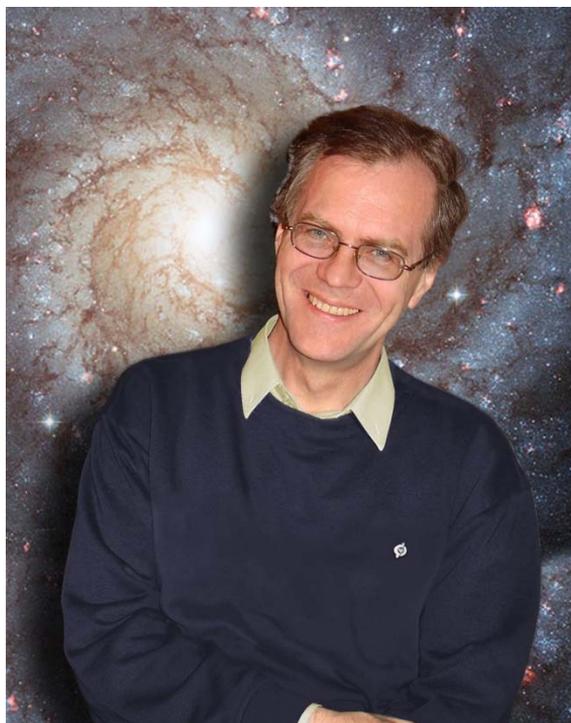
За долгую историю исследований было обнаружено множество свойств феномена макроскопических флуктуаций. Эта история и полученные при этом результаты отражены в многочисленных научных публикациях Симона Эльевича, а также в его книге «Космофизические факторы в случайных процессах», над третьей частью которой он продолжал работать до последних дней.

Многие научные результаты Симона Эльевича давно вошли в научный обиход, другие становятся понятными только в свете научных достижений последнего времени.

Скорбим, соболезнуем родным и близким, всегда будем помнить Симона Эльевича Шноля!

*Е.И. Маевский, В.А. Панчелюга, В.Ю. Архипов,  
Т.А. Зенченко, В.А. Коломбет, В.Н. Лесных, М.С. Панчелюга  
ИТЭБ РАН, г. Пушчино*

**SIMON E. SHNOLL  
(1930–2021)**



**СЕРГЕЙ ВИКТОРОВИЧ СИПАРОВ  
(18.04.1954–29.10.2021)**

Уходит старшее поколение соратников, друзей, учителей, поколение настоящих романтиков профессии, к сожалению, навсегда...

29 октября 2021 г., мы понесли невосполнимую утрату – в возрасте шестидесяти семи лет скоропостижно скончался Сергей Викторович Сипаров – замечательный человек и ученый. Сергей Викторович был доктором физико-математических наук, профессором, автором уникальных научных трудов, преподавателем, почетным работником высшего профессионального образования Российской Федерации, инженером-исследователем, участником и руководителем российских и мировых научных экспедиций, путешественником, альпинистом, воздухоплавателем, неординарным мыслителем с тонким чувством юмора.

С.В. Сипаров родился 18 апреля 1954 г. в Ленинграде. С золотой медалью закончил школу с углубленным изучением английского языка. В последующем совершенное знание английского позволяло Сергею синхронно переводить научные доклады с английского языка на русский, и наоборот. Закончил физический факультет ЛГУ, где защитил кандидатскую диссертацию и начал свою профессиональную деятельность.

Он был включен в раздел «физика» международного справочника “Who is Who in the World” за 1999, 2000 и 2001 гг., в 1999 г. – в сборник «Известные русские».

В 2003 г. в СПбГУ защитил докторскую диссертацию. Его научные исследования посвящены физике твердого тела, динамике ледяных полей, тепломассообмену в пористых средах, аэродинамике плохообтекаемых тел, влиянию вулканической активности на динамику локальных магнитных полей, формированию наноструктур, взаимодействию атом-поле, исследованию гравитационных волн и фундаментальных свойств пространства-времени в рамках классической общей теории относительности и ее модификаций.

Сергей издал более девяноста научных трудов по физике, одна из монографий – «Введение в анизотропную геометродинамику» о новом теоретическом подходе к исследованию ряда важных проблем современной физики, астрофизики и космологии – опубликована в 2011 г. издательством World Scientific.

В 1998 г. был приглашен физическим факультетом Университета Флориды (Гейнсвилл, США), а в 1999 г. Космическим центром NASA (Хьюстон, США) для докладов о результатах своей работы, в 1998-2000 гг. в Бостонском Университете (Бостон, США) разработал многоуровневое учебное пособие нового типа по физике для старшеклассников, а также для студентов и аспирантов университетов.

Результаты своих исследований он неоднократно докладывал на международных научных конференциях в России и за рубежом, получал гранты, в том числе и иностранные (Human Capital Foundation).

Сергей являлся членом Европейского сообщества по изучению науки и теологии (ESSSAT), опубликовал 15 работ по философии. Совмещал работу в Государственном университете гражданской авиации с преподаванием в разных вузах Санкт-Петербурга (в Институте биологии и психологии человека, в университете ИНЖЭКОН), в НИУ ИТМО и др.), а также с работой в Научно-исследовательском институте гиперкомплексных систем в геометрии и физике (Фрязино, Перемиловы горы) и в Радиоастрономической обсерватории РАН (Пушино).

Научные интересы Сергея Викторовича распространялись на широкий круг проблем, включающий квантовую механику, классическую теорию относительности, метрическую динамику.

В частности, он разработал теорию оптико-метрического параметрического резонанса (ОМПР) – эффекта нулевого порядка, позволяющего обнаружить гравитационные волны от периодических астрофизических источников типа тесных двойных с помощью регистрации и обработки сигналов космических мазеров. Наблюдения, проведенные в радиоастрономической обсерватории РАН в Пушино, полностью подтвердили теоретические предсказания.

Также он выдвинул теорию гравитации, известную как анизотропная геометродинамика (АГД). Она основана на обобщенном принципе эквивалентности и является следующим шагом после ОТО на пути геометризации физики. На космологическом масштабе в этой теории можно обойтись без

введения понятия темной материи при интерпретации кривых вращения спиральных галактик, объяснить эмпирический закон Талли–Фишера, а также снять целый ряд других проблем при интерпретации наблюдений. На масштабе планетных систем результаты АГД практически не отличаются от результатов ОТО. В качестве специфического теста для проверки АГД могут быть использованы результаты обработки достаточного количества наблюдений эффекта ОМПП.

В последние годы им разрабатывалась метрическая динамика – геометрический подход, основанный на идеях Клиффорда и направленный на аксиоматическое построение механики, не связанное с понятием силовых полей. Вместо них используется моделирование физической реальности с помощью анизотропного пространства. Это позволяет, с одной стороны, использовать новый язык для интерпретации наблюдений в механике и электродинамике, а с другой стороны, преодолеть ряд парадоксов квантовой механики. В рамках этого подхода АГД становится разделом физики, естественным образом связанным с остальными разделами.

Отдельного упоминания заслуживают экспедиции и поездки Сергея с геологоразведкой на Кольский полуостров и Памир. Он трижды участвовал, в том числе и как руководитель, в экспедициях дрейфующей станции «Северный полюс», воздушной высокоширотной экспедиции «Север». Любил пешие, водные, зимние, горные спортивные походы.

Принимал участие в первенстве СССР по горному туризму в составе команды «Буревестник» (Кавказ, Алтай, Памир), был чемпионом Ленинграда. Осуществил восхождения на гору Казбек и гору Эльбрус (Кавказ), пик Е. Корженевской (Памир), пик Мак-Кинли (Аляска), гору Килиманджаро (Танзания). Неоднократно участвовал в спасательных и поисково-спасательных работах, в том числе в работе Ленинградского спасательного отряда после землетрясения в Армении. Являлся соруководителем научно-спортивной магнитометрической экспедиции на Эльбрус. Осуществил мечту побывать в Тибете, где прошёл так называемую *кору* (в буддизме – священный обход вокруг святыни) вокруг горы Кайлас. Многократно участвовал в экспедициях НИЦ ЛАИ в Египет, где проводил полевые исследования, а также принимал участие в семинарах ЛАИ.

Яркая, насыщенная жизнь удивительного человека с разносторонними интересами словно отражена в одной из его любимых цитат: «Нельзя перестать жить только потому, что вы постарели. Можно постареть потому, что вы перестали жить!»

Наши дружеские и профессиональные встречи будут беднее без его оптимизма, жизнерадостности, активности, знаний... Сергей останется в наших сердцах надёжным другом и мудрым советчиком.

*НИИ ГСГФ, коллектив ЛАИ,  
друзья, соратники, коллеги*

**SERGEY V. SIPAROV**  
**(1954–2021)**

## НАШИ АВТОРЫ

**АНТИПЕНКО Леонид Григорьевич** – кандидат философских наук, старший научный сотрудник Института философии РАН.

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

**БАХТИЯРОВ Камиль Ибрагимович** – доктор философских наук, кандидат технических наук, профессор Московского государственного агроинженерного университета имени В.П. Горячкина.

**БИСЕНГАЛИЕВ Ренат Александрович** – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры алгебры и анализа Калмыцкого государственного университета имени Б.Б. Городовикова (Элиста).

**ВЛАДИМИРСКИЙ Борис Михайлович** – доктор физико-математических наук, Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского.

**ДОМБРОВСКИЙ Кирилл** – физик-теоретик.

**ЕГАНОВА Ирина Аршавировна** – кандидат физико-математических наук, сотрудник Института математики имени С.Л. Соболева СО РАН.

**КАЛЛИС Вальтер** – кандидат физико-математических наук, главный научный сотрудник Лаборатории информационных технологий имени М.Г. Мещерякова Объединенного института ядерных исследований.

**КОЛОМБЕТ Валерий Александрович** – кандидат физико-математических наук, заведующий Лабораторией физической биохимии Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН (Пушино).

**ЛЕСНЫХ Вадим Николаевич** – младший научный сотрудник Лаборатории физической биохимии Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН (Пушино).

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

**ПАНЧЕЛЮГА Мария Сергеевна** – научный сотрудник Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН (Пущино).

**СТАНЮКОВИЧ Кирилл Петрович** (1916–1989) – доктор технических наук, профессор Всероссийского научно-исследовательского института метрологической службы. Руководитель единственной в СССР в 1970–1980-е гг. отечественной гравитационной группы.

**ТУГУЛЬЧИЕВА Виктория Станиславовна** – старший преподаватель кафедры алгебры, анализа и методики преподавания математики Калмыцкого государственного университета имени Б.Б. Городовикова.

**ШЕРШАКОВ Егор Петрович** – кандидат физико-математических наук, директор ООО «Консерватор».

## Общие требования по оформлению статей для журнала «Метафизика»

Автор представляет Ответственному секретарю текст статьи, оформленной в соответствии с правилами Редакции. После согласования с Главным редактором статья направляется на внутреннее рецензирование и затем принимается решение о возможности ее опубликования в журнале «Метафизика». О принятом решении автор информируется.

### Формат статьи:

- Текст статьи – до 20–40 тыс. знаков в электронном формате.
- Язык публикации – русский/английский.
- Краткая аннотация статьи (два-три предложения, до 10–15 строк) на русском и английском языках.
- Ключевые слова – не более 12.
- Информация об авторе: Ф.И.О. полностью, ученая степень и звание, место работы, должность, почтовый служебный адрес на русском и английском языках, контактные телефоны и адрес электронной почты.

### Формат текста:

- шрифт: Times New Roman; кегль: 14; интервал: 1,5; выравнивание: по ширине;
- абзац: отступ (1,25), выбирается в меню – «Главная» – «Абзац – Первая строка – Отступ – ОК» (то есть выставляется автоматически).
- ✓ Шрифтовые выделения в тексте рукописи допускаются только в виде курсива.
- ✓ Заголовки внутри текста (названия частей, подразделов) даются выделением «Ж» (полуужирный).
- ✓ Разрядка текста, абзацы и переносы, расставленные вручную, не допускаются.
- ✓ Рисунки и схемы допускаются в компьютерном формате.
- ✓ Века даются только римскими цифрами: XX век.
- ✓ Ссылки на литературу даются по факту со сквозной нумерацией (не по алфавиту) и оформляются в тексте арабскими цифрами, взятыми в квадратные скобки, после цифры ставится точка и указывается страница/страницы: [1. С. 5–6].
- ✓ Номер сноски в списке литературы дается арабскими цифрами без скобок.
- ✓ Примечания (если они необходимы) оформляются автоматическими подстрочными сносками со сквозной нумерацией.

### Например:

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

## Литература

1. *Адорно Т.В.* Эстетическая теория. М.: Республика, 2001.
2. *Бек У.* Общество риска. На пути к другому модерну. М.: Прогресс-Традиция, 2000.
3. *Бердяев Н.А.* Судьба России. Кризис искусства. М.: Канон+, 2004.
4. *Савичева Е.М.* Ливан и Турция: конструктивный диалог в сложной региональной обстановке // Вестник РУДН. Сер.: Международные отношения. 2008. № 4. С. 52–62.
5. *Хабермас Ю.* Политические работы. М.: Праксис, 2005.

С увеличением проводимости<sup>1</sup> кольца число изображений виртуальных магнитов увеличивается и они становятся «ярче»; если кольцо разрывается и тем самым прерывается ток, идущий по кольцу, то изображения всех виртуальных магнитов исчезают.

<sup>1</sup> Медное кольцо заменялось на серебряное.

Редакция в случае неопубликования статьи авторские материалы не возвращает.

*Будем рады сотрудничеству!*

### Контакты:

Белов (Юртаев) Владимир Иванович, тел.: 8-910-4334697; e-mail: [vyou@yandex.ru](mailto:vyou@yandex.ru)