

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ  
ОТДЕЛЕНИЕ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ И  
МАТЕМАТИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК  
РОССИЙСКОЕ ГРАВИТАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО  
ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ  
БИОФИЗИКИ РАН

---

# ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

Материалы V Российской конференции

*Москва, РУДН, 10-11 декабря 2021 г.*

Москва  
Российский университет дружбы народов  
2021

УДК 53:51(063)  
ББК 22.3+22.1я431  
О-75

О-75 **Основания фундаментальной физики и математики:** материалы V Российской конференции (ОФФМ-2021) / под ред. Ю.С. Владимирова, В.А. Панчелюги. – Москва: РУДН, 2021 — 241 стр.

ISBN 978-5-209-10967-9

Настоящий сборник содержит тезисы докладов, представленных на V Российской конференции «Основания фундаментальной физики и математики», которая проводилась 10–11 декабря 2021 года в Москве на базе Российского университета дружбы народов. Конференция продолжила серию одноименных конференций, проводившихся также в РУДН в 2017–2020 годах.

Конференция приурочена к 120-летию со дня рождения Вернера Гейзенберга (05.12.1901 – 01.02.1976). Посвящена обсуждению оснований и проблем реляционного, геометрического и теоретико-полевого миропониманий, а также философского осмысления современного состояния фундаментальной теоретической физики. Особое внимание в представленных докладах уделено следующим вопросам: анализу современных представлений о природе пространства и времени, обсуждению концепций описания физических взаимодействий, пределов применимости общепринятых понятий и принципов, интерпретаций квантовой теории, проблем космологии и релятивистской астрофизики, взаимосвязей понятий и закономерностей микро- и мегамира, соотношений физики и математики.

ISBN 978-5-209-10967-9

© Коллектив авторов, 2021

© Российский университет дружбы народов, 2021

© Верстка: Панчелюга М.С.

# СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| <b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....  | 9  |
| <b>СЕКЦИЯ I. Принципы и содержание реляционной парадигмы</b>  |    |
| <b>Владимиров Ю.С.</b> Принципы реляционной картины мира и их следствия .....   | 12 |
| <b>Аристов В.В.</b> Реляционное статистическое пространство-время и описание дальнего действия .....                    | 17 |
| <b>Векшенов С.А.</b> От теоретико-множественных к процессуальным структурам .....                                       | 20 |
| <b>Соловьев А.В.</b> Алгебраические основания уравнения Дирака .....  | 25 |
| <b>Молчанов А.Б.</b> Принцип Маха и космологическое красное смещение в реляционной парадигме .....                      | 27 |
| <b>Панов В.Ф., Терещенко Д.А., Тютюнников А.А.</b> Принцип Маха как тема проясняющей феноменологической рефлексии ..... | 33 |
| <b>Бабенко И.А.</b> Гипотеза Сазерленда-Эйнштейна в рамках реляционного подхода .....                                   | 39 |
| <b>Никитин А.П.</b> Гравитация: феномен или ноумен? .....   | 41 |
| <b>Еганова И.А., Каллис В.</b> Астрономические наблюдения априорной взаимосвязи в пространстве-времени .....            | 47 |
| <b>Панчелюга В.А., Панчелюга М.С.</b> Принцип Маха и универсальный спектр периодов .....                                | 53 |

## СЕКЦИЯ II. Состояние и проблемы геометрической парадигмы

|  |     |
|--|-----|
| <b>Фильченков М.Л., Лаптев Ю.П.</b> Гравитационное взаимодействие с точки зрения теоретико-полевой и геометрической парадигм.....  | 60  |
| <b>Фролов Б.Н.</b> Сильно нарушенная масштабная инвариантность пространства-времени (квантово-механический аспект).....            | 63  |
| <b>Алиев Б.Г.</b> Почему Луи де Бройль предпочел пятимерие? .....  | 68  |
| <b>Баранов А.М.</b> О внутреннем решении Шварцшильда.....  | 73  |
| <b>Буринский А.Я.</b> Электрон как кольцевая струна, согласованная с гравитацией Керра-Ньюмена .....                               | 77  |
| <b>Бурланков Д.Е.</b> Динамика сферических галактик .....  | 83  |
| <b>Антонюк П.Н.</b> Закон Хаббла и его обобщение .....   | 88  |
| <b>Шипов Г.И.</b> Теория физического вакуума как фундаментальная теория .....  | 92  |
| <b>Губарев Е.А.</b> Относительность реальных систем отсчета и четырехмерная механика ориентированной точки.....                    | 96  |
| <b>Мельников В.М., Мельников В.П.</b> Проблема устойчивости и упорядоченности раскрытия космических центробежных конструкций ..... | 102 |

### **СЕКЦИЯ III. Состояние и перспективы теоретико-полевой парадигмы**

|  |     |
|--|-----|
| <b>Самсоненко Н.В., Семин М.В.</b> Необычные свойства волн де Бройля .....   | 108 |
| <b>Самсоненко Н.В. Хайдар Р, Алибин М.А.</b> Возникает ли “Золотое сечение” в модели Барута для спектра масс частиц .....  | 114 |
| <b>Кассандров В.В.</b> Частицы в алгебродинамике: единая мировая линия, “полу-электрон” и квантовая интерференция .....    | 117 |
| <b>Ихлов Б.Л.</b> К теории струн .....   | 124 |
| <b>Ихлов Б.Л.</b> Квантовый космологический вакуум .....   | 130 |
| <b>Поройков С.Ю.</b> Подходы к разрешению проблемы дейтерия, связываемого с ограничением на долю барионов .....            | 136 |
| <b>Грусицкий А.С.</b> Диаграмма Минковского, квантовая нелокальность, миг между прошлым и будущим и о времени вспять ..... | 141 |

## СЕКЦИЯ IV. Фундаментальная физика и философия

|  |     |
|--|-----|
| <b>Ефремов А.П.</b> Современная физика и философия.....  | 148 |
| <b>Жаров С.Н.</b> Интерпретация квантовой механики в свете онтологии Хайдеггера .....  | 151 |
| <b>Князев В.Н.</b> Конвенция и вера в фундаментальной физике .....   | 157 |
| <b>Копейкин К.В.</b> Интерпретация квантовомеханической вероятности и библейский контекст свободы и случайности.....         | 160 |
| <b>Спасков А.Н.</b> Пространство-время в современных физических гипотезах .....  | 166 |
| <b>Годарев-Лозовский М.Г.</b> Реляционный подход к комплексной плоскости: концепция динамического числового континуума ..... | 172 |
| <b>Гнедаш Г.Н.</b> Временные волны. Время и материя. Опыт экзистенциального постижения.....                                  | 177 |

## **СЕКЦИЯ V. Общие соображения об основаниях физики и реальности**

|   |     |
|---|-----|
| <b>Балакшин О.Б.</b> Собственные свойства и самоорганизация<br>естественных систем .....  | 184 |
| <b>Петухов С.В.</b> Связь генетических систем с алгебраической<br>голографией и дуализмом “вероятность-детерминизм” .....                 | 189 |
| <b>Круглый А.Л.</b> Действие в дискретной модели пространства-времени ..  | 195 |
| <b>Волкова Л.П.</b> Об информационном подходе к реальности .....  | 201 |
| <b>Харитонов А.С.</b> Статистическая модель открытой сложной<br>системы и ее ускоренного развития .....                                   | 207 |
| <b>Ходунов А.В.</b> Моё видение смысла общих и физических понятий<br>в контексте современной парадигмы .....                              | 210 |
| <b>Нургалиев И.С.</b> Вселенная, глобальный климат и человечество:<br>фундаментальная наука может восстановить жизненно важное доверие .. | 214 |

## **СЕКЦИЯ VI. История физики и основания математики**

|  |     |
|--|-----|
| <b>Визгин Вл.П.</b> Место В. Гейзенберга в истории создания современной теории элементарных частиц ..... | 220 |
| <b>Дмитриев В.Г.</b> Представления о пространстве и времени о. Павла Флоренского .....                   | 223 |
| <b>Серовайский С.Я.</b> Математика: от теории множеств к теории категорий .....                          | 229 |
| <b>Лисин О.Г.</b> Принцип Маха в теории чисел .....  | 234 |

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Очередная, пятая конференция по основаниям фундаментальной физики и математики приурочена к 120-летию со дня рождения Вернера Гейзенберга (5-декабря 1901 г – 1 февраля 1976 г.), одного из создателей квантовой механики. Более того, его можно считать одним из основателей всей теоретико-полевой парадигмы в фундаментальной теоретической физике, доминировавшей в XX веке. Фактически он был одним из активных участников квантово-механической революции в первой трети XX века. Его вклад в науку отражен в тезисах профессора Вл.П. Визгина, который в своих выступлениях, как правило, отмечает, что на протяжении нескольких столетий в их первые трети происходили революции в физике, порождавшие существенные пересмотры оснований физической картины мира. При этом ставится вопрос: почему этого не происходит в настоящее время, в начале XXI века?

Как нам представляется, в настоящее время очередная революция происходит, однако не так заметно, как это должно было быть. Она связана с возрождением идей реляционной парадигмы, принципы которой были заложены в трудах Г. Лейбница, Э. Маха и других мыслителей прошлого. В XX веке эти принципы возрождались в рамках специальной теории относительности и частично при создании общей теории относительности в виде провозглашения Эйнштейном принципа Маха. Затем идеи реляционного подхода развивались А. Фоккером, Я.И. Френкелем, Р. Фейнманом, Ф. Хойлом и рядом других авторов в виде теории прямого межчастичного взаимодействия. Некоторые идеи реляционного характера можно усмотреть и в трудах В. Гейзенберга. В последнее время о возрождении революционных идей пишут Ли Смолин, К. Ровелли, Б. Грин и некоторые другие авторы.

Конечно, это не препятствует развитию идей двух других парадигм в фундаментальной теоретической физике – теоретико-полевой и геометрической. Более того, исследования в рамках этих парадигм фактически способствуют формированию и реляционной парадигмы. Это относится как к наличию долгое время нерешенных проблем в рамках этих парадигм, так и по порождению в них общих идей для всех трех имеющихся парадигм. В соответствии с этим на наших конференциях формируются три секции докладов в рамках трех физических парадигм: реляционной, геометрической и теоретико-полевой. Кроме того, на наших конференциях большое внимание уделяется неразрывной связи исследований оснований физики с философией, точнее, с ее частью, традиционно относимой к метафизике. Одна из секций наших конференций посвящается обсуждению этой связи.

С целью ускорения в нашей стране процесса более углубленного анали-

за сложившихся представлений о физической картине мира и поиска новых идей, в 2017 году было решено проводить конференции по основаниям фундаментальной физики и математики на базе Российского университета дружбы народов. За прошедшее время были проведены 4 такие конференции в 2017, 2018, 2019 и 2020 годах. Тезисы последних двух последних конференций были опубликованы в виде специальных сборников, аналогичных данному, а содержание наиболее интересных выступлений на этих конференциях публикуются в журнале “Метафизика”. Оргкомитет данной конференции намерен продолжить эту деятельность и в дальнейшем.

## СЕКЦИЯ I.

### Принципы и содержание реляционной парадигмы



# ПРИНЦИПЫ РЕЛЯЦИОННОЙ КАРТИНЫ МИРА И ИХ СЛЕДСТВИЯ

Ю.С. Владимир

*Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
Институт гравитации и космологии РУДН  
aristovv1@yandex.ru*

1. В настоящий момент **фундаментальная теоретическая физика развивается в рамках трех физических (метафизических) парадигм**: 1) доминирующей ныне теоретико-полевой парадигмы (классическая и квантовая теория поля), 2) геометрической парадигмы, развивающей идеи общей теории относительности, и 3) реляционной парадигмы, принципы которой были заложены в трудах Г. Лейбница, Э. Маха и ряда других мыслителей прошлого [1]. На суть этих трех парадигм можно взглянуть с позиций второго закона Ньютона  $ma = F$ , содержащей характеристики трех физических категорий: пространства-времени (ускорение  $a$ ), частиц или тел (масса  $m$ ) и полей переносчиков взаимодействий (сила  $F$ ). Три названные парадигмы возникли из стремления перейти от триалистической ньютоновой парадигмы к описанию физической картины мира на базе меньшего числа категорий. В XX веке удалось перейти к трем названным дуалистическим парадигмам, объединив тремя способами пары категорий из названных трех в одну обобщенную при сохранении неизменной оставшейся категории. Очевидно, что имеются три такие возможности.
2. **Реляционная парадигма** основана на введении новой обобщенной категории – отношений, – объединяющей категории пространства-времени и частиц (тел). Это привело к построению реляционной картины мира, опирающейся на три ключевые положения [2]: 1) реляционное понимание природы пространства-времени (отказ от априорно заданного пространства-времени), 2) описание физических взаимодействий на базе концепции дальнего действия и 3) обусловленность ключевых понятий физики принципом Маха, то есть их зависимость от характеристик всей Вселенной.
3. Все три названные положения являются альтернативными представлениями, используемым в двух других ныне принятых парадигмах, а именно: 1) пониманию самостоятельности (априорной заданности) категории классического пространства-времени (субстанциальной его природы), 2) описанию физических взаимодействий на базе концепции ближнего действия и 3) обоснованности свойств объектов локальными обстоятельствами.
4. Для должного развития идей реляционной парадигмы долгое время не хватало адекватного математического аппарата. В настоящее время такой

аппарат создан. Его основы были заложены в рамках теории физических структур, развитой Ю.И. Кулаковым и Г.Г. Михайличенко [3, 4]. Были развиты две разновидности этого аппарата: 1) теория унарных систем отношений, строящаяся на одном множестве элементов, и 2) теория бинарных систем отношений, развиваемая на двух множествах элементов. **Для построения достаточно полной реляционной картины мира необходимо опираться на математический аппарат бинарных систем отношений**, поскольку доказано, что теория унарных систем отношений, соответствующая реляционной трактовке общепринятых геометрий (в том числе и геометрии Минковского), может быть получена из бинарных систем отношений (бинарных геометрий) путем своеобразных “склеек” элементов двух множеств в элементы одного множества.

5. В основе теории бинарных систем отношений лежат следующие положения: 1) наличие именно двух множеств элементов, 2) существование парных отношений между элементами противоположных множеств, 3) наличие алгебраического закона, связывающего между собой отношения между двумя подмножествами элементов двух множеств, 4) принцип фундаментальной симметрии – выполнимость закона для любой выборки подмножеств элементов, для которых пишется закон. Исходя из этих условий, найдены все возможные виды законов бинарных систем отношений (для вещественных отношений). Принципиально важно, что развитая таким образом теория не опирается на классические пространственно-временные представления. Но самое важное состоит в том, что **из наличия бинарных геометрий (предгеометрий) следует вторичность (производный характер) используемых в современной физике пространственно-временных представлений**.
6. Математический аппарат бинарных систем отношений позволяет заложить **принцип процессуальности (эволюции) мира в самые основания наших представлений о физической реальности**, то есть отобразить тот факт, что рассматриваемые системы эволюционируют, – происходят их переходы от начальных в конечные состояния, образующие пару множеств элементов. Подчеркнем тот факт, что в в теоретико-полевой и геометрической парадигмах понятие эволюции (процессуальности) вводится дополнительными постулатами.
7. Особенно важно использование математического аппарата бинарных систем отношений для описания квантовых закономерностей и вообще процессов в физике микромира. Однако для этого понадобилось обобщить математический аппарат систем вещественных отношений, развитый в группе Ю.И. Кулакова, на случай **бинарных систем комплексных отношений (БСКО)**, поскольку квантовая теория строится на базе комплекс-



ных чисел. В связи с этим следует напомнить S-матричную формулировку квантовой теории, где элементы S-матрицы, описывающие переходы между состояниями микросистем, фактически представляют собой комплексные парные отношения между элементами начального и конечного состояний.

8. На основе математического аппарата БСКО получен ряд существенных результатов [5, 6]. Прежде всего следует отметить, что природа проста, что в данном случае означает проявление в физической реальности простейших законов БСКО, то есть для минимальных количеств элементов двух подмножеств, для которых пишется закон. Количества элементов  $(r, s)$  из двух множеств, входящих в закон, называется рангом. В наших работах было показано, что закономерности квантовой электродинамики описываются бинарной предгеометрией минимальных рангов  $(2,2)$  и  $(3,3)$ . В частности показано, что элементы БСКО ранга  $(3,3)$  описываются комплексными 2-компонентными спинорами. Это может служить **обоснованием спинорного характера элементарных частиц**, если постулировать, что основания физической реальности описываются бинарной предгеометрией ранга  $(3,3)$ .
9. От бинарной предгеометрии произведен переход к теории на одном множестве элементов. В итоге были получены реляционные формулировки классических геометрий Лобачевского, Минковского и Римана (пространств постоянной положительной кривизны) и тем самым были **обоснованы известные свойства классического пространства-времени – его 4-мерность, сигнатура  $(+ - - -)$  и квадратичность мероопределений**. Напомним, что над решением этой проблемы размышлял ряд известных физиков прошлого.
10. В рамках бинарной предгеометрии решается проблема описания не только электромагнитных, но и сильных и электрослабых взаимодействий. Показано, что для этого необходимо увеличить ранг используемой БСКО до  $(4,4)$ . Решение этой задачи оказалось сродни переходу от 4-мерной общей теории относительности к 5-мерной теории Калуцы. Разница состоит в том, что в теории Калуцы увеличение размерности делалось для описания электромагнитных взаимодействий наряду с гравитационными, а в бинарной предгеометрии это делается для описания сильных и электрослабых взаимодействий наряду с электромагнитными взаимодействиями.
11. Переход к БСКО ранга  $(4,4)$  приводит к тому, что **элементы этой теории описываются 3-компонентными финслеровыми спинорами**, обобщающими теорию 2-компонентных спиноров, а сами элементарные частицы описываются комплексными  $3 \times 3$ -матрицами, представляющими собой отличный от нуля минор максимального ранга в законе БСКО ранга  $(4,4)$ .

Все это соответствует общепринятым представлениям в хромодинамике о 3-кварковой структуре адронов, если под кварками понимать элементы БСКО ранга (4,4).

12. Предложено описывать состояния адронов посредством алгебраической классификации комплексных  $3 \times 3$ -матриц, разработанной в свое время А.З. Петровым и примененной им и другими авторами для алгебраической классификации пространств Эйнштейна. Согласно этой классификации, комплексные  $3 \times 3$ -матрицы могут быть трех типов. Показано, что адроны описываются матрицами первого алгебраического типа, который состоит из трех подтипов. Анализ показал, что **барионы (гипероны) описываются  $3 \times 3$ -матрицами подтипа I, а мезоны матрицами подтипов D и O.** В рамках этой классификации предложено обоснование известных подвидов барионов и мезонов. Предложены формулы для значений масс адронов и произведено сопоставление теоретических и экспериментально наблюдаемых значений масс адронов.
13. Предложенный математический аппарат применен для обоснования общеизвестных свойств элементов **таблицы Менделеева.**
14. В рамках бинарной предгеометрии развита **реляционная теория электрогравитации**, в которой гравитация имеет вторичный характер, производный из от электромагнетизма. Теория электрогравитации существенно отличается от представлений в рамках геометрической парадигмы, где электромагнетизм (в 5-мерной теории Калуцы) проявляется в виде своеобразного обобщения гравитации. Имеется также серьезное отличие электрогравитации от теоретико-полевой парадигмы (например, теории Логунова), где гравитация и электромагнетизм выступают равноправно, отличаясь лишь тензорным рангом потенциалов.
15. Идеи реляционной парадигмы применимы для анализа ряда астрофизических закономерностей. При этом возникает иной взгляд на природу, например, космологического красного смещения и на гипотезу Большого взрыва.

## Литература

- [1] Владимиров Ю.С. Метафизика (2-е издание). М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.
- [2] Владимиров Ю.С. Реляционная концепция Лейбница-Маха. М.: ЛЕНАНД/URSS, 2017.
- [3] Кулаков Ю.И. Элементы теории физических структур. (Дополнение Г.Г. Михайличенко). Новосибирск: Изд-во Новосибирского гос. университета, 1968.
- [4] Кулаков Ю.И. Теория физических структур. М.: Доминико, 2004.



- [5] Владимиров Ю.С. Реляционная картина мира. Книга 1-я. Реляционная концепция геометрии и классической физики. М.: ЛЕНАНД, 2021.
- [6] Владимиров Ю.С. Реляционная картина мира. Книга 2-я. От бинарной предгеометрии микромира к геометрии и физике макромира. М.: ЛЕНАНД, 2021.

## РЕЛЯЦИОННОЕ СТАТИСТИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО-ВРЕМЯ И ОПИСАНИЕ ДАЛЬНОДЕЙСТВИЯ

**В.В. Аристов**

*Вычислительный центр им. А.А. Дородницына ФИЦ ИУ РАН*  
aristovv1@yandex.ru

В отличие от полевой теории с концепцией близкодействия, что требует определять смысл запаздывающих и опережающих потенциалов, в реляционно-статистическом подходе предполагается непосредственное взаимодействие на расстоянии, т.е. дальное действие. В таком подходе важны три положения, как подчеркивает Ю.С. Владимиров, см. [1-3]: реляционная теория пространства-времени, дальное действие и принцип Маха. Соглашаясь с этим, мы полагаем, что в реляционном подходе можно вводить время и соответственно дальное действие более простым и адекватным способом. Запаздывание светового сигнала поневоле наталкивает на мысль о наличии некоторого посредника для его передачи: будь это эфир, поле, вакуум и т.д. При наличии запаздывания (и уж тем более опережения) присутствуют трудности восприятия дального действия. Для правильной трактовки дального действия надо отказаться от определения одновременности, связанной с запаздыванием по световому сигналу и по-новому задавать одновременность.

В разрабатываемой реляционной концепции [4-7] постулируются статистические связи между частицами, пространством и временем. Эти соотношения задаются в анализе измерительных физических процедур операциональным способом (в духе Бриджмена). В результате получаются соотношения, которые приводят к известным физическим уравнениям. Здесь удастся так же расширить представления о совместном описании явлений – трактовать единым образом квантовые и гравитационные эффекты, см. [7].

В нашем подходе определяется теоретический прибор для измерения расстояний, пространство задается через связь с конфигурациями частиц. Время определяется тоже конструктивно с помощью темпорометра – идеализированного фотоаппарата с получением мировых фотографий. Образы частиц сопоставляются в единой измерительной процедуре с получением набора пространственными координатами всех частиц мира. Мгновение (“сейчас”) задается всем комплексом световых событий, связанных с электромагнитными явлениями, запечатленных на такой фотографии. В этом – ответ на вопрос, который ставит Ли Смолин в [8] о возможности введения понятия “сейчас” в физическую теорию.

Нахождение скорости света в данной модели является центральным. С помощью темпорометра по двум фотографиям находится среднеквадратич-



ное пространственное приращение. С чем 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). Такое приращение, деленное на временной интервал, задает характерную скорость. Но в силу указанной связи пространства и времени получается некоторая постоянная скорость – она и сопоставляется со скоростью света. Что оправдано, поскольку весь физический и математический аппарат по принципу соответствия затем согласуется с известным аппаратом кинематики и динамики СТО.

Причем 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. Снимки астрономических объектов фиксировали превышение скорости света, что неоднократно обсуждалось в литературе. Если в точку наблюдения движется частица “почти по световому лучу”: 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.

Важный пункт заключается в различии определений одновременности пространственно-разделенных событий в СТО и в нашей теоретической схеме. В традиционном подходе СТО события испускания света звездой и приемом его в рассматриваемой точке являются неодновременными. Согласно СТО два события, одновременные в некоторой инерциальной системе отсчета, не будут одновременными в другой инерциальной системе, движущейся относительно первой. В реляционном подходе 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. В реляционной модели приращение времени инвариантно относительно пространственных сдвигов, поскольку отсчет каждой координаты, входящей в сумму для среднеквадратичного выражения отнесен к сумме координатных сдвигов, т.е. как бы к центру масс мира.

Новое определение одновременности, конечно, подразумевает и требование установления связи с прежним определением в СТО. Для этого происходит переход от координат и интервалов введенного времени к координатам СТО. Показывается, что собственное время является инвариантом и, допускающая 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.

В современной физике проблема построения абсолютного времени является актуальной, в частности она обсуждается Ли Смолиным (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. Реляционная статистическая теория в рассматриваемом варианте – модель, по сути, нового абсолютного времени. Изучается переход от уравнений с абсолютным временем реляционной модели к обычной физике с уравнениями, в которых фигурирует традиционно описываемое время, в частности к времени, принятому в традиционной электродинамике.

## Литература

- [1] Владимиров Ю.С. Реляционная картина мира. Книга 1. Реляционная концепция геометрии и классической физики. М.: ЛЕНАНД, 2020.
- [2] Владимиров Ю.С. Физика дальнего действия: Природа пространства-времени. М.: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2012.
- [3] Владимиров Ю.С. Реляционная концепция Лейбница-Маха. М.: ЛЕНАНД. 2018.
- [4] Аристов В.В. Статистическая модель часов в физической теории // Докл. РАН. 1994. Т. 334. С. 161-164.
- [5] 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. А.П. Левич ред. М.: Изд-во МГУ, 1996. С. 48-81.
- [6] 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.
- [7] Аристов В.В. Реляционно-статистическое пространство-время единое описание квантовых и гравитационных эффектов // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия. 2018. вып. 4. С. 4-20.
- [8] Смолин Ли. Возвращение времени: от античной космогонии к космологии будущего. М.: АСТ: CORPUS. 2014.



## ОТ ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫХ К ПРОЦЕССУАЛЬНЫМ СТРУКТУРАМ

С.А. Векшенов

1. Ведущий отечественный историк физики Владимир Павлович Визгин неоднократно высказывал мысль, что современная физика находится в состоянии внутреннего кризиса. С другой стороны, несмотря на наличие фундаментальных физических концепций, прежде всего, реляционной парадигмы, физика продолжает, в целом, оставаться в прежних рамках. Попробуем понять причину этой ситуации.
2. Со времен Г. Галилея физическая теория – это некоторый “резонанс” физических идей и идеальных конструкций. Как пишет И.Р. Шафаревич “Новая физика XVII века решает... проблему, порывая с интуицией и отказываясь от реального опыта, т.е. перемещая все физические явления в абстрактное пространство и время. Это и явилось одним из факторов успеха”.
3. Можно предположить, что “фактором успеха” физической революции начала XX также были некие новые абстракции. Нетрудно понять, какие именно. Начало XX века – это решительное распространение теоретико-множественных идей, воплотившихся в форму теоретико-множественных конструкций. Базовой конструкцией здесь было понятие группы, отражающей интуицию симметрии. Математика 20-30 годов XX века была нацелена, прежде всего, на генерацию и исследование теоретико-множественных структур, а также их применение в различных областях, прежде всего в физике. Методология такого применения базировалась на следующей “двухходовке”: аксиоматическом описании данной предметной области, подведении данного описания под ту или иную теоретико-множественную структуру. В физике это методология приняла следующий вид: описания физических взаимодействий с помощью некоторого лагранжиана, исследование его симметрий, т.е. исследование его теоретико-групповых свойств (появление теоремы Нётер в этом контексте было вполне предсказуемо).
4. Данная методология оказалась исключительно эффективной в самых разнообразных областях, включая такие экзотические области как описание и анализ распределения месторождений золота (работы академика Ю.И. Журавлева).
5. С философской точки зрения сформулированная методология близка и идеям платонизма (“теоретико-множественный реализм”). Это отчетливо понимал создатель теории множеств Г. Кантор, который и сам был компетентным философом. Теоретико-множественные структуры – это свое-

образные вне -временные эйдосы, которые определяют структуру реальности. Возможно, самый яркий пример такого подхода – четырехмерное пространство - время: математический артефакт, наделенный статусом реальности (все тонкости и следствия этого тезиса хорошо понимал А.Пуанкаре).

6. Следствием теоретико-множественного подхода было “подверствывание” временных структур под структуры теоретико-множественные. Этот подход одновременно и полезен, и опасен. С одной стороны, это дает, например, поразительно эффективный принцип наименьшего действия: развитие во времени фундаментальных классических систем есть их равновесие в пространстве-времени. С другой стороны, объявить множеством естественную для физики среду непрерывности, континуум можно только совершив над ним некое насилие, игнорирующее диагональный процесс. Ситуация с континуумом такова, что крайне проницательный физик и философ В.Д.Захаров относил континуум в “вне математическим понятиям” (разумея по “математикой” именно привычную физикам теоретико-множественную математику).
7. Исключительная эффективность теоретико-множественных моделей объясняется использованием актуальной бесконечности, позволяющей “заглянуть” за горизонт непосредственного восприятия. Несмотря на то, что такая бесконечность, в большей степени, принадлежит трансцендентной сфере, и ее проявление в теоретико-множественных моделях очень часто оборачивается парадоксами, она совершенно необходима как инструмент осмысления реальности. Попытки “избавиться” от актуальной бесконечности (в ее теоретико-множественно обличие) и замены ее на интуитивно более понятную потенциальную бесконечность продолжались весь XX век. Результатом было создание громоздких и недееспособных теорий (вроде “конструктивного анализа” и т.п.). Однако с развитием вычислительной техники финитные наработки оказались востребованными. На сегодняшний день можно констатировать следующее. Мощности современных компьютеров (особенно объединенных в сеть) таковы, что финитные модели “как бы дотягиваются” до бесконечного, что создает иллюзию решения проблемы именно финитными средствами. Андрей Николаевич Колмогоров еще в 60-х годах предвидел такой поворот и предложил выделять “большие” натуральные числа в отдельный класс, в котором, грубо говоря, нет вычислений, а есть обозначения. Эта числа с иной “философией”, которую необходимо было осмыслить. К сожалению, эта идея, как и многие другие гениальные идеи Колмогорова была высказана им мимоходом и не получила дальнейшего развития.
8. В настоящее время сложилось вполне устойчивое представление, что ре-



сурсы теоретико-множественного подхода, в идейном и техническом плане практически исчерпаны. Современной теоретико-множественной доктрине нечего предложить физике, кроме исключительно сложных, экзотических конструкций. Описание физической реальности утратило изящность и простоту. Количество сущностей “сверх меры” стало отличительной чертой значительного числа “топовых” физических концепций.

9. Поиск выходов из теоретико-множественного тупика начался довольно давно, причем как со стороны физики, так и математики. Довольно очевидным направлением этих поисков является конструирование различных диалектов теоретико-множественного языка. При этом общий методологический подход, сформулированный в первой трети XX века, остается неизменным. Возможно, самый характерный пример такого диалекта, – теория физических структур Ю.И.Кулакова. Несмотря на несомненную нетривиальность и ряд тонких следствий, это теория все же остается консервативным расширением теории групп (что зафиксировано в теоремах Михайличенко). Подобный подход, разумеется, может прояснить ряд моментов, однако ожидать от него каких-либо прорывных решений не приходится.
10. Принципиальным дефектом теоретико - множественной доктрины является изъятие из рассмотрения идеи длительности, времени. В рамках этой доктрины время – это упорядоченная структура и не более. Созидательный характер времени полностью игнорируется, однако, парадоксальным образом проявляется в ней очень ярко – в виде уже упомянутого диагонального процесса: попытка объединить в множество все подмножества натурального ряда проваливается – после того, как все объединено – появляется новый элемент, порожденный этим единством.
11. Данный пример подсказывает общую идею: диагональный процесс возникает в рамках идеальной структуры, следовательно, сам процесс – это **не** физический процесс и время, в котором он протекает также **не** физическое время. Иными словами теоретико-множественная структура трансформируется в некие идеальные процессуальные структуры. Как представляется, эти структуры и являются той абстракцией, которая должна прийти на смену теоретико-множественным структурам.
12. Прежде чем перейти к конкретной реализации сформулированного тезиса, целесообразно несколько слов сказать о самой идее сочетания идеального и изменчивого. В ней центральным вопросом становится проблема трансфинитного (не-конечного). Естественным контекстом этой идеи является теология. Если не акцентировать внимание на догматической стороне теологических сочинений, в них можно найти абсолютно строгую, и очень тонкую разработку понятий относящихся к трансфинитной сфере. По-

сколькo именно трансфинитные “ходы” являются основой математических доказательств и конструкций, обращение к логике теологических построений вполне оправданно. Современные математики, активно работающие в рамках теоретико-множественной доктрины, как правило, не представляют, насколько глубоко она впитала понятийный аппарат и логику теологических сочинений (это прекрасно понимал ее создатель, Георг Кантор). Можно предположить, что идея идеальных, но, тем не менее, динамических структур, которые латентно существуют в теоретико-множественных структурах уже была кем-то осмыслена и зафиксирована. Предположение оправдалось. Такие структуры рассматривал еще Максимом Исповедником (580-662), рассуждение которого выстраиваются вокруг диалектики: “время” и “вечности”, “движения” и его “завершения”. Эта диалектика воплощается у него в понятии “эона” ( $\alpha\omega\nu$ ). “Эон — это время, когда оно прекращает свое движение, и время — это эон, когда он увлекается движением. Движение происходит во времени — от эона к эону”.

В XX веке идея синтеза временного и идеального вновь стал актуальным. Эту линию можно проследить у Я.Брауэра, Э. Гуссерля, Г.Вейля, М.Хайдеггера и др., хотя в единую идейную систему эти линии не оформились.

13. Среди объектов, в которых, так или иначе, реализуется идея синтеза идеального и динамического можно отнести континуум (этот факт доказывается) и волновую функцию. В последнем случае вопрос дискуссионный, но есть ряд аргументов (прежде всего, самого де Бройля), которые позволяют сделать именно это заключение.
14. Данное замечание позволяет несколько иначе расставить акценты в математическом аппарате теории БСКО Ю.С.Владимирова (не касаясь, разумеется, ее физической сущности). Его объектом можно считать не отношения, как таковые, а **связанные отношениями** амплитуды. Если принять сформулированный выше тезис об идеальном и процессуальном характере амплитуд, то тогда речь идет именно о процессуальных структурах. Далее, естественно поставить вопрос о генерации теоретико-множественных структур из структур процессуальных. Это вполне математическая задача, но с очень сильным физическим подтекстом. Одной из задач БСКО является поиски физического агента такой трансформации и описание её механизма. Полученное решение глубоко и содержательно — таким агентом является атом. В рамках БСКО получены и другие нетривиальные результаты.
15. Идеальные процессуальные объекты можно найти и в работах А.П.Ефремова. Более того, в ней неявно обозначена методология работы с этими объектами. В двух словах она сводится к следующему. При



погружении процессуального объекта в пространство, процессы получают некоторые параметры, изменение которых позволяет преобразовывать объект. Некоторые преобразования хотя и возможны в пространстве, но не допустимы для идеального объекта (например, объект можно вращать, но нельзя растягивать). В этом случае должен быть включен некий механизм компенсации, который приводит к появлению инвариантов. У А.П.Ефремова этот механизм имеет форму “спасения алгебр” и приводит к серии классических уравнений.

16. Подводя итог вышесказанному, можно сделать следующий вывод. В настоящее время идет “тихое” формирование содержательного корпуса идей, концепций, методов и теорем, реализующих процессуальный подход, который видится приемником теоретико-множественной парадигмы. Теоретико-множественный подход тоже развивается – в плоскости усложнения и “элитарности”.
17. Но бритва Оккама, рано или поздно, сработает.

## АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ УРАВНЕНИЯ ДИРАКА

**А.В. Соловьев**

*Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

*a.v.solovyov@gmail.com*

С момента своего открытия и до настоящего времени уравнение Дирака записывается как линейное дифференциальное уравнение первого порядка для четырехкомпонентной волновой функции фермиона со спином  $1/2$ . Эта волновая функция представляет собой биспинорное поле на пространстве-времени Минковского. Статус самого пространства-времени (первичное оно или вторичное) обычно не обсуждается.

В реляционной парадигме пространство-время считается конструкцией, вторичной по отношению к квантовому миру элементарных частиц. В связи с этим возникает потребность в математических объектах, которые с одной стороны отражают квантовые свойства элементарных частиц, а с другой стороны позволяют сформировать сами точки пространства-времени. На роль таких объектов очень хорошо подходят двухкомпонентные спиноры. Не удивительно, что именно они являются ключевыми составляющими аппарата бинарной предгеометрии [1] и теории твисторов [2].

С квантовой точки зрения компоненты спинора интерпретируются как амплитуды вероятности спиновых состояний фермиона. Тот факт, что спиноры образуют двумерное комплексное линейное пространство, вытекает из квантового принципа суперпозиции состояний (в противном случае невозможно было бы описать наблюдаемые квантовые интерференционные эффекты). Поскольку сумма вероятностей альтернативных состояний должна равняться единице, пространство спиноров необходимо снабдить положительно определенным скалярным умножением (только тогда квадратам модулей амплитуд вероятностей можно придать смысл вероятностей). Такое скалярное умножение называется унитарным. Унитарное скалярное произведение спиноров инвариантно относительно преобразований из группы  $U(2)$ .

С другой стороны, фундаментальный факт спинорной алгебры состоит в том, что действительное подпространство тензорного произведения пространства спиноров и пространства комплексно сопряженных спиноров является четырехмерным псевдоевклидовым пространством с сигнатурой метрики  $(+ - - -)$ . Если пространство спиноров снабдить дополнительно еще одним, симплектическим, скалярным умножением, то появляется возможность получить естественным образом группу собственных ортохронных преобразований Лоренца. Действительно, симплектическое скалярное произведение спиноров инвариантно относительно преобразований из группы  $SL(2, \mathbb{C})$ . Но



такие преобразования спиноров как раз и индуцируют собственные ортохронные преобразования Лоренца в указанном выше четырехмерном псевдоевклидовом пространстве.

Получается, что одних лишь спиноров достаточно как для описания спиновых состояний фермиона, так и для получения псевдоевклидовых 4-векторов. При этом необходимо задать в пространстве спиноров сразу два скалярных умножения: унитарное и симплектическое. Первое обслуживает квантовые свойства материи, второе — геометрические. Проблема в том, что группы  $U(2)$  и  $SL(2, \mathbb{C})$  сильно отличаются друг от друга. Унитарное скалярное произведение, вообще говоря, не инвариантно относительно преобразований из группы  $SL(2, \mathbb{C})$ . Можно заподозрить, что в этом отношении квантовые и геометрические свойства вступают в противоречие. Однако выход из сложившейся ситуации есть. И он довольно неожиданный.

Вспомним про то, что все унитарные пространства одинаковой размерности изоморфны. Они отличаются только эрмитовыми метрическими тензорами. Предположим, что  $SL(2, \mathbb{C})$ -преобразования как раз и являются такими изоморфизмами, переводящими спиноры из унитарного пространства с одним метрическим тензором в то же самое пространство, но уже с другим метрическим тензором. Все такие метрические тензоры как раз и образуют упоминавшееся выше четырехмерное псевдоевклидово пространство. Векторы этого пространства можно отождествить с 4-импульсами фермиона и тогда уравнение Дирака (в импульсном представлении) для свободного фермиона оказывается просто комплексным аналогом оператора Ходжа, образованным эрмитовым и симплектическим метрическими тензорами и действующим из пространства спиноров в пространство комплексно сопряженных спиноров. Для придания уравнению Дирака стандартной формы надо еще переписать полученное соотношение в виде, инвариантном относительно зеркального отражения трехмерного импульса. Важно, что в приведенных рассуждениях не возникло необходимости использовать уже готовое пространство-время.

## Литература

- [1] Ю.С. Владимиров. Реляционная картина мира. Кн. 2: От бинарной предгеометрии микромира к геометрии и физике макромира. М.: ЛЕНАНД, 2021.
- [2] Р. Пенроуз, В. Риндлер. Спиноры и пространство-время. Спинорные и твисторные методы в геометрии пространства-времени. М.: Мир, 1988.

## ПРИНЦИП МАХА И КОСМОЛОГИЧЕСКОЕ КРАСНОЕ СМЕЩЕНИЕ В РЕЛЯЦИОННОМ ПОДХОДЕ

А.Б. Молчанов

*Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова*

Реляционный подход к описанию пространства-времени и физических взаимодействий опирается на три основных положения: 1) вторичность пространственно-временных понятий по отношению к закономерностям микромира, 2) применение концепции дальнодействия при описании взаимодействий, 3) принцип Маха в наиболее общей формулировке, выражающей непосредственную связь локальных свойств объектов и глобальных свойств окружающего мира [1]. Первый и третий аспекты наиболее ярко проявляются при исследовании основных наблюдаемых космологических эффектов: красного смещения далёких астрономических объектов и космического микроволнового фона. За последние годы был проведён ряд исследований, позволивших дать реляционную интерпретацию названных эффектов. Эти исследования, в свою очередь, привели к постановке и разработке методов решения более фундаментальных задач, неразрывно связанных с основаниями физики. В данной работе рассматриваются и дополняются основные полученные на этом пути результаты, устанавливается их связь с задачей вывода классических пространственно-временных понятий из более глубоких закономерностей физики микромира.

Напомним, что на настоящий момент общепринятой для описания космологии является полученная в рамках геометрического подхода модель  $\Lambda$ CDM (Lambda Cold Dark Matter), которая основывается на одном из частных решений уравнений Эйнштейна, найденном А. Фридманом в 1922-1924 годах. В модель входит ненулевая космологическая постоянная  $\Lambda$  которая связывается с гипотетической расталкивающей субстанцией, – тёмной энергией, а также дополнительная ненаблюдаемая (тёмная) материя. Характерной особенностью данного решения является следующий вид зависимости масштабного фактора от космологического времени:

$$\alpha(\tau) \sim \left( \sin h \frac{3}{2} \sqrt{\Lambda/3c} \tau \right),$$

Масштабный фактор связывает между собой две основные системы отсчёта, с которыми ведётся работа при описании космологии в общей теории относительности (ОТО): *сопутствующую* (когда узлы её координатной сети связаны с материальными объектами) и *собственную* (где координаты



определяются только наблюдателем). В частности, это означает, что в собственных координатах удалённые астрономические объекты движутся относительно наблюдателя со скоростями, определяемыми хаббловским потоком в соответствии с записанной выше формулой, а в сопутствующих – такого движения нет. Любопытно, что в англоязычной литературе собственная система отсчёта называется *properframe*, то есть буквально “правильная”. Это можно трактовать как свидетельство априорности пространства-времени в геометрическом подходе.

В реляционном подходе, напротив, согласно первому его аспекту, пространство-время в космологии является абстракцией от отношений между всеми объектами во Вселенной, поэтому “правильной” следовало бы считать сопутствующую систему отсчёта. В частности, формализм методов задания систем отсчёта в ОТО, являющийся реализацией реляционных идей в геометрической парадигме, показывает, что наиболее естественной в космологической задаче является именно сопутствующая система отсчёта, это демонстрируется с использованием метода кинематрических инвариантов [2, с. 159].

При исследовании космологических эффектов ключевую роль играет регистрируемое наблюдателем электромагнитное излучение: по его свойствам делается вывод о том, какая модель должна описывать Вселенную в целом. В реляционном подходе высказывается ещё более сильное утверждение: испущенное, но не поглощённое электромагнитное излучение формирует саму структуру пространства-времени. Для пояснения можно обратиться к вопросу, сформулированному на рубеже 20–30-х годов XX века во время диспутов, проводимых в Ленинградском политехническом институте имени А.Ф. Иоффе и посвящённых выбору одной из двух концепций: близкодействия или дальнодействия. Как известно [3], В.Ф. Миткевич, сторонник концепции близкодействия, задал вопрос Я.И. Френкелю, отстаивавшему дальнодействие, о том, где будет находиться энергия электромагнитного излучения после акта его испускания источником и до момента поглощения приёмником.

В рамках реляционного подхода ввиду отсутствия на фундаментальном уровне пространства-времени не существует понятия “где”, поэтому ответ может быть дан лишь формально: энергия испущенного, но не поглощённого излучения распределяется по отношениям между излучателем и всеми возможными поглотителями. Иначе говоря, в терминах теории систем отношений, для каждого значения энергии в спектре излучателя/поглотителя записывается мировая матрица бинарной системы комплексных отношений (БСКО) минимального невырожденного ранга (3,3). Поскольку в окружающем мире имеется большое число излучателей и поглотителей и происходит большое число актов испускания и поглощения электромагнитного излучения, при переходе на классический уровень необходимо учитывать всю их

суперпозицию. Эта особенность позволила выдвинуть идею о том, что классические пространственно-временные понятия формируются за счёт вкладов испущенного, но не поглощённого электромагнитного излучения.

Также на этой основе стало возможным дать реляционную интерпретацию эффекта космологического красного смещения. При распределении энергии “моря” испущенного, но не поглощённого излучения по отношениям между излучателем и всеми возможными поглотителями наблюдатель будет воспринимать окружающие объекты обладающими этой дополнительной энергией. Её естественно связывать с энергией наблюдаемого космологического расширения. В одной из предыдущих работ [4] было показано, что плотности энергии испущенного излучения и энергии наблюдаемого расширения оказываются очень близки в области линейности закона Хаббла. Было сделано заключение о том, что линейная часть закона Хаббла может быть обусловлена вкладами испущенного излучения. Однако вывод самого закона Хаббла приведён не был.

Получить закон Хаббла, исходя из изложенных идей, можно следующим образом. Без ограничения общности будем считать, что при поглощении вся энергия переходит в кинетическую. Рассмотрим астрономический объект на расстоянии  $r$  от наблюдателя. Его импульс, обусловленный вкладами испущенного, но не поглощённого излучения, будет определяться только объектами, находящимися внутри сферы радиуса  $r$  с центром в точке наблюдения, поскольку для любого излучателя за пределами этой сферы найдётся другой излучатель, компенсирующий его вклад. Также можно показать, что будут скомпенсированы все компоненты суммарного импульса, ортогональные прямой, соединяющей наблюдателя и наблюдаемый объект. Радиальная компонента после интегрирования по всем источникам в объёме сферы будет пропорциональна  $r^3$ , в то время как вероятность поглощения одним рассматриваемым объектом окажется обратно пропорциональной площади сферы (которая определяет число поглотителей на том же расстоянии), то есть  $r^2$ . Таким образом, итоговый импульс, приписываемый астрономическому объекту, будет пропорционален первой степени  $r$ . С учётом известной плотности поглощающей материи становится возможным получить выражение для параметра Хаббла.

В последующей работе [5] было предложено реляционное обоснование нелинейности в законе Хаббла, которая, как известно, в геометрическом подходе связывается с ненаблюдаемой тёмной энергией. В реляционном подходе существует другая возможность. Основная идея созвучна мысли, высказанной известным математиком П.К. Рашевским о том, что пересчёт больших расстояний в физике не обязан подчиняться существующим аксиомам натурального ряда [6]. Эту идею в своих работах развивал другой советский математик В.Л. Рвачёв, который предложил заменить аксиому Архимеда



утверждением о существовании максимального числа и применил полученное “неархимедово” исчисление для описания космологических расстояний. В результате был получен эффект красного смещения, квадратичный по расстоянию в главной асимптотике. В работе [5] было показано, что при такой интерпретации получается правильное значение параметра замедления, если предельное расстояние представляет собой гравитационный радиус наблюдаемой Вселенной.

Тем не менее, возможность применения разработанного Рвачёвым аппарата к физическим расстояниям необходимо связать с описанием испущенного, но не поглощённого излучения в реляционном подходе. На данном этапе ребром встаёт вопрос получения классических пространственно-временных понятий из более глубоких закономерностей микромира. Этот вопрос является главной задачей реляционного подхода. К таким закономерностям следует отнести суперпозицию элементарных вкладов испущенного, но не поглощённого электромагнитного излучения. В последних исследованиях (см., например, [7]) было показано, что задача получения классических расстояний в системе конечного числа атомов водорода представляется как обратная задача суперпозиции вкладов испускаемого и поглощаемого излучения.

Так, в прямой задаче по известному взаимному расположению излучателей и поглотителя требуется найти результирующую амплитуду поглощаемого излучения. Для решения этой задачи вычисляются фазовые вклады всех источников (иначе говоря, фазовые отношения между всеми излучателями и поглотителем) и затем суммируются по всем энергиям спектра. Обратная задача состоит в том, чтобы по известным фазовым отношениям, дающим требуемую амплитуду поглощаемого излучения, найти взаимное расположение излучателей и поглотителя.

Каждый возможный вариант такого взаимного расположения будем для краткости называть *конфигурацией*. При решении сформулированной обратной задачи в реляционном подходе необходимо для каждой найденной конфигурации проверять выполнимость законов БСКО, которые являются критерием того, что искомые величины действительно будут расстояниями. В работе [7] было получено выражение, позволяющее определить классическое расстояние на основе статистики по фазовым вкладам излучения для всех энергий в спектре. Было показано, что расстояние между любой парой частиц оказывается обусловленным совокупностью возможных конфигураций частиц всего окружающего мира. Эта ситуация полностью соответствует обобщённой формулировке принципа Маха.

Теперь мы обратим внимание на ещё одну возможность, появляющуюся при решении обратной задачи суперпозиции. Для каждого значения расстояния между парой частиц в заданном интервале можно выписать число конфигураций, в которых это расстояние реализуется. Таким образом, заполнив

всю числовую ось, мы построим распределение конфигураций по расстояниям. Вид этого распределения будет определяться как свойствами спектров излучающих и поглощающих частиц, так и распределением фаз (по интервалу от 0 до  $2\pi$ ) во всех актах излучения. Однако от выбора рассматриваемой пары (если все частицы имеют одинаковые спектры) результат зависеть не будет. Такая ситуация соответствует сопутствующей системе отсчёта, поскольку концы воображаемой линейки, отмеряющей парное расстояние, всегда остаются закреплёнными на частицах.

Аналогичным образом можно построить распределение конфигураций, задающее собственную систему отсчёта. Для этого к рассматриваемой паре необходимо добавить ещё одну частицу-наблюдателя, зафиксировать расстояние между парой и выписывать числа конфигураций, реализующих различные расстояния между наблюдателем и одной из частиц пары. Фиксированное расстояние между парой можно принять за масштабный отрезок и ввести таким образом шкалу, которая, вообще говоря, будет отличаться от шкалы сопутствующих расстояний:

$$r_* = \frac{1}{N_0} \int_0^r n(r) dr,$$

где  $n(r)$  – функция распределения конфигураций по расстоянию между наблюдателем и парой частиц,  $N_0$  – константа нормировки. Данное выражение совпадает с общепринятым определением собственного расстояния в космологии. Если при интегрировании от 0 до  $\infty$  данный интеграл окажется сходящимся, результат будет представлять собой предельное собственное расстояние, что будет соответствовать предельному расстоянию в модели Рвачёва.

В итоге, на основе реляционного подхода удаётся не только дать интерпретацию космологического красного смещения, но и получить правильный закон, описывающий этот эффект. При решении данной задачи возникает ряд фундаментальных вопросов о природе макроскопических пространственно-временных понятий и их взаимосвязи с реально наблюдаемыми величинами. Если принять точку зрения, согласно которой структура классического пространства-времени определяется фазовыми отношениями испущенного, но непоглощённого излучения, становится возможным формулировать и решать статистическую задачу вывода шкалы космологических расстояний без использования ненаблюдаемых видов материи.

## Литература

- [1] Владимиров Ю.С. Реляционная картина мира. Кн. 1: Реляционная концепция геометрии и классической физики / Ю.С. Владимиров. – М.: ЛЕНАНД, 2021. – 224 с.



- [2] Владимиров Ю.С. Классическая теория гравитации: Учебное пособие / Ю.С. Владимиров. – М.: Книжный дом. “ЛИБРОКОМ”, 2009. — 264 с.
- [3] Природа электрического тока. (Беседы и диспут в Ленинградском политехническом институте). – М.-Л.: Изд-во Всесоюзного электротехнического объединения, 1930.
- [4] Vladimirov Yu.S., Molchanov A.B. Relational justification of the cosmological redshift // Gravitation and Cosmology, 2015, Vol. 21, No. 4, pp. 279–282.
- [5] Владимиров Ю.С., Молчанов А.Б. Обобщенный закон Хаббла в реляционном подходе // Пространство, время и фундаментальные взаимодействия, 2017. № 2. С. 24-35.
- [6] Рашевский П.К. О догмате натурального ряда // Успехи математических наук, 1973. Т. XXVIII, вып. 4 (172), с. 243-246.
- [7] Молчанов А.Б. Принцип Маха и понятие длины в реляционном подходе // Основания фундаментальной физики и математики: материалы IV Российской конференции (ОФФМ-2020) / под ред. Ю.С. Владимирова, В.А. Панчелюги. – Москва: РУДН, 2020, с. 38-42.

## ПРИНЦИП МАХА КАК ТЕМА ПРОЯСНЯЮЩЕЙ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕФЛЕКСИИ

В.Ф. Панов<sup>1</sup>, Д.А. Терещенко<sup>2</sup>, А.А. Тютюнников<sup>3</sup>

*ПГНИУ, г. Пермь*  
*ВНИИФТРИ, г. Менделеево*  
*МФТИ, г. Долгопрудный*  
panov@psu.ru, dima91ter@yandex.ru, atutun@list.ru

### 1 Развитие представлений о принципе Маха

Под принципом Маха наиболее часто понимается обоснование силы инерции как результата воздействия на тела всей окружающей их материи мира. Однако в работах ряда авторов было продемонстрировано, что закономерности окружающего мира влияют и на другие локальные свойства как классических систем, так и микросистем. Поэтому в работах Ю.С. Владимирова было предложено более общее определение принципа Маха: “принцип Маха следует понимать в более широком смысле, как идею обусловленности локальных свойств материальных образований закономерностями и распределением всей материи мира” [1,2].

Проявления принципа Маха рассматривались на протяжении нескольких веков. В качестве главных этапов развития представлений о принципе Маха можно выделить следующие периоды.

К первому этапу отнесём качественные высказывания об идее воздействия окружающего мира на свойства наблюдаемых систем. Здесь, прежде всего, следует назвать соображения на этот счет Г.Лейбница, Э.Маха, Р.И.Бошковича, и ряда других мыслителей [3].

Ко второму этапу развития идеи влияния окружающего мира на локальные свойства объектов следует отнести период создания общей теории относительности. Известно, что идеи Маха сыграли важную роль в создании А. Эйнштейном общей теории относительности. Сам термин “принцип Маха” был введен Эйнштейном. Согласно Эйнштейну, его теория покоится на трех основных положениях: принципе относительности, принципе эквивалентности и принципе Маха. Принцип эквивалентности утверждает тождество инерции и тяготения; отсюда из специальной теории относительности неизбежно следует, что симметричный “фундаментальный тензор” ( $g_{\mu\nu}$ ) определяет метрические свойства пространства, движения тел по инерции в нём, а также действие гравитации. Описываемое фундаментальным тензором состояние пространства Эйнштейн обозначает как “ $G$ -поле”. В терминах этого поля принцип Маха он формулирует так:  $G$ -поле полностью определено массами тел [4]. Эйнштейн поясняет, что принцип этот назван в честь Маха постольку,



поскольку он является обобщением требования Маха сводимости инерции к взаимодействию тел.

Впоследствии Эйнштейн отказался от идей Маха, но эти идеи продолжали обсуждаться научным сообществом. Отказ Эйнштейна от идей Маха был обусловлен осознанием того, что созданная им общая теория относительности фактически означала возникновение так называемой геометрической парадигмы [5] вместо парадигмы, основанной на трех физических категориях: категории пространства-времени, категории частиц и, наконец, категории полей, описывающих взаимодействия частиц на фоне пространства-времени. Эйнштейновская геометрическая парадигма опиралась на две физические категории: искривленное пространство-время и материальные тела. Идеи же Лейбница и Маха требовали других оснований теории. Общая теория относительности была сформулирована в духе традиционной теории поля в рамках концепции близкодействия, тогда как Мах был сторонником концепции дальнего действия.

К третьему этапу развития представлений о принципе Маха следует отнести создание теории прямого межчастичного электромагнитного взаимодействия в работах А.Фоккера, Я.И.Френкеля, Р.Фейнмана, Дж.Уилера.

К четвертому этапу развития идей Маха следует отнести работы Ф.Хойла и Дж.Нарликара.

К пятому этапу развития идей принципа Маха отнесём переформулировку теории прямого межчастичного взаимодействия, осуществлённую в работах Ю.С.Владимирова в рамках последовательной (унарной) реляционной парадигмы [1]. В итоге сложились цельные представления о реляционной парадигме, основанной на трех неразрывно связанных факторах:

1. Реляционная трактовка природы классического пространства-времени, согласно которой пространство-время не является самостоятельной физической сущностью, а представляет собой абстракцию от отношений между материальными объектами, а точнее, между событиями с участием материальных объектов.
2. Концепция дальнего действия, которая неизбежна в случае отказа от самостоятельного (субстанционального) характера классического пространства-времени.
3. Принцип Маха, который оказывается естественным в рамках именно реляционной парадигмы, поскольку в самое основание этой парадигмы вносятся представления о всеобщей связи между всеми материальными объектами Вселенной.

К шестому этапу следует отнести развитие Владимиром идей Лейбница и Маха на основе бинарной предгеометрии.

К седьмому этапу развития идей принципа Маха относится построение

реляционно-статистической теории, основанной на реализации в рамках реляционной парадигмы идеи о статистической (макроскопической) природе классического пространства-времени и других понятий современной физики.

Отметим, что затруднения в понимании экспериментов в квантовой механике с точки зрения классической физики побуждают отказаться от априори данного пространства-времени и перейти в рамках реляционной парадигмы к построению реляционно-статистической теории пространства-времени, исходящей из принципа Маха.

## 2 Мысленный эксперимент как часть феноменологического метода

Очерченная здесь история принципа Маха дает нам фактический материал, который, однако, мы намерены подвергнуть целенаправленной философской обработке. Именно: мы намерены воспользоваться рецептурой “приведения к ясности” из четвертой главы третьего тома Гуссерлевых “Идей” [6] в отношении принципа, формулируемого сегодня, в “сухом остатке” всей его истории, не единственным и даже существенно различным образом (обзор различных его формулировок см. в статье [7]), – с тем чтобы, с использованием гуссерлевского метода вариаций, вычленить твердое ядро его, которое могло бы обладать априорным истинностным значением, феноменологически точно определяемым (это истинностное значение может и не быть “истиной”).

Из логико-формальных понятий, служащих явно или неявно остовом для всех контекстов принципа и нуждающихся в первоначальном прояснении, выступает понятие тождества, которому уделено немало внимания и в текстах самого Гуссерля. Вращение Ньютонова сосуда с водой относительно “неба неподвижных звезд” и активное вращение последнего относительно сосуда суть для Маха “один и тот же случай”, хотя бы даже второй опыт был неосуществим и может рассматриваться в воображении разве только как “мысленный опыт” (Gedankenexperiment). Проясняющей рефлексии нельзя будет пройти мимо вопроса: такая же это иллюзия, как для Маха какое бы то ни было различие в положении дел в этих двух случаях, даже если это не Ньютоново “реальное” различие, предполагающее существование абсолютного пространства и систем отсчета, “инерциальных” в абсолютном смысле слова, а различие только “номинальное”, позволяющее вообще говорить о двух случаях, – такая же это иллюзия – различие между “инерцией” и “гравитацией” (эквивалентность которых как раз и утверждает одноименный принцип, лежащий в основе общей теории относительности), между, в конце концов, “материей” и “геометрией”? Против последнего отождествления нетрудно привести аргументы: это, прежде всего, существование нетривиальных решений уравнения Эйнштейна в отсутствие материи. Подрывают ли эти аргументы



априорное ядро принципа Маха, принцип Маха в какой-то его “минимальной” формулировке? Ведь хотя бы в одной из двух систем отсчета, которые вращаются друг относительно друга, обязательно будет иметь место для любого наблюдателя “эффект неевклидовости” пространства-времени как чистый эффект специальной теории относительности: он обусловлен – даже в отсутствие масс – лоренцевскими замедлением времени и сокращением длины, как это отмечал еще Эйнштейн (см., например, его “Геометрию и опыт” [8]). Нетривиальность решений уравнений Эйнштейна в пустоте может не иметь к принципу Маха никакого отношения, как и этот “эффект неевклидовости”. Сама мысль, что принцип Маха либо неверен, либо непроверяем экспериментально (Н.П.Коноплева [9]), не только не может быть квалифицирована как окончательный вердикт относительно истинности значения этого принципа, но побуждает испытать те методы исследования его, которые предлагает феноменология.

Один из ключевых вопросов, нуждающихся в предварительном обсуждении в виду этой цели, – вопрос о том, каковы должны быть условия мысленного эксперимента (должен ли это быть, например, один опыт или множество связанных опытов, должно ли здесь иметь место условие непрерывности, и если да, то как конкретно оно работает) для того, чтобы такой вид экспериментирования можно было рассматривать как часть метода вариаций. И опять история с ее богатством примеров может быть употреблена на пользу нашему обсуждению. Мы можем многому научиться у классиков науки, прибегавших к мысленным опытам, как, например, Ньютон в своем образцовом рассуждении о пушечном ядре, пущенном горизонтально “силою пороха” с вершины горы [10]; это сродственное с феноменологическим методом вариаций рассуждение, в котором “в непрерывном наложении (*fortlaufende Deckung*) совпадает “то же самое”, что теперь может быть высмотрено само по себе (*rein für sich*)” (Гуссерль, “Опыт и суждение”, § 87с), дает по индукции заключить об этом “высматриваемом” общем – силе, к сущности которой следует отнести то, что, “падая” под действием ее, Луна ею же “удерживается на своей орбите”. Техника мысленного эксперимента, если рассматривать его как часть феноменологического опыта, должна быть развита с использованием инструментария феноменологии как новый органон, важнейшей составляющей которого стала бы истинная индукция – та *inductio vera*, что еще Ф. Бэкон полагал максимумом своего предприятия. Вот и в развитие главной нашей темы, следуя Бэкону и в полном согласии с феноменологической установкой, мы хотели бы рассмотреть в качестве модификации мысленного экспериментирования – модификации, как сказал бы Гуссерль, способа данности в мышлении – перенос упомянутой выше ситуации относительности вращательного движения (как и поступательного) в квантовую механику. Это позволило бы, как мы ожидаем, уяснить значение относительности кар-

тин Шрёдингера и Гейзенберга квантовомеханической эволюции в гильбертовом пространстве для конституирования реальности изменения. О новых эффектах, которые дает утверждение принципа Маха в квантовой механике, говорил еще Р. Фейнман в своих лекциях по гравитации [11]. Феноменологического прояснения ждет и множество других подобных “ситуаций относительности движения”: “дуализм” силы Лоренца и вихревого электрического поля, обуславливающих так называемую электродвижущую силу индукции в опытах с движущимися друг относительно друга неоднородным магнитным полем и проводящим контуром (как и вообще дуализм электрического и магнитного полей в едином электромагнитном поле), “дуализм” материи и геометрии пространства-времени и другие физические “дуальности” и “дуализмы”, которые могут быть тематизированы в связи с модификациями главного мысленного эксперимента Маха. Сам Мах придавал фундаментальное значение этим модификациям, заявляя: “Die Grundmethode des Experimentes ist die Methode der Variation”; причем эта мысль у Маха произрастает именно из анализа мысленного эксперимента, методику которого он сообщает и эксперименту физическому (см. его “Познание и заблуждение”). Заслуживает отдельного рассмотрения вопрос о влиянии Маха на генезис феноменологического метода вариаций; в исследовании, развивающем представленные здесь тезисы, мы не оставим этот вопрос без внимания, удерживая в поле зрения дискуссию о маховском и гуссерлевском ментальных процессах вариации, начатую статьей Н. Куюнджича [12]. Феноменологический метод приведения к ясности может и должен найти верные ориентиры в том, что Гуссерль в пору работы над “Кризисом” называл “историческим осмыслением” (*historische Besinnung*). В таком осмыслении и метод вариаций получает историческое измерение и, будучи делом научного (языкового) сообщества, поднимается естественным образом на уровень интерсубъективности: мы почерпаем первообразы и какие-то их варианты для дальнейшего “открытого процесса варьирования” в сфере исторической фактичности.

## Литература

- [1] Владимиров Ю.С. Метафизика и фундаментальная физика. Кн. 3: Реляционные основания искомой теории. Часть 1. Теория систем отношений. – М.: ЛЕНАНД. 2018. – 256 с.
- [2] Владимиров Ю.С. Реляционная картина мира. Кн. 1: Реляционная концепция геометрии и классической физики. – М.: ЛЕНАНД. 2021. – 224 с.
- [3] Владимиров Ю.С. Природа пространства и времени: Антология идей. – М.: ЛЕНАНД. 2015. – 400 с.
- [4] Эйнштейн А. Принципиальное содержание общей теории относительности.



- сти / Собр. науч. трудов. Т. 1. – М.: Наука. 1965. С. 613–615.
- [5] Владимиров Ю.С., Терещенко Д.А. Принцип Маха в геометрической парадигме // *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*. 2017. № 1(18). С. 66–75.
- [6] Husserl E. *Gesammelte Werke (Husserliana)*. Bd. V: *Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie. Drittes Buch: Die Phänomenologie und die Fundamente der Wissenschaften*. Haag: Martinus Nijhoff. 1971. S. 94–105.
- [7] Bondi H., Samuel J. The Lense–Thirring Effect and Mach’s Principle // *Physics Letters A*. 228. 3. 1997. P. 121–126.
- [8] Эйнштейн А. Геометрия и опыт / Собр. науч. трудов. Т. 2. – М.: Наука. 1966. С. 85.
- [9] Коноплёва Н.П. Маха принцип / *Большая советская энциклопедия*. 3-е изд. Т. 15. – М.: Сов. энциклопедия. 1974.
- [10] Ньютон И. *Математические начала натуральной философии*. – М.: Наука. 1989. С. 27.
- [11] Фейнман Р., Мориниго Ф., Вагнер У. *Фейнмановские лекции по гравитации*. – М.: Янус-К. 2000. С. 132–136.
- [12] Kujundzic N. Thought Experiments: Architecture and Economy of Thought // *Journal of the British Society for Phenomenology*. 26. 1. 1995. P. 86–93.

## ГИПОТЕЗА САЗЕРЛЕНДА–ЭЙНШТЕЙНА В РАМКАХ РЕЛЯЦИОННОГО ПОДХОДА

И.А. Бабенко

*Институт гравитации и космологии РУДН*

“Худшее, что только может постигнуть физику, так и некоторые иные науки, получается тогда, когда производное считают за первоначальное, и так как второе не могут вывести из первого, то пытаются объяснить его первым”

*И.В. Гете*

Одним из принципиально важных вопросов фундаментальной физике является выяснение первичных понятий, на основании которых должна строиться вся последующая теория.

В рамках реляционного подхода первичным понятием является заряд и электромагнитное взаимодействие [1]. И если сопоставить два таких основных взаимодействия, формирующих пространственно-временные конфигурации, как электромагнетизм и гравитация, то в рамках реляционного подхода следует, что гравитационное взаимодействие является производным от электромагнетизма [2].

В работах Владимирова Ю.С показано, что в рамках реляционной парадигмы с использованием присущего ей принципа Маха обосновывается выражение массы электрона через квадрат его электрического заряда и характеристики глобальной Вселенной. Это позволяет выразить отношение электромагнитного притяжения электрона и протона в атоме, к их гравитационному притяжению через число Эддингтона, при предположении о равенстве модулей их зарядов:

$$\frac{F_{el}(e, p)}{F_{grav}(e, p)} = \frac{eq_p}{Gm_e m_p} \simeq \sqrt{N} = 10^{40}$$

тогда, если выразить значение заряда протона как:

$$q_p = e + \Delta q = e \left( 1 + \frac{\Delta q}{e} \right)$$

и учитывая, что, согласно произведенным теоретическим оценкам:

$$\frac{\Delta q}{e} \simeq 10^{-21}$$

приходим к выводу, что добавок к выписанному отношению будет выражаться через  $N^{1/4}$ , т. е. также через число Эддингтона. Таким образом, сила притяжения электрона к протону в атоме представляется через произведение силы их электромагнитного притяжения на ряд разложения по степеням числа



Эддингтона:

$$F \sim F_{\text{эл}}(e, e)(1 + N^{-1/4} + N - 1/2).$$

В вышеприведенном выражение во втором множителе справа представлены три взаимодействия, где второе слагаемое в скобках оказывается ответственным за происхождение магнитных полей макробъектов (астрофизических), третье за наличие гравитационных взаимодействий.

При этом данное рассуждение возможно применить к объяснению гипотезы Сазерленда–Эйнштейна [2-4], которая говорит о том, что формирование магнитного поля массивных астрофизических объектов происходит вследствие малой разности зарядов протона и электрона по абсолютной величине. И, если рассуждать в рамках реляционного подхода, то естественно допустить, что электрические заряды тяжелых элементарных частиц несколько отличаются от электрических зарядов электронов. Допустив эту гипотезу и учитывая, что тела окружающего нас мира в основном состоят из нейтронов, положительно заряженных тяжелых протонов и легких электронов, приходим к выводу, что астрофизические объекты должны обладать объемным (положительным?) электрическим зарядом. Их кулоновское поле напрямую не наблюдается по той причине, что дополнительный электрический заряд подобных объектов будет компенсироваться “налипшими” электронами из окружающего мира [5]. Однако, поскольку астрофизические объекты вращаются, то результирующее магнитное поле будет слагаться из магнитного поля, создаваемого объемным положительным зарядом, и противоположно направленное магнитное поле, создаваемого отрицательными зарядами, которое зависит от условий распределения “налипших” зарядов.

## Литература

- [1] Владимиров Ю.С. Основания физики. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. 456с.
- [2] Sutherland W. // Terr. Mag. PlanetSci. – 5, 73 (1900); 8, 49 (1903); 9, 167 (1904); 13, 155 (1908).
- [3] Дикке Р. Многоликий Мах / Гравитация и теория относительности / под ред. Х. Цзю, В. Гоффман. М.: Мир, 1962. 221-249с.
- [4] Янковский Б.М. Земной магнетизм. Т.1. - Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1964, с. 194-203.
- [5] Владимиров Ю.С. Реляционная картина мира. Книга 2. От бинарной предгеометрии микромира к геометрии и физике макромира. М.: ЛЕНАНД, 2021. 304 с.

## ГРАВИТАЦИЯ: ФЕНОМЕН ИЛИ НОУМЕН?

А.П. Никитин

anikitinaaa@mail.ru

Гравитацию как феномен или ноумен можно познать и использовать исключительно на основе *новой научной парадигмы*, в которой наш мир – *движущийся Космос – единственная сущность, объединяющая всё*. Космос рассматривается как тензорное материально-энергетическое поле (MEF) (*material-energy field*) в 6-мерном пространстве-времени. Абстрактные категории – пространство, время, материя и др. придуманы для описания движения Космоса, у которого есть только одно абсолютное свойство – существовать в движении, представляющее собой немеханический периодический процесс сферического стока-источка (*конвергенции-дивергенции*) материи Космоса к материальным телам согласно фактору Хаббла-Планка, что является причиной образования, существования и движения материальных тел. Этот процесс стока материи – материальный ток, образуя разность энергопотенциалов, создаёт на эквипотенциальных поверхностях вокруг материальных тел напряжённость-ускорение  $a$  (тензорное материально-энергетическое поле), объясняющее и гравитационное движение материи.

Гравитацию как феномен или ноумен, наряду с другими нерешёнными проблемами современной теоретической физики, можно познать и использовать исключительно на основе следующей *новой научной парадигмы*:

**1. Наш мир, Вселенная — Космос**, представляющий собой абсолютно всё, — единый, бесконечный и вечный. Космос – единственная абсолютная физическая сущность, объект и субъект, проводник и ток, двигающееся тело и двигатель в одном лице.

Абстрактные категории, пространство, время, материя, сознание, энергия, “тёмная материя” (“dark matter” (DM), “тёмная энергия” (“dark energy” (DE) и др., не обладают собственной сущностью и приняты людьми для описания и объяснения нашего мира. Наш мир сложный и разнообразный, исключительно из-за числа  $\pi$ . Ничего абсолютного, неизменного, в Космосе нет; у него есть только одно абсолютное свойство – существовать в **движении**.

**2. Движение – способ существования Космоса.** В процессе научного познания нас должно интересовать только движение Космоса, т.е. атомы, тела и поля представляют собой не застывшие неизменные субстанции, а физический периодический колебательный процесс образования, существования и преобразования материи Космоса, отразить который в сознании мы можем как движение энергии – скалярной величины, являющейся единой мерой движения Космоса.



**3. Энергия** – интеграл движения Космоса, величина, сохраняющаяся при движении в замкнутой системе в изотропном и однородном пространстве и времени. Закон сохранения энергии движения материи Космоса в замкнутой системе – абсолютный закон природы. Все другие законы суть законы сохранения энергии.

**4. Движение** нашего мира будем описывать как изменение его энергетических характеристик, т.е. как движение-изменение *материально-энергетического поля* (MEF) в евклидовом трёхмерном пространстве и трёхмерном времени, все изменения и взаимодействия которого, в том числе и гравитационные, будем рассматривать не как силовые взаимодействия тел, зарядов, частиц, полей, а гравитацию не как проявления геометрии пространства-времени как А.Эйнштейн в общей теории относительности (GR), а рассматривать как проявления и следствия происходящих внутренних энергетических изменений в Космосе.

**5. Космос абсолютно нелокальный**, он занимает всё и ему некуда механически двигаться, следовательно, нет механического движения и у его частей. Космос *принципиально немеханический, неэлектродинамический, негеометродинамический*. Развивая А.Эйнштейна, который при построении специальной теории относительности (SR) отменил механические свойства (неподвижность) эфира Лоренца, противоречащего принципу относительности, сохранив, тем не менее, его физические свойства для ОТО, в новой теории признаётся отсутствие механических свойств у материи, оставляя физические свойства, а именно: “рождение” и “исчезновение” материи, “телепортацию” в пространстве с периодичностью, равной Planck time  $t_p$ . Например, протон потому и кажется “вечным”, что каждый раз за время  $t_p$  образуется заново.

**6. Единственный** всеобщий наблюдаемый **фундаментальный фактор движения Космоса – фактор Хаббла**  $H_0 = 1/t_0$  ( $t_0$  – время существования Вселенной), определяющий движение всех других производных процессов, как образование и движение ощущаемой барионной материи (BM), рождение и развитие сознания и всех других. [13]

Движение Cosmos рассматривается в 6-мерном пространстве-времени в системе размерностей физических величин LT ( $m, s$ ), используемую в излагаемой теории, Hubble parameter  $H_0$  описывает скорость образования BM, или материальный ток в единице объёма в единицу времени и имеет размерность  $m^3 s^{-3}$  ( $m^3 s^{-2} \cdot s^{-1}$ )

Барионное массообразование Cosmos, что и является способом его существования, происходит как объёмный сферический сток материи со всех направлений в трёхмерном пространстве, когда плотность BM  $\rho_{bm}$  в единичном сферическом объёме  $1m^3$  равна производной по объёму от  $H_0^3$  (изменение по

3-м направлениям пространства в сферическом объёме):

$$\rho_{bm} = (H^3)' = \frac{dH^3}{dV} = 3H^2, \quad m^3 s^{-2} \text{ в } 1 m^{-3},$$

Движение материи происходит при разности энергопотенциалов, возникающей в результате стока материи. Energy potential материи определяется потенциальной энергией единицы материи в данной точке  $\Delta\varphi_0 = \varphi_1 - \varphi_2 = E/m = c^2$ , откуда

$$E = m(\varphi_1 - \varphi_2) = m\Delta\varphi_0 = mc^2.$$

где  $t$  – время,  $m = \rho_{bm}V$  – материя,  $V$  – объём,  $\varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi_0$  разность энергетических потенциалов.

При разности энергопотенциалов ВМ, равной  $c^2$  с размерностью  $m^2 s^{-2}$ (ЛТ), суммарная **плотность энергии движения** ВМ and DM Cosmos  $\sum \rho_e$  в единице объёма за время  $t_0 = 1/H_0$ , с учётом последних данных космической миссии “Planck”, составит [13]:

$$\sum \rho_e = 4\rho_{edm} = 16\pi H_0^2 c^2 \quad m^5 s^{-4} \text{ в } 1 m^3$$

где  $\rho_{edm}$  – энергетическая плотность ДМ.

К таким же результатам можно прийти исходя и из других соображений [11, 12, 13]

Энергия космоса в объёме  $1m^3$  в 1s, т.е. мощность Космоса  $\tau$ :

$$\tau = \sum \rho_e t_0 = 16\pi H_0 c^2 = \text{constant} \quad m^5 s^{-4} \text{ в } 1m^3 \text{ в } 1s$$

**7. Мощность движения Космоса  $N$**  в планковской системе единиц  $N = \frac{h}{t_P}$  – абсолютный физический invariant.

Энергия движения Космоса в объёме  $1m^3$  в 1s, т.е. мощность  $\tau$  в ЛТ:

$$\tau = \sum \rho_e t_0 = 16\pi H_0 c^2 = \text{constant} \quad (m^5 s^{-4} \text{ в } 1m^3 \text{ в } 1s) [13].$$

Постоянная Планка  $h$  в ЛТ

$$h = \tau t_P = \frac{32H_0^2}{c} = 16\pi H c^2 \frac{\tau}{8\pi^2 c^5} = \frac{\tau^2}{8\pi^2 c^5} = m_P \frac{\tau}{4\pi c^3},$$

где  $h$  – постоянная Планка,  $t_P$  – время Планка,  $m_P$  – масса Планка,  $H_0$  – постоянная Хаббла,  $\rho_e = 16\pi H_0^2 c^2 = 4H_0^2 c^2 / G$  – энергетическая плотность Космоса,  $t_0$  – время Хаббла,  $c$  – скорость света.

**8. Связь** между всеми **фундаментальными константами** - Планка  $h$ , Хаббла  $H$ , временем расширения Вселенной  $t$ , скоростью света  $c$ , постоянной тонкой структуры  $\alpha$ , Ридберга  $R_\infty$ , гравитационной  $G$ , Больцмана  $k$ ,



температурой микроволнового реликтового излучения (СМВ)  $T_r$  в К и др. [17]:  $hc = 32H^2 = 32/t^2 = \rho_e t_{PC} = \rho_e t_{PC}/H = H\alpha\varepsilon_r c = \alpha\varepsilon_r c/t = R_y/R_\infty = H\alpha c n k T_r = 4\pi G \lambda_{max} \alpha_W k T_r$ , где  $hc$  – скорость действия в LT,  $t_P = 2H/\pi c^3$  – время Планка,  $\varepsilon_r = nkT$  – плотность энергии СМВ,  $\alpha$  – постоянная тонкой структуры,  $R_\infty$  – Rydberg constant,  $R_y$  – Rydberg,  $\lambda_{max}$  – длина волны СМВ в м,  $\nu_{max}$  – частота волны СМВ в  $s^{-1}$ , ( $\lambda_{max} \cdot \nu_{max} = c$ ),  $4\pi G$  – коэфф. перевода из LT в MLT:  $[LT] = 4\pi G \cdot [1\text{kg MLT}]$ ,  $\alpha_W$  – постоянная Вина.

**9. Единственный фундаментальный физический процесс – движение Космоса – материально-энергетический ток,** – это объёмный, периодический, колебательный, сферический сток-исток, *конвергенция-дивергенция (convergence-divergence)*, описываемый в трёхмерном евклидовом пространстве и трёхмерном времени, единственной абсолютной физической субстанции – Cosmos с плотностью энергии движения материи Космоса  $\rho_e = 16\pi H^2 c^2$ . “Тёмная материя” (DM) – это материя Cosmos, находящаяся в процессе convergence-divergence. Все другие процессы и взаимодействия, как-то гравитационные, электромагнитные, сильные и слабые, – производные этого процесса. Движение материи, – материальный ток, – конвергенция-дивергенция материи с периодичностью, equal to Planck time  $t_p$ , что и является способом существования материи, будем описывать как сферический сток и исток *энергии движения материи M* из объёма  $V$ , ограниченного замкнутой поверхностью  $S$  с напряжённостью  $\mathbf{a}$ , по формуле Гаусса, при конвергенции массы-энергии в объёме  $V$  через поверхность сферы  $S$  с радиусом  $R$ : 
$$\iiint_V \text{div} E dV = \iint_S dS = \iiint 4\pi \rho_e \tau dV = \iiint 4\pi \rho_e h/t_p dV = \iiint 4\pi \rho_e \rho_e / H dV =$$
$$= \iiint 4\pi G \rho dV = \iiint 4\pi G M.$$

Этот процесс назовём “*конвергенцией*”, а обратный – “*дивергенцией*” материи Космоса.

**10. Принцип относительности — абсолютный принцип — общий закон природы.**

Движение материи как изменение относительных энергетических характеристик Cosmos из-за процесса конвергенции образует на эквипотенциальных поверхностях относительные разности энергopotенциалов:

$$\Delta\varphi = \varphi_0 - (\varphi_0 - \Delta\varphi) = c^2 - (c^2 - \Delta\varphi) = m\mu/4\pi R = m16\pi H_0 c^2 t_p / 4\pi R h = m\tau t_p / 4\pi R h = m\tau / 4\pi R N = Gm/R = v^2$$

Граничными условиями для уравнений движения являются энергopotенциалы, соответственно, ВМ  $\varphi_{bm} = c^2$ , ДМ  $\varphi_{dm} = 4\pi/3c^2$ . Для ВМ максимально возможная разность энергopotенциалов равна  $\Delta\varphi = c^2$ , что и определяет максимальную скорость в природе, равную скорости света  $c$ .

**11. Инертные свойства физических тел** и, соответственно, движение по инерции и принцип Маха, определяются движением Космоса, происходящим как конвергенция-дивергенция Космоса, а источником инерции и

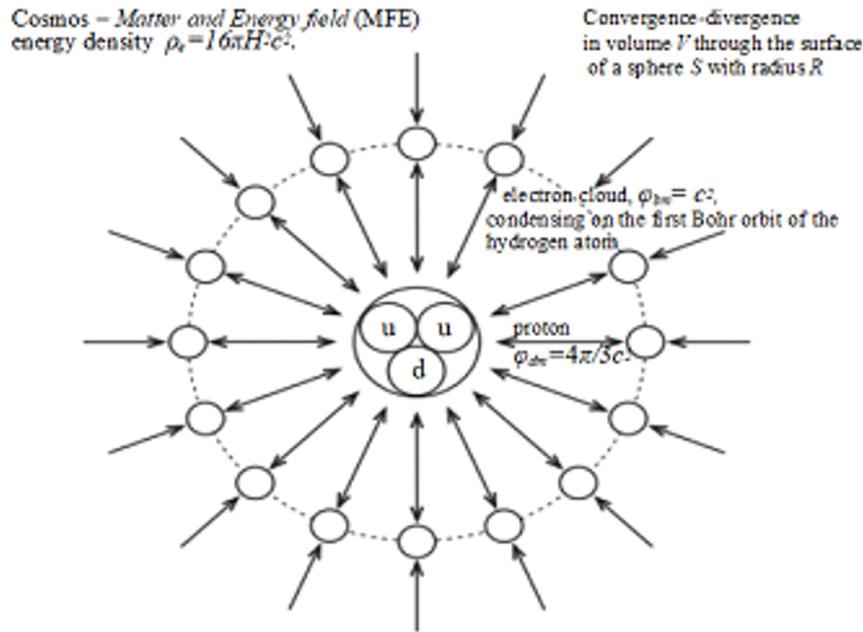


Fig. 1. Convergence-divergence of matter-energy Cosmos CDMC in the hydrogen atom.

движения является *tension-acceleration*  $\mathbf{a}$  материально-энергетического поля Космоса:

$$a = \frac{\Delta\varphi}{R} = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2)}{R},$$

а сила инерции равна  $F_i = ma_i = m\Delta\varphi/R = m(\varphi_1 - \varphi_2)/R$ , где  $R$  – расстояние, радиус.

**12. Причиной существования материальных тел**, что “является также причиной их движения”, является постоянная конвергенция ДМ в виде барионных материальных тел, пропорционально массе, что выражается формулой:  $E_t = \frac{mh}{t_p} = m\tau$ , где  $\tau = \rho_e T = \frac{4H^2 c^2 T}{G} = \frac{4Hc^2}{G} = \frac{4c^2}{TG}$ .

Энергия для “существования”, т.е. конвергенции-дивергенции материального тела за время  $t_p$  пропорциональна массе этого тела и за секунду равна  $E_t = m\mu$ , где  $\mu = 16\pi Hc^2 t_p / h = 16\pi Hc^2 / N$ .

Эта энергия на эквипотенциальной сферической поверхности радиусом  $R$  будет создавать энергетическую напряжённость  $\mathbf{a}_\tau = E_t / 4\pi R^2 = m\mu / 4\pi R^2$ , с другой стороны, согласно современной физике, считается, что материальное тело создаёт вокруг себя гравитационное поле с напряжённостью-ускорением равным  $\mathbf{a}_G = Gm/R^2$ . Эти два поля, описывающие один и тот же процесс стока материи, эквивалентны, и напряжённости, создаваемые ими, равны:  $\mathbf{a}_\tau = \mathbf{a}_G$ ,  $m\mu / 4\pi R^2 = Gm/R^2$ ,  $\mu / 4\pi = G$ , откуда  $\mu = 4\pi G$ ,  $G = 4H_0 c^2 t_p / h = 4H_0 c^2 / N$ .

Постулируя, в развитие А.Эйнштейна, принцип эквивалентности поля тяготения и поля сил инерции и материально-энергетического поля движения материальных тел, подтверждающийся экспериментально, приходим к выводу об одинаковой физической природе движения под действием гравитацион-



ного поля, поля сил энергии и МЭФ равноускоренного движения тел, далее — любого механического движения, и, в конце концов, об *одинаковой физической природе* и *тождественности* любого движения материи как способа существования Космоса.

Следовательно, Космос — это “Двигатель”, и движение его частей, в том числе и движение по гравитации, может происходить на фундаментальном уровне исключительно как конвергенция-дивергенция материи, то есть “превращая” ВМ в ДМ, изменяя таким образом разность энергетических потенциалов Космоса, познание чего создаёт возможность построения принципиально нового немеханического поколения двигателей (реактивное движение — не фундаментальное движение) и открытия нового источника энергии.

Гравитационные волны — это волнообразное изменение энергетических характеристик материально-энергетического поля Космоса.

Для описания движения постулируемого единственного материально-энергетического поля Космоса мной разрабатывается единая система уравнений, состоящая из уравнений по аналогии с уравнениями Максвелла [2], где вместо электро-магнитного тока — материально-энергетический ток материи Cosmos, а вместо электрических зарядов — материальные тела, и по аналогии с уравнениями гравитации Эйнштейна [3], где вместо метрического тензора — энергетический тензор, а вместо космологической постоянной  $\Lambda$  — постоянная Хаббла  $H_0$ .

Координаты-характеристики описываемого материально-энергетического поля (МЭФ) —  $(x, y, z, t_x, t_y, t_z, \Delta\varphi, \mathbf{a})$ .

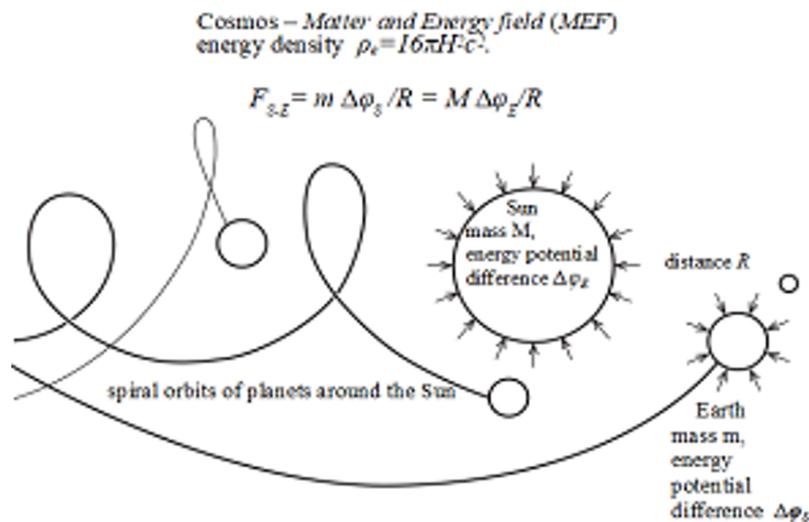


Fig. 2. Gravitational interaction of the Earth and the Sun during the process CDMC.

## АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ АПРИОРНОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ В ПРОСТРАНСТВЕ-ВРЕМЕНИ

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

<sup>1</sup>Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск

<sup>2</sup>Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

wkallies@jinr.ru, eganova @math.nsc.ru

Цель предлагаемого доклада – дать краткий обзор результатов наших многолетних наблюдений реакции геологической системы (минерал/минеральный агрегат) на экспозицию в башенном солнечном телескопе, когда оптическая система телескопа проецирует на нее определенную область суточной параллели Солнца, которая представляет собой проекцию четырехмерного солнечного события<sup>1</sup>, временная координата которого совпадает с моментом наблюдения. Указанное солнечное событие, в соответствии с его временной координатой, мы называем событием “Истинное Солнце”.

Подчеркнем особенность солнечных телескопов: в случае наблюдений Солнца датчики приемной системы находятся в системе отсчета наземного наблюдателя, так как, в отличие от ситуации в звездном телескопе, они не вовлечены в движение, компенсирующее суточное вращение Земли. В этой системе отсчета Солнце движется на небесной сфере по своей суточной параллели  $W$  (см. рис. 1 и 2, где  $O$  обозначает наблюдателя на Земле, нижний индекс  $t$  или  $t + e$  указывает момент наблюдения). Реальность Мира событий означает, что суточная параллель Солнца являет собой проекцию 4-мерной мировой линии Солнца на небесную сферу.

Напомним, что суточное движение Солнца по  $W$  объясняется суточным вращением Земли. Поэтому истинное положение Солнца отличается от его видимого положения (из-за движения Земли по орбите) на весьма малую величину. Она, как известно, в 60 раз меньше солнечного диаметра.

В рассматриваемые моменты времени центр солнечного диска находился в точках  $W$ , которые отмечены символом  $*$ , направление на них указывает единичный вектор  $\nu$ . Вектор  $\mu$  указывает на событие “Истинное Солнце”. На  $W$  буквой  $E$  с нижним индексом обозначен центр проекции солнечного события, временная координата которого фигурирует в нижнем индексе. Эта временная координата определяется следующим образом.

Как известно, временная координата удаленного события определяется с помощью световых сигналов. Так, точку на  $W$ , в которой в момент  $t$  наблюдается центр Солнца (см. рис. 1), мы должны рассматривать как центр

---

<sup>1</sup>Под солнечным событием мы понимаем всю совокупность одновременных событий, происходящих на Солнце.

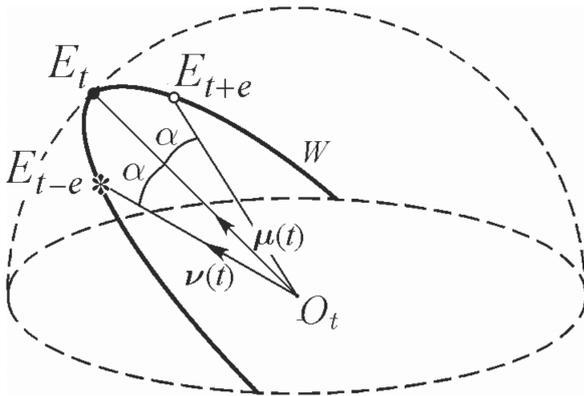


Рис. 1: Небесная сфера наземного наблюдателя  $O$  в момент  $t$

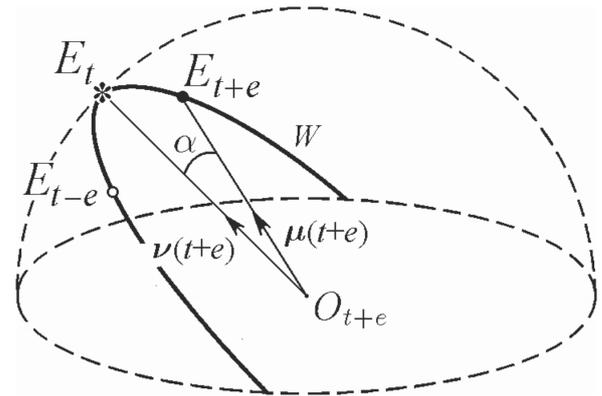


Рис. 2: Небесная сфера наземного наблюдателя  $O$  в момент  $t + e$

проекции солнечного события с координатой  $t - e$ , где  $e = R/c$ .  $R$  – геоцентрическое расстояние Солнца,  $c$  – скорость света в вакууме. Обозначаем эту точку как  $E_{t-R/c}$ , так как свет, который изображает Солнце в момент  $t$ , покинул Солнце в момент  $t - e$ . Согласно временной координате это солнечное событие будем называть событием “Видимое Солнце”. Подчеркнем: с проекцией  $E_{t-R/c}$  в момент  $t$  практически совпадает истинное положение Солнца. Таким же образом мы заключаем, что, поскольку в точке  $E_t$  центр Солнца будет наблюдаться в момент  $t + e$  (см. рис. 2), в момент наблюдения  $t$  точка  $E_t$  есть центр проекции солнечного события с временной координатой  $t$ . Соответственно, как уже упоминалось, это солнечное событие мы называем событием “Истинное Солнце”. Таким образом, солнечный телескоп дает возможность наблюдать реакцию приемной системы на полностью не материальный объект – область проекции 4-мерного события “Истинное Солнце”, находящегося далеко впереди Солнца: угловое расстояние  $\alpha$  между ним и самим Солнцем в четыре раза больше солнечного диаметра.

Для целенаправленного изучения действия области события “Истинное Солнце” на внутреннее состояние геологических систем мы располагали изученной представительной коллекцией минералов и минеральных агрегатов, которые относились к разным, уже известным группам, выделенным в соответствии с величиной их реакции на воздействие внешних необратимых процессов [1, гл. 1]. В наших исследованиях календарная естественная динамика масс образцов специально подобранной геологической коллекции была предварительно прослежена в течение нескольких лет [1, гл. 2]. (Обратим внимание на то, что в этих наблюдениях мы использовали геологические образцы, отличающиеся непроницаемостью и отсутствием пористости.) Наблюдения реакции внутреннего состояния (изменение массы) определенных геологических систем на соответствующую экспозицию в телескопе БСТ-1 Крымской астрофизической обсерватории стартовали в 1991 г.

Для измерения изменения внутреннего состояния геологических образцов (массы) мы использовали аналитические весы (ВЛР-200г, “Госметр”, Ленинград, 1989), которые дали возможность проводить точное взвешивание. Весы располагались вблизи щели спектрогелиографа, на которой располагалась геологическая система при экспозиции в телескопе. На нее во время экспозиции оптической системой телескопа проецировалась область суточной параллели Солнца  $W$  с центром в  $E_t$ . Продолжительность экспозиции составляла 30 мин.

Наблюдения, которые были проведены в октябре 1991 г., в год весьма высокой солнечной активности (среднегодовое число солнечных пятен было порядка 150), дали нам наиболее значительные результаты. Так, масса дашкесанского граната увеличилась на  $(0,00100 \pm 0,00012)$  г после тридцатиминутной экспозиции на щели спектрогелиографа БСТ-1, куда оптическая система телескопа проецировала область, связанную с событием “Истинное Солнце”. На рис. 3 приведена динамика массы данного минерала, когда он был под наблюдением 11 октября 1991 г. Заштрихованные сегменты  $A_+$ ,  $B_+$ ,  $C_+$  и  $C_-$  обозначают экспозиции, при которых на данный минерал проецировалась область суточной параллели Солнца с центром в определенной точке. А именно: в ней центр солнечного диска наблюдался соответственно через 12 мин, 4 мин (сегменты  $A$  и  $B$  – две контрольные экспозиции) и 8,3 мин (сегмент  $C$  – область с центром в  $E_t$ ). С помощью нижних индексов “+” и “-” обозначены две противоположные ориентации минерала на щели спектрогелиографа; стрелки показывают реакцию массы минерала на экспозицию.

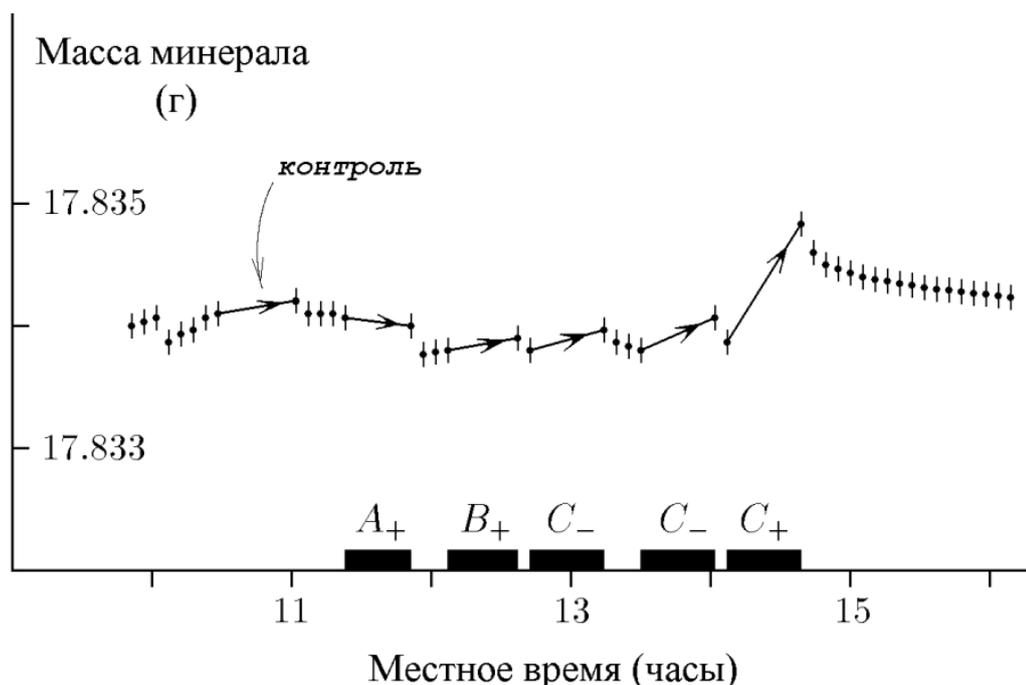


Рис. 3: Динамика массы дашкесанского граната



Как можно видеть, до экспозиции наблюдался некоторый дрейф величины массы минерала. Реакция на контрольную экспозицию (“Контроль” на рис. 3), когда оптическая система телескопа не была задействована, а также на две контрольные экспозиции, когда две другие, “неэффективные”, области суточной параллели Солнца (сегменты А и В) проецировались оптической системой телескопа на минерал, не отличается от фона. Когда же на минерал проецировалась область суточной параллели Солнца с центром в  $E_t$  (сегмент С), его масса увеличилась на 1 мг при определенной ориентации минерала,  $C_+$ , при противоположной ориентации,  $C_-$ , реакция на экспозицию отсутствовала. (Т. е. и здесь имеет место свойственная минералам анизотропия.) Обратим внимание: после экспозиции  $C_+$  дрейф величины массы прекратился; для восстановления прежнего состояния минерала в тот год требовалось несколько часов (!), масса восстанавливалась плавно, без дрейфа (см. рис. 3).

Чтобы продолжить наши наблюдения, мы ожидали такой же солнечной активности, но она не наблюдалась. Следующие наблюдения были проведены нами в 2003, 2008 и 2010 гг. Эти наблюдения, проведенные в годы низкой солнечной активности, подтвердили сам факт реакции геологических образцов на область, связанную с событием “Истинное солнце”. Мы опять наблюдали соответствующие изменения массы геологических образцов, но теперь они быстро исчезали – масса сразу же восстанавливалась. Особенно ярко это происходило в 2003 г., когда среднемесячное число солнечных пятен было меньше 80-и.

На рис. 4 представлена динамика массы  $Q_1$  и  $Q_2$  двух геологических систем в течение 11 часов в 2010 г.: цифры 1 и 2 относятся соответственно к кремнистому аргиллиту и трехслойному образцу (их описание см. в табл. 1). Стрелки показывают реакцию массы этих систем на экспозицию в телескопе. Такая же информация, относящаяся к двум другим геологическим системам, которые не дали заметной реакции на экспозицию, приведена на рис. 5: цифры 1 и 2 относятся к гранату (чистый кристалл), описанному в табл. 1, и отполированной пластине кварцита, соответственно. Здесь стрелки указывают на временной интервал, когда система была на экспозиции в телескопе. Погрешность измерения составляет  $\pm 0,00012$  г, если  $Q < 30$  г, и  $\pm 0,00025$  г, если  $30 \text{ г} < Q < 60$  г.

Данные на рис. 4 и рис. 5 согласуются с результатами наблюдений в 2008 г., которые приведены в табл. 1. Во-первых, гранат (чистый кристалл) и кварцит заметно не реагируют на исследуемое влияние области с центром в  $E_t$ , а во-вторых, кремнистый аргиллит и трехслойный образец с учетом хода наблюдающейся в тот день естественной динамики массы дали заметную реакцию на область с центром в  $E_t$  – их масса изменилась на 1–3 мг. Стоит отметить, что масса составного, трехслойного образца испытала как бы некоторую осцилляцию: сначала она увеличилась на 2 мг (ср. с реакцией граната

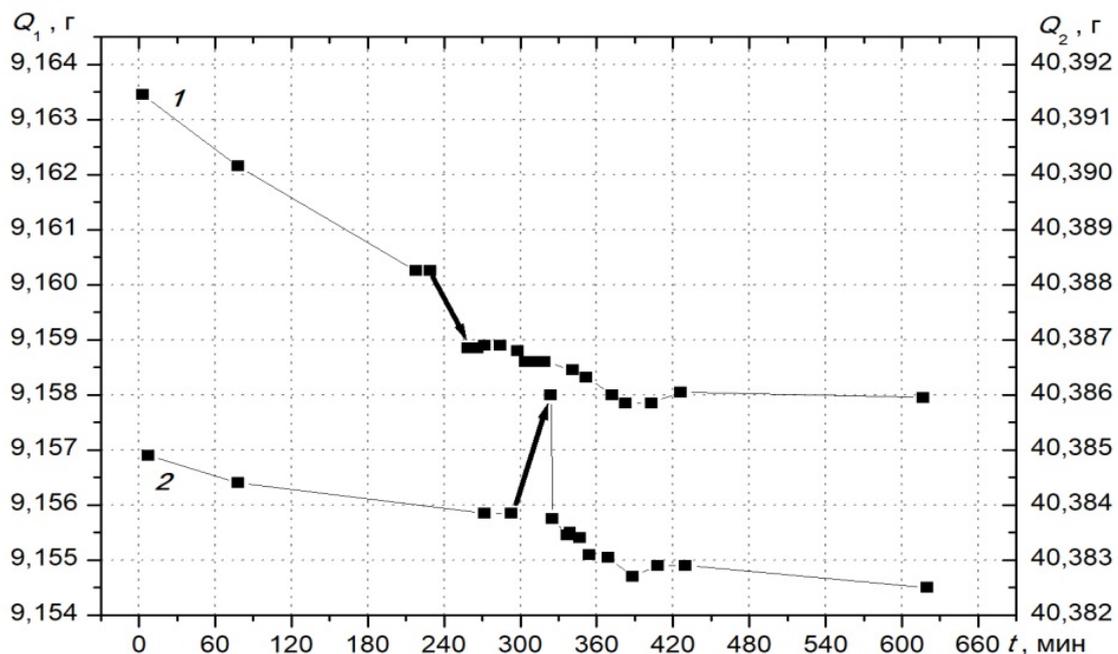


Рис. 4: Динамика массы  $Q_1$  и  $Q_2$  двух образцов (из группы с активной реакцией) в 2010 г., события “Истинное Солнце”; начало отсчета времени в 9:00 (местное летнее время)

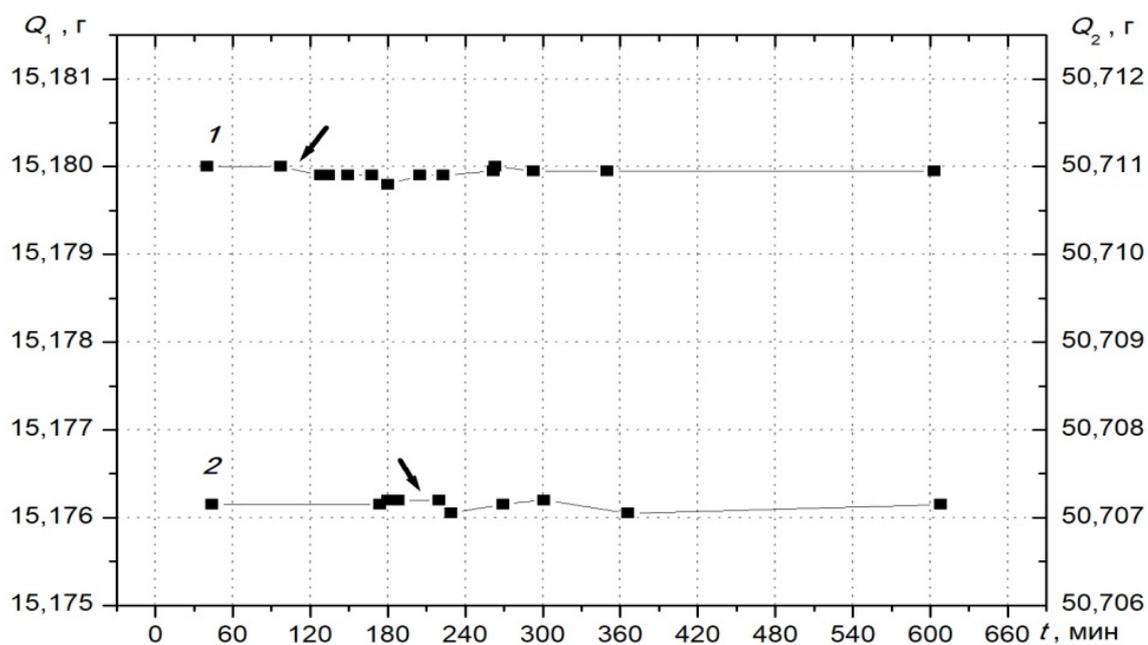


Рис. 5: Динамика массы  $Q_1$  и  $Q_2$  двух образцов (из группы с почти нулевой реакцией) в 2010 г., реакция на проекцию события “Истинное Солнце” отсутствует; начало отсчета времени в 8:00 (местное летнее время)

Таблица 1: Реакция геологических систем на область с центром в  $E_t$  в 2008 г.

| Геологическая система  | Масса, г | Величина изменения массы, мг | Дата           |
|--|----------|------------------------------|----------------|
| Дашкесанский гранат (чистый кристалл)  | 15       | Нет реакции<br>Нет реакции   | 15.IX<br>16.IX |
| Кремнистый аргиллит, слоистый, с прослойками кремнистого алевролита (песчаник с зернами менее 0,01 см), сливной (очень плотный)  | 9        | -1,4 ± 0,12<br>-3,8 ± 0,12   | 15.IX<br>16.IX |
| Образец контактового образования – скарн, в нем три слоя: яснокристаллического кальцита, тонкокристаллического везувиана, в агрегат которого включены обильные крупные кристаллы граната, и между ними слой тонкокристаллического агрегата того же везувиана, граната, кварца и кальцита | 40       | -2,15 ± 0,25<br>-2,35 ± 0,25 | 15.IX<br>16.IX |

на рис. 3 – заметим, этот образец содержит множество кристаллов граната, см. табл. 1).

Итак, наблюдаемое воздействие 4-мерного события “Истинное Солнце” на внутреннее состояние соответствующих геологических систем (о чем свидетельствует изменение массы) может подтверждать представление о реальности априорной взаимосвязи одновременных 4-мерных событий (см., например, концептуальное обсуждение этого физического явления в [2]).

## Литература

- [1] Еганова И.А., Каллис В., Самойлов В.Н., Струминский В.И. Геофизический мониторинг Дубна – Новосибирск: фазовые траектории массы. – Новосибирск: Академическое изд-во “Гео”, 2012. – С. 188.
- [2] Еганова И.А., Каллис В. Экспериментальные исследования по выявлению априорной взаимосвязи 4-мерных событий и ее свойств // Метафизика. 2021, № 4(42). В печати.

# ПРИНЦИП МАХА И УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СПЕКТР ПЕРИОДОВ

В.А. Панчелюга, М.С. Панчелюга

*Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, г. Пущино*  
victor.panchelyuga@gmail.com

## 1 Универсальный спектр периодов

В наших работах [1] было показано существование спектра периодов в флуктуациях скорости альфа-распада и продемонстрирован его универсальный характер: периоды, найденные во временных рядах флуктуаций параметров процессов различной природы всегда совпадали с частью данного спектра [1]. Его универсальность была дополнительно подтверждена в серии специальных исследований флуктуаций температуры мелких млекопитающих и птиц [2-3], хемилюминесценции планарий [4]. Также она проявляется в совпадении спектра [1] со спектрами периодов ряда астрофизических систем: периодами в спектрах астрофизических мазеров [5] и вращательными периодами астероидов [6]. Результаты работ [1-6], в совокупности, позволяют говорить не только об универсальности рассматриваемого спектра периодов, но и сделать предположение о его глобальной, космофизической обусловленности.

Второй особенностью УСП [1-6] является его фрактальный характер. Свойство фрактальности, в приложении к спектру периодов, говорит о том, что набор частот данного спектра составляет единую согласованную (сфазированную) систему т.е., в данном случае, имеет место некоторый единый колебательный процесс. Так, например, спектр собственных колебаний Земли (показано его совпадение с УСП [1-6]), который обладает свойством фрактальности, можно рассматривать как единый колебательный процесс, приводящий к существованию системы стоячих волн, экспериментально подтвержденной в [7]. В силу, отмеченного выше, глобального характера спектра периодов [1-6], его фрактальности мы можем рассматривать данный спектр как следствие некоторого единого глобального колебательного процесса.

Необходимо отметить, что существует большое число работ, также отмечающих существование спектров периодов, обладающих, аналогично УСП [1-6], свойствами универсальности и фрактальности. Большое количество этих работ рассмотрено в [8]. Как показано в [9] диапазон периодов, обладающий отмеченными выше свойствами простирается от частот атомных переходов до периодов соизмеримых с возрастом Вселенной. Встает задача поиска принципов, которые могли бы дать идею, обосновывающую наблюдаемый спектр периодов. В качестве такого принципа в настоящей работе рассматривается принцип Маха.



## 2 Принцип Маха и универсальный спектр периодов.

Принцип всеобщей взаимосвязи - один из основных принципов диалектики - нашёл своё отражение и получил развитие в трудах многих философов разных эпох - античности (Анаксагор – “все во всем”), Возрождения (Николай Кузанский – “Бог во всём и всё в Боге”), начало Нового времени (Лейбниц: “всякое тело более или менее, смотря по расстоянию, действует на всякое другое тело и в свою очередь подвергается воздействию со стороны последнего”) и др. Конкретное физическое наполнение данный принцип получает в работах Э. Маха. Как отмечается в [10]: “Под принципом Маха наиболее часто понимается его определение, данное Эйнштейном [11], - обусловленность сил инерции (масс) тел воздействием на них со стороны всей окружающей материи мира” [10, с.136].

Но, за время, прошедшее с момента создания теории относительности, стало ясно, что не только 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:  $r = e^2/m_e c^2$  может быть записано отношение  $R \sim rN^{1/2}$ , где  $R$  – радиус Вселенной [12].

Исходя из этого была предложена более общая формулировка принципа Маха (ПМ), как “. . . обусловленность локальных свойств материальных образований закономерностями и распределением всей материи мира” [12, с.62]. Таким образом, в приведенной формулировке, ПМ утверждает о связи по принципу “все-со-всем” и неявно предполагает мгновенную соотнесенность между любыми физическими объектами Вселенной. В данной формулировке, принцип Маха предполагает связь, соотнесенность между любыми физическими объектами Вселенной и может рассматриваться как “физическая часть” принципа всеобщей взаимосвязи.

Одним из важных моментов всеобщей взаимосвязи привлекающим в последние годы все большее внимание научного сообщества является ее нелокальный характер. Действительно, мгновенная соотнесенность, реализация ПМ по принципу “все-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. С другой стороны, 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 [13-14] по исследованию элементарных отношений. В этих работах показано, что с концепцией локальности связан единственный тип отношений – двухполярные, полярность  $p$  которых  $p=2$ , т.к. 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 [13-14], минимальная полярность отношений, для которой реализуется взаимосвязь его нелокальных и локальных свойств составляет  $p = 6$ , или в более общем случае  $p = 3n \times 2p$ ,  $n = 1, 2$  [13].

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  $3$ -КС присутствуют также  $4p$ -КС, связанные с волновыми процессами и локальные  $2p$ -КС, которые могут выражаться в наличии некоторого колебательного процесса или статической взаимосвязи. Т.е., 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  $\nu_i = C/L_i$ , где  $\nu_i$  – 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  $\nu_1$ . Следом – на расстоянии  $L_2$  второй объект, которому будет соответствовать своя частота  $\nu_2$ , и т.д. Т.к., 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, 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  $\nu_i$ , который постепенно становится гладким и возрастает по степенному закону при  $\nu_i \rightarrow 0$ .



Именно такой спектр был обнаружен В.А. Дубровским в ходе исследований спектров микросейсм. Эти исследования и лаборатория в которой они проводились кратко описаны [15].

Очевидно, что динамика любых природных систем, как правило, имеет периодический, колебательный характер. Т.е., они могут рассматриваться как автоколебательные системы. Выполнимость принципа Маха означает, что все такие автоколебательные системы от микро до мега мира являются связанными между собой. “Автоколебательный” характер динамики и наличие связи между такими автоколебательными системами являются условиями для возникновения синхронизации – вхождения таких систем в синхронный кооперативный режим колебаний [16].

Синхронизация астрономической системы между телами которой существуют слабые диссипативные силы рассмотрена в ряде работ А.М. Молчанова [15, 17]. Им было сформулировано представление о Солнечной системе как о совокупности слабо связанных, длительное время эволюционировавших осцилляторов, которые в процессе своей эволюции выходят на некоторый кооперативный режим движения, когда между стабильными частотами устанавливаются целочисленные соотношения. Все колебания в такой системе оказываются синхронизованными. Такой выход на кооперативный, синхронный режим часто называют “принцип максимальной резонансности”, который утверждает, что любая динамически зрелая система всегда выходит на синхронный режим колебаний.

Следуя принципу максимальной резонансности и исходя из выполнимости принципа Маха мы можем предположить, что любые тела во Вселенной должны находиться в некотором кооперативном колебательном режиме. Наличие такого колебательного режима имеет своим немедленным следствием возникновение единого универсального спектра пространственно-временных структур, который 1) должен проявлять себя на различных масштабах от микро до мега мира; 2) должен быть универсальным, т.е., проявлять себя для систем различной качественной природы (физических, химико-биологических, астрономических и т.д.); 3) должен демонстрировать свойство самоподобия или фрактальности, что является следствием единого, кооперативного режима колебаний.

Как отмечено выше, в ряде работ были обнаружены спектры, которые по имеющимся признакам, в первую очередь – универсальности и фрактальности, могут рассматриваться, как отдельные “фрагменты” такого универсального спектра, являющегося необходимым следствием существования принципа Маха.

## Литература

- [1] Панчелюга В.А., Панчелюга М.С. Локальный фрактальный анализ шумоподобных временных рядов методом всех сочетаний в диапазоне периодов 1-115 мин // Биофизика. 2015. том. 60. вып. 2. с. 395-410.
- [2] М.Е.Диатроптов, В.А.Панчелюга, М.С.Панчелюга 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.
- [3] Диатроптов М.Е., Панчелюга В.А., Панчелюга М.С., Суров А.В. Около-часовые ритмы температуры тела у млекопитающих и птиц с разным уровнем обмена веществ // Доклады российской академии наук. Науки о жизни. 2020. том 494. №1. с.472–476.
- [4] V.A. Panchelyuga, Kh.P. Tiras, K.N. Novikov, M.S. Panchelyuga, S.E. Nefedova, O.Yu. Seraya On universal nature of periods spectrum in time series of planaria chemiluminescence // CEUR Workshop Proceedings, Vol.2763, pp. 61-63.  
[https://doi.org/10.30987/conferencearticle\\_5fce2772a65345.94638332](https://doi.org/10.30987/conferencearticle_5fce2772a65345.94638332)
- [5] S. Siparov, V. Samodurov, G. Laptev Origin of observed periodic components in astrophysical maser's spectra // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2017. 467. pp. 2813-2819.
- [6] В.А. Панчелюга, М.С. Панчелюга 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.: Павлов Д.Г., Панчелюга В.А. — Москва: 11-й формат. 2019 - с.27-29.
- [7] Селюков Е.И., Стигнеева Л.Т. Краткие очерки практической микрогеодинамики. СПб.: Питер. 2010. — 176 с.
- [8] 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.
- [9] Коломбет В.А., Лесных В.Н., Панчелюга В.А. Универсальный спектр утраивающихся периодов // Метафизика, 2021, №4
- [10] Владимиров Ю.С. Реляционная картина мира. Кн.1: Реляционная концепция геометрии и классической физики. М.: ЛЕНАНД, 2021 – 224 с.
- [11] Эйнштейн А. Принципиальное содержание общей теории относительности // Собр. научных трудов. Т.1. М.: Наука, 1965, с.613-615.
- [12] Владимиров Ю.С., Терещенко Д.А. Развитие представлений о принципе Маха // Метафизика, 2019, №1(31), с.62-74.



- [13] Панчелюга В.А. Основы теории элементарных отношений. // Гиперкомплексные числа в геометрии и физике, 2009, 2(12), том. 6 – с. 176-195.
- [14] Панчелюга В.А. Элементарные отношения и базовые философские и физико-математические категории // Метафизика, 2020, №2(36), с.82-106.
- [15] Панчелюга В.А., Боборыкина О., Принцип Маха и спектр микросейсм // Метафизика, 2021, №4
- [16] Пиковский А., Розенблюм М., Куртс Ю. Синхронизация: Фундаментальное нелинейное явление. М.: Техносфера, 2003 - 496 с.
- [17] Molchanov A.M. The resonant structure of the Solar system. The law of planetary distances // Icarus. 1968. Vol.8. N1/3. pp.203–215. DOI: 10.1016/0019-1035(68)90074-2.

## СЕКЦИЯ II.

Состояние и проблемы  
геометрической парадигмы



# ГРАВИТАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕОРЕТИКО-ПОЛЕВОЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМ

М.Л. Фильченков, Ю.П. Лаптев

*Институт гравитации космологии РУДН*

Как известно, существует четыре физических взаимодействия между элементарными частицами: гравитационное, электромагнитное, сильное и слабое. Первые два имеют бесконечный радиус действия, а два последних являются короткодействующими. Константы взаимодействия, вообще говоря, зависят от энергии. С ростом энергии константа сильного взаимодействия убывает, а константы электромагнитного и слабого растут. При энергии Великого объединения (порядка  $10^{15}$  ГэВ) константы сильного, электромагнитного и слабого взаимодействий сливаются и становятся равными  $\frac{1}{40}$ , а при приближении к планковской энергии константы стремятся к единице. Взаимодействия между частицами при заданной энергии зависят от расстояния между ними и, вообще говоря, от момента времени [1 – 8].

Элементарные частицы состоят из частиц материи – фермионов и бозонов, переносящих взаимодействия между ними. В зависимости от массы фермионы делятся на три поколения кварков (с дробными зарядами) и лептонов (электрон, мюон, нейтрино,  $\tau$  – лептон). Переносчиком гравитационного взаимодействия является частица со спином 2 – гравитон. Переносчиками остальных взаимодействий являются безмассовые векторные частицы со спином 1: фотон – электромагнитного, глюон – сильного и массивные  $Z$ ,  $W^\pm$  – слабого, масса которых обусловлена взаимодействием со скалярным полем, квантом которого является массивная частица со спином 0 – бозон Хиггса. При энергии Великого объединения кварки объединяются с лептонами в лептокварки. В рамках суперсимметрии возможны переходы между бозонами и фермионами с образованием суперпартнёров калибровочных бозонов (фотино, глюино, вино, зино) со спином  $\frac{1}{2}$ , суперпартнёра гравитона со спином  $\frac{3}{2}$  (гравитино) и суперпартнёров фермионов с спином 0 (скварки, слептоны).

Таким образом, в фундаментальной физике используются три физические категории: пространство-время, частицы и поля. Эти категории лежат в основе трёх дуалистических парадигм: теоретико-полевого, объединяющей частицы и поля; геометрической, объединяющей пространство-время и поля; и реляционной, объединяющей частицы и пространство-время.

В рамках теоретико-полевого парадигмы в пространстве Минковского строится квантовая теория поля, основанная на квантовании классических калибровочных полей, квантами которых являются векторные частицы,

и полей материи, квантами которых являются фермионы. В геометрической парадигме вместо гравитационного поля рассматривается искривлённое пространство-время, описываемое с помощью пространства Римана. Реляционная парадигма вместо частиц и пространства-времени использует системы отношений. Проанализируем гравитационное взаимодействие в рамках двух первых дуалистических парадигм.

В рамках теоретико-полевой парадигмы рассматривается квантование слабого гравитационного поля, которое описывается симметричным тензором второго ранга. Для статических полей с центральной симметрией выбор лагранжиана с нелинейной зависимостью от гравитационного потенциала позволяет получить закон движения и траекторию частицы в статическом гравитационном поле в пространстве Минковского, совпадающие с формулами, следующими из ОТО. Теория Великого объединения, суперсимметричные модели и теория суперструн также относятся к теоретико-полевой парадигме.

В геометрической парадигме для описания гравитационного взаимодействия используется риманово пространство общей теории относительности. Для статического гравитационного поля временная метрика геометрической парадигмы связана с гравитационным потенциалом теоретико-полевой парадигмы.

Существующие подходы квантования гравитации (квантовая механика в гравитационном поле, квантование слабого гравитационного поля, квантовая теория поля в искривленном пространстве-времени, квантовая геометродинамика и петлевая квантовая гравитация, теория суперструн) относятся как к теоретико-полевой парадигме, так и к геометрической.

В заключение, следует отметить, что теоретико-полевая парадигма позволяет рассматривать все взаимодействия, включая гравитационное, единым образом, например в рамках М – теории. В теоретико-полевой парадигме не возникают проблемы, как, например в ОТО, связанные с отсутствием законов сохранения для свободного гравитационного поля, на что указывал ещё Гильберт. Всё это позволяет считать, что для гравитационного взаимодействия теоретико-полевая интерпретация справедлива не в меньшей степени, чем геометрическая, аналогично тому как в квантовой теории сосуществуют копенгагенская, статистическая и многомировая интерпретации.

## **Литература**

- [1] Р. Пенроуз. Путь к реальности или законы, управляющие Вселенной. – М.: Регулярная и хаотическая динамика, 2007. – 912 с.
- [2] Р. Пенроуз. Новый ум короля. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 384 с.
- [3] Ю.С. Владимиров. Метафизика и фундаментальная физика. Кн. 2: Три дуалистические парадигмы XX века. – М.: Ленанд, 2017. – 248 с.



- [4] М.Л. Фильченков, Ю.П. Лаптев. Многогранность квантовой теории. Метафизика, 2015, № 2 (16), с. 91 – 98.
- [5] М.Л. Фильченков, Ю.П. Лаптев. Об интерпретациях общей теории относительности. Метафизика, 2017, № 4 (26), с. 126 – 130.
- [6] М.Л. Фильченков, Ю.П. Лаптев. О проблеме квантования в теории гравитации. Метафизика, 2019, № 2 (32), с. 108 – 112.
- [7] М.Л. Фильченков, С.В. Копылов, В.С. Евдокимов. Гравитация, астрофизика, космология: Дополнительные главы курса общей физики. – М.: Ленанд, 2020. – 104 с.
- [8] М.Л. Фильченков, Ю.П. Лаптев. Квантовая гравитация: От микромира к мегамиру, М.: URSS, 2021. – 304 с.

## СИЛЬНО НАРУШЕННАЯ МАСШТАБНАЯ ИНВАРИАНТНОСТЬ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ (КВАНТОВО-МЕХАНИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)

**Б.Н. Фролов**

*Институт физики, технологии и информационных систем МПГУ*  
frolovbn@mail.ru

В данном докладе продолжается, начатое на предыдущих конференциях по основаниям фундаментальной физики и математики и опубликованное в работах [1-3], обсуждение явлений, связанных с высказанной гипотезой о том, что Вселенная в своей эволюции обладает в той или иной степени нарушенной масштабной инвариантностью.

Основанием для формулировки данной гипотезы является предложенная Е. Харрисоном и Я.Б. Зельдовичем [4, 5] идея о приближенной масштабной инвариантности ранней Вселенной для расчета начальной части спектра первичных флуктуаций плотности материи (плато Харрисона-Зельдовича). См. [6], где приведен результат расчета теоретического спектра анизотропии реликтового излучения в соответствии с предсказанием стандартной модели и виден выход на плато Харрисона-Зельдовича.

Предположение Е. Харрисона и Я.Б. Зельдовича было частично подтверждено наблюдениями WAMP температурной неоднородности реликтового излучения. Также можно утверждать, что гипотеза Харрисона-Зельдовича соответствует последним данным лаборатории PLANCK [7] по измерению спектрального индекса скалярных возмущений, равного  $n_s = 0.9663 \pm 0.0041$ . Для спектра Харрисона-Зельдовича спектральный индекс в точности равен единице,  $n_s = 1$ , что означает почти полное совпадение реального спектра возмущений со спектром Харрисона-Зельдовича.

Автором в работах [1-3] высказана гипотеза, что в более раннюю эпоху, более близкому к Большому взрыву масштабная инвариантность Вселенной была выражена более резко, а сам Большой взрыв был следствием спонтанного нарушения точной масштабной инвариантности, связанным с топологическим переходом от нехаусдорфова пространства-времени к хаусдорфому, в котором возникает понятие расстояния между точками. Поэтому был сделан вывод, что группой инвариантности пространства-времени в эпоху сверххранной Вселенной является не группа Пуанкаре, а группа Пуанкаре-Вейля, в которой преобразования группы Пуанкаре дополнены преобразованиями подгруппы Вейля – растяжениями и сжатиями (дилатациями) пространства-времени [8,9].

Соответственно, в [3] автором высказано предположение, что наоборот, по мере удаления от Большого взрыва пространство-время приобретает свой-



ства все более и более нарушенной масштабной инвариантности, и к настоящему времени масштабная инвариантность оказывается чрезвычайно сильно нарушенной. Но фундаментальной группой пространства-времени по-прежнему остается группа Пуанкаре-Вейля, и это состояние пространства-времени с математической (и физической) точки зрения оказывается существенно отличным от принятого со времени открытием Минковским представления о пространстве-времени как псевдоевклидова пространства с группой Пуанкаре в качестве фундаментальной группы.

Как указано в [3], свойства пространства со спонтанно нарушенной пуанкаре-вейль симметрией отличаются от свойств пространства с чисто пуанкаре симметрией. Здесь прослеживается явная аналогия с хромодинамикой, представляющей собой теорию со спонтанно нарушенной унитарной симметрией. При этом математическая структура теории, отражающая свойства сильных взаимодействий, основана на понятиях и аппарате точной унитарной симметрии, а наблюдаемые явления проявляют себя в зависимости от меры нарушения этой точной симметрии.

Также в [3] автором высказано предположение, что сильно нарушенная масштабная инвариантность пространства-времени находится в определенных отношениях с проблемами квантовой механики. Как известно, динамика классических частиц подчиняется уравнению Гамильтона-Якоби, которое если ограничиться нерелятивистским одномерным движением имеет вид [10]

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{1}{2m} \left( \frac{\partial S}{\partial x} \right)^2 + U(x, t) = 0. \quad (1)$$

Здесь  $S$  – действие,  $(\partial S / \partial x)$  – импульс частицы, а функция  $U(x, t)$  описывает взаимодействие частицы с другими объектами в пространстве. Это уравнение в классической механике описывает точное положение частицы со временем на траектории движения. Причина этого заключена в справедливости второго закона Ньютона, который связывает производную от импульса (вторую производную от действия) через понятие силы с энергией взаимодействия.

Точное положение частицы на траектории несовместимо со свойством спонтанно нарушенной масштабной инвариантностью пространства, в случае которой частица должна иметь возможность, хотя и в крайне редких случаях, мгновенно попасть в любую точку пространства. В противном случае ни о какой масштабной инвариантности в любом виде не может быть и речи.

Мы приходим к очень важному выводу о том, что распределение частиц в пространстве в случае нарушенной масштабной инвариантности должно описываться вероятностным образом. Обнаружение частицы вблизи своей классической траектории должно происходить с большой вероятностью. А вероятность обнаружения частицы далеко от своей классической траектории должна быть крайне мала (но тем не менее отлична от нуля!).

Процедура введения на множестве классических траекторий вероятностной меры описана в [10], которую мы здесь кратко воспроизведем с небольшим дополнением. Действие представляется в виде

$$\psi(x, t) = \exp \left\{ \frac{i}{\hbar} S \right\}, \quad (2)$$

где  $\hbar$  – постоянная Планка. В результате дифференцирования имеем

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} = \frac{i}{\hbar} \frac{\partial S}{\partial t} \psi, \quad \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} = \left[ -\frac{1}{\hbar^2} \left( \frac{\partial S}{\partial x} \right)^2 + \frac{i}{\hbar} \frac{\partial^2 S}{\partial x^2} \right] \psi. \quad (3)$$

Второе слагаемое во второй формуле в (3) очень мало по сравнению с первым слагаемым. К тому же оно содержит вторую производную от действия, которая, как указано ранее, ответственна за учет второго закона Ньютона в уравнении Гамильтона-Якоби (1). Поэтому, как предложено в [10], это слагаемое исключаем из уравнения (3), из которого затем находим производные от действия  $S$  и подставляем их в (1). В результате получаем уравнение

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + U(x, t)\psi, \quad (4)$$

представляющее собой уравнение Шредингера для одномерного случая. Если ввести оператор импульса как  $\hat{p} = -i\hbar (\partial/\partial x)$ , то правая часть уравнения (4) будет равна  $[(\hat{p}^2/2m) + U]$ , то есть оператору энергии (гамильтониану) [10].

Тем самым выясняется, что квантово-механическое описание реальности (уравнение Шредингера) действительно реализует нарушенную масштабную инвариантность пространства-времени, причем мера этого нарушения определяется величиной постоянной Планка. Классическая траектория размывается в соответствии с принципом неопределенности, регулируемым величиной постоянной Планка, при этом вероятность обнаружить частицу вблизи классической траектории гораздо выше, чем на большом расстоянии от траектории.

Фактически приведенные выше соображения представляют собой еще одну интерпретацию волновой функции как механизма, обеспечивающего вероятностную меру для реализации сильно нарушенной масштабной инвариантности пространства-времени.

Но здесь возникает новое обстоятельство. В соответствии с принятой гипотезой нарушение масштабной инвариантности пространства-времени изменялось за время эволюции Вселенной, что влечет за собой необходимость изменения со временем постоянной Планка. Крайне заманчиво связать это изменение с изменением со временем эффективной космологической постоянной, которая, как известно, интерпретируется как энергия вакуума, определяемая квантовыми флуктуациями.



Действительно, в сверхранней Вселенной вблизи Большого взрыва величина эффективной космологической постоянной (энергия вакуума), а следовательно, и величина квантовых флуктуаций была огромна. Это соответствует огромной величине постоянной Планка, распространяющей квантовые законы на всю Вселенную независимо от расстояния. В это время классическая физика никак себя не проявляет ни в какой области пространства, а масштабная инвариантность реализуется как почти точная симметрия.

Через крайне малое время (причем это время регулируется свободными параметрами теории) огромная величина эффективной космологической постоянной (энергии вакуума) резко экспоненциально спадет и затем все время эволюции Вселенной медленно уменьшаясь приближается к своему современному значению [11,12]. Аналогично постоянная Планка за крайне малое время должна резко спадать от своего огромного значения в сверхранней Вселенной до значения, сравнимого с современным, и затем медленно уменьшаясь приближаться к своему современному значению.

Изложенные теоретические соображения в принципе проверяемы, если в ранней Вселенной найдется явление, которой может быть объяснено более адекватным образом, если при вычислениях принять постоянную Планка равной несколько большей величине, чем ее современное значение. Если же такого явления не обнаружится, то подбором свободных параметров теории можно сделать описанное изменение со временем постоянной Планка практически никак не обнаруживаемым.

Установление конкретной причинной связи изменения со временем величины эффективной космологической постоянной и возможного изменения со временем постоянной Планка представляет собой предмет дальнейшего исследования.

## Литература

- [1] Фролов Б.Н. // Метафизика. 2017. № 4 (26). С. 75-79.
- [2] Фролов Б.Н. // Метафизика. 2019. № 2 (32). С. 120-127.
- [3] Фролов Б.Н. Точная масштабная инвариантность в эпоху начала Большого взрыва как проблема фундаментальной физики // Метафизика. 2019. № 3 (37). С. 94-100.
- [4] Harrison E.R. // Phys. Rev. D. 1970. V. 1. P. 2726.
- [5] Зельдович Я.Б. Гипотеза, единым образом объясняющая структуру и энтропию Вселенной // Избранные труды. Частицы, ядра, Вселенная / Ч. 2. М.: Наука, 1985. 464 с. (Статья 36, с. 176-179).
- [6] Сажин М.В. // УФН. 2004. Т. 174. № 2. С. 197-205.
- [7] Aghanim N. et al. [Planck Collaboration], Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters [Электронный ресурс] // ArXiv:1807.06209 [astro-

ph.CO].

- [8] Babourova O.V., Frolov B.N., Zhukovsky V.Ch. Gauge field theory for the Poincaré-Weyl group // Phys. Rev. D. 2006. V. 74. P. 064012-1-12 (gr-qc/0508088, 2005).
- [9] Babourova O.V., Frolov B.N., Zhukovsky V.Ch. Theory of Gravitation on the Basis of the Poincaré-Weyl Gauge Group // Gravit. Cosmol. (Гравитация и космология). 2009. V.15, No.1. P.13-15.
- [10] Казаков К.А. // Введение в теоретическую и квантовую механику. МГУ, физический факультет, 2008. <http://vega.phys.msu.ru>teormech>classquant>
- [11] Babourova O.V., Frolov B.N. Harrison-Zel'dovich scale invariance and the exponential decrease of the "cosmological constant" in the super-early Universe [Электронный ресурс] // ArXiv: 2001.05968 [gr-qc]. 2020.
- [12] Babourova O.V., Frolov B.N. On the exponential decrease of the "cosmological constant" in the super-early Universe // J. Phys: Conf. Series. 2020. V. 1557. P. 012011.



## ПОЧЕМУ ЛУИ ДЕ БРОЙЛЬ ПРЕДПОЧЁЛ ПЯТИМЕРИЕ?

Б.Г. Алиев

Германия, г. Хемниц

В одной из своих ранних работ по пятимерию [1] знаменитый физик Луи де Бройль, проанализировав различные подходы к обобщению ОТО на другие поля, точнее говоря на электромагнитное, сделал убедительный вывод о том, что пятимерный подход, развитый в работе Т. Калуцы [2], глубже и намного предпочтительнее, чем подход Г. Вейля [3]. В частности, он сумел показать, что при переходе к квантовой теории в пятимерном подходе возникает такое обобщение понятия массы покоя заряженной пробной частицы, которое здесь заменяется на некий инвариант  $I$  следующего вида:

$$I = \sqrt{m_0^2 + \frac{e^2}{16 \cdot \pi \cdot k_0}}. \quad (1)$$

Здесь  $m_0$ ,  $e$  и  $k_0$  обозначают затравочную массу покоя заряженной пробной частицы (в данном случае электрона), заряд электрона и ньютоновскую гравитационную постоянную.

Он также сделал интересный и можно сказать глубоко провидческий вывод, что разгадка причины такого обобщения может привести в будущем к открытию новых и весьма глубоких тайн нашей Вселенной.

В работах [4-8] нам удалось совсем другим путём, исследуя пятимерное уравнение геодезической, показать, что при анализе  $(4 + 1)$ -редуцированных с помощью монадного и  $(4 + 1 + 1)$ -редуцированных с помощью диадного методов этих уравнений пятимерных геодезических с наложенными на них естественными условиями цилиндричности относительно пятой координаты получается следующий результат:

$$\frac{D^+ \bar{p}^\alpha}{ds} = \frac{Q_0}{\hat{m}_0 \cdot c^2} \cdot \bar{p}^\beta \cdot F_{\beta}^\alpha + \partial^{\alpha+} \hat{m}_0. \quad (2)$$

Таким образом, у нас возникает обобщение вышеупомянутого результата Луи де Бройля ( $I \rightarrow \hat{m}_0$ ) с физически более чем обоснованным его объяснением и, кроме того, чего нет у Луи де Бройля, с самосогласованным в итоге результатом как для случая рассмотренного нами вышеприведённого уравнения геодезической (2), так и для волнового уравнения квантовой теории:

$$g^{\alpha\beta} \cdot \bar{\nabla}_\alpha^+ \bar{\nabla}_\beta^+ \Psi + \Phi^\alpha \cdot \bar{\nabla}_\alpha^+ \Psi + \frac{\hat{m}_0^2 \cdot c^2}{\hbar^2} \cdot \Psi = 0; \quad (3)$$

Эта пятимерная обобщённая “релятивистская” масса покоя весьма напоминает нам по своей структуре лоренцевскую релятивистскую массу  $m$  в СТО и имеет вид [4-8]:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \bar{v}^2}} \Rightarrow \hat{m}_0 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \hat{u}^2}} = \sqrt{m_0^2 + \frac{n^2 \cdot e^2}{4 \cdot k_0 \cdot \phi^2}} \quad (4)$$

Здесь под  $\hat{u} = d\lambda/ds$  понимается “скорость” заряженной пробной частицы вдоль пятой координаты, а  $\phi \equiv \sqrt{-G_{55}}$ . Легко видеть, что инвариант  $I$  в формуле Луи де Бройля (1) является частным случаем нашей обобщённой пятимерной “релятивистской” массы покоя  $\hat{m}_0$  в формуле (4) при  $n=1$  и  $\phi = 2 \cdot \sqrt{\pi}$  [4-8].

Необходимость введения такой обобщённой массы покоя  $\hat{m}_0$  подтверждается ещё и тем важным фактором, что только лишь в этом случае становится возможным дальнейшее  $(3 + 1 + 1)$ -расщепление с помощью диадного метода уравнения геодезической (2), которое тогда представимо в стандартном виде как следующая система [4]:

$$\frac{D^+ \hat{m}}{d\tau} = \hat{p}^i \cdot (\bar{F}_i - \bar{v}^k \cdot \bar{D}_{ik}) - \frac{Q_0}{c^2} \cdot \bar{v}^i \cdot \bar{E}_i + \frac{Q_0 \cdot \sqrt{1 - \bar{v}^2}}{2 \cdot \sqrt{k_0} \cdot \phi} \cdot \partial_\tau^+ \hat{m}_0, \quad (5)$$

$$\frac{D^+ \hat{p}^i}{d\tau} = \frac{Q_0}{c^2} \cdot (\bar{E}^i - \bar{v}^k \cdot H_{\cdot k}^i) - \hat{m} \cdot \bar{F}^i + 2 \cdot \hat{p}^k \cdot \bar{D}_k^i + \frac{Q_0 \cdot \sqrt{1 - \bar{v}^2}}{2 \cdot \sqrt{k_0} \cdot \phi} \cdot \partial^{+i} \hat{m}_0. \quad (6)$$

Здесь обобщённая четырёхмерная релятивистская масса  $\hat{m} = \hat{m}_0 / \sqrt{1 - \bar{v}^2}$ , далее 3-скорость  $\bar{v}^i = d\bar{x}^i/d\tau$ , а скорость вдоль пятой координаты  $\hat{v} = d\lambda/d\tau$ . Обобщённый релятивистский 3-импульс  $\hat{p} = \hat{m} \cdot \bar{v}^i$ , 5-импульс  $\hat{p} = \hat{m} \cdot \hat{v} = \hat{m}_0 \cdot \hat{u}$ , а  $d\tau = c \cdot dt$ . В ином же случае эти уравнения системы (5) и (6) у нас сплетаются так, что распутать их тут становится никак практически невозможно.

При этом, как легко видеть, становится также очевидной связь пятимерия со скалярно-тензорными теориями. Действительно, как и в этих теориях, масса заряженной пробной частицы становится функцией скалярного поля  $\phi$  да ещё к тому же становится ясно, что нам не требуется мифический скалярный заряд, который так и не найден до сих пор, так как его роль успешно играет “по совместительству” электрический заряд. В этом факте, как нам думается, проявляется некий присущий мудрой Природе “Принцип Экономии”. Кроме того, из системы уравнений (5) и (6) следует, что, как и в вышеупомянутых нами скалярно-тензорных теориях [9], скалярная 4-сила обращается в нуль для безмассовых частиц, благодаря фактору  $\sqrt{1 - \bar{v}^2}$ .

Кроме того, здесь уместно введение массового угла  $\chi_n$ , что позволяет нам



записать формулу (4) в компактном виде как функцию этого угла:

$$\hat{m}_0 = m_0 \cdot ch\chi_n, \text{ где } sh\chi_n = \frac{n \cdot e}{2 \cdot \sqrt{k_0} \cdot m_0 \cdot \phi} = \frac{n \cdot \hat{m}_{Pl}}{m_0 \cdot \phi}. \quad (7)$$

Мы тут для краткости ввели понятие пятимерной “планковской массы”:  $\hat{m}_{Pl} \equiv e/(2 \cdot \sqrt{k_0})$ .

Формула (4) для обобщённой пятимерной “релятивистской” массы  $\hat{m}_0$  даёт также возможность представить её как модуль комплексной массы [8]:  $\hat{m}_0 = \sqrt{\hat{m}_{0z} \cdot \hat{m}_{0z}}$ . Здесь комплексная масса  $\hat{m}_{0z} = m_0 + i \cdot \frac{n \cdot \hat{m}_{Pl}}{\phi} = \hat{m}_0 \cdot e^{i \cdot \psi_n}$ , где  $tg\psi_n = sh\chi_n$ , а сопряжённая ей величина  $\hat{m}_{0z} = m_0 - i \cdot n \cdot e/(2 \cdot \sqrt{k_0} \cdot \phi)$ . А уж это позволяет нам тут выдвинуть предположение о возможной связи введенной нами выше пятимерной “релятивистской” массы покоя  $\hat{m}_0$  с квантовыми свойствами материи. Записав это комплексное число в общем виде в алгебраической форме, мы тогда получаем, что  $\hat{m}_{0z} = (\hat{m}_{0x}; \hat{m}_{0y})$ , откуда для фотона следует, что он является в этом смысле комплексной ноль-частицей:  $\hat{m}_{0z} = (0; 0)$ . Для нейтрино же мы получим частицу с вещественной массой:  $\hat{m}_{0z} = (\hat{m}_{0\nu}; 0)$ , а для гипотетического тахиона масса будет чисто мнимой:  $\hat{m}_{0z} = (0; \hat{m}_{0\tau})$ . Кроме того, напрашивается мысль о том, что само существование тахионов может быть связано с пятимерием нашего Мира.

Далее мы получаем, что проекция нашего пятимерного уравнения геодезической на пространственно-временную гиперповерхность  $V_4$  даёт нам, как и упоминалось выше, обычную четырёхмерную геодезическую, правда с обобщённым 4-импульсом  $\bar{p}^\alpha = \hat{m}_0 \cdot \bar{u}^\alpha$ , но зато со стандартной 4-силой Лоренца:  $f_L^\alpha = \frac{Q_0}{c^2} \cdot \bar{u}^\beta \cdot F_{\beta}^\alpha$  и, кроме того, что вызвано появлением обобщённой “релятивистской” массы покоя, ещё одной, уже скалярной гравитационной 4-силой нового типа, которую мы предлагаем назвать силой Дикке [8]:  $f_D^\alpha = -\frac{Q_0^2 \cdot P^{\alpha\beta} \cdot \Phi_\beta}{4 \cdot k_0 \cdot \hat{m}_0 \cdot \phi^2}$ . Она отрицательна и может давать свой вклад в известное расширение Вселенной. В результате уравнение (2) примет следующий вид:

$$\hat{m}_0 \cdot \frac{D^+ \bar{u}^\alpha}{ds} = f_L^\alpha + f_{BD}^\alpha. \quad (8)$$

Затем мы получаем, что проекция нашего пятимерного уравнения геодезической на пространственно-временную гиперповерхность  $V_4$  даёт нам, как и упоминалось, обычную четырёхмерную геодезическую (2), правда с обобщённым 4-импульсом  $\bar{p}^\alpha = \hat{m}_0 \cdot \bar{u}^\alpha$ , но в отличие от силы Лоренца эта сила зависит от заряда квадратично и поэтому носит здесь кумулятивный характер. Ввиду этого отметим, что несмотря на её малую величину, она может быть весьма значительной в космологических масштабах и поэтому претендовать на роль генератора вклада в так называемые тёмную материю и тёмную энергию. Эта сила присуща вообще всем теориям с переменной массой покоя. В

данном случае такая сила у нас зависит от появившегося в пятимерной теории нового, назовём его здесь скалярного гравитационного поля  $\phi$ . Появляется она и в скалярно-тензорных теориях гравитации в первую очередь из необходимости соответствовать принципу Маха [9]. Кроме того, структура формулы (4) наводит нас на мысль, что истинно электрически нейтральные частицы четырёхмерны и отличаются лишь наличием или отсутствием массы покоя, как например фотон и нейтрино. Все остальные частицы Вселенной, образующие в нашем мире видимую материю, а может быть и тёмную тоже, включая и электрически нейтральные, являются, по-видимому, составными, то есть содержат в себе электрический заряд явно или в связанном виде, как, скажем, нейтрон. Это вытекает из выдвинутого как Р. Дике [9], так и нами [5] и кажущегося естественным требования выполнения принципа эквивалентности не только для гравитационного, но и для введённого нами выше нового фундаментального скалярного гравитационного поля  $\phi$ .

С помощью полученного нами обобщения понятия пятимерной “релятивистской” массы покоя частицы можно, как нам думается, попытаться получить ряд новых и весьма интересных следствий. Например, знаменитое соотношение Луи де Бройля:  $\lambda = h/p$  сразу расширяет свои границы и наполняется более глубоким смыслом, а поскольку импульс становится функцией скалярного поля  $\phi(t)$ , адиабатически зависящего от космологического времени  $t$ , то отсюда следует вывод, что по мере эволюции Вселенной длины волн излучающих атомов могли бы меняться и это могло бы внести свой вклад в космологическое красное смещение [8] и позволить более точно определить возраст нашей Вселенной.

Хотелось бы также добавить, что изложенные нами результаты дали возможность расширить понятие о тормозном излучении и получить формулы для возникающих трёх видов этого излучения: электромагнитного, скалярного и смешанного [7].

В заключение хотелось бы отметить, что пятимерный подход позволяет, как нам кажется, приоткрыть завесу ещё и над проблемой магнитного монополя, которую в 1931 году поставил Поль Дирак [10]. В работах [7,8] нам удалось показать, что в настоящее время мы живём в эпоху электронов, а эпоха монополей существовала лишь в самой начальной стадии эволюции Вселенной и в нашу эпоху их скорее всего нет или осталось небольшое количество реликтовых в дальних областях Вселенной. Точка перехода между этими эпохами является точкой так называемого топологического фазового перехода 2-го рода во Вселенной и переводит её в некий аналог сверхтекучего состояния, которое, как нам кажется, и приводит к наблюдаемому по вспышкам сверхновых типа Ia ускоренному расширению нашей Вселенной. Геометрически это означает, что пятимерная Вселенная стала цилиндрической относительно пятой координаты.



Таким образом, мы всё больше убеждаемся во всё новых и новых возможностях пятимерной теории поля и можем полагать, что на этом пути нам ещё придётся встретить, как и предсказывал великий Луи де Бройль, немало новых и весьма впечатляющих результатов. Последние эксперименты по поиску пятой силы на ускорителе в Батавии дают нам на это новую надежду.

## Литература

- [1] De Broglie, L. L'Univers à cinq dimensions et la mécanique ondulatoire. J. de Physique et la Rad. ,Serie VI, 1927, Vol. 8, № 2, pp. 65-73.  
Есть перевод: Луи де Бройль, Пятимерная Вселенная и волновая механика, Избранные научные труды, М., Логос, 2010, т. 1, Становление квантовой физики, стр. 217-227.
- [2] Калуца Т. К проблеме единства физики, Сб. "Альберт Эйнштейн и теория гравитации". М., Мир, 1979, с. 529.
- [3] Вейль Г. Гравитация и электричество, Сб. "Альберт Эйнштейн и теория гравитации". М., Мир, 1979, с. 513.
- [4] Алиев Б.Г. 5-мерная теория скалярно-тензорной гравитации и электромагнетизма в диадном виде, Проблемы теории гравитации и элементарных частиц , вып. 10, М., Атомиздат, 1979, с. 141-149.
- [5] Алиев Б.Г., Поведение заряженных частиц в 5-мерной теории гравитации, Современные проблемы общей теории относительности, ИФ АН БССР, Минск, 1979, с. 154-159.
- [6] Aliyev B.G., Motion equations in the 5-dimensional unified field theory, Abstracts of the IXth International conference on General Relativity and Gravitation, v.3, Germany (GDR), Jena, 1980, pp. 679-680.
- [7] Aliyev B.G., The effective rest mass concept and magnetic monopole problem in 5D Theory, The Proceedings of the ICGAC-12, World Scientific, Singapore, 2016, p.321-326.
- [8] Aliyev, B.G. Generalized Rest Mass and Dirac's Monopole in 5D Theory and Cosmology. Universe, 2021, 7, 295. <http://doi.org/10.3390/universe7080295>.
- [9] Дикке Р., Многоликий Мах, Сб. "Гравитация и относительность", М., Мир, 1965, Главы 7, 8; стр. 221-294.
- [10] Dirac P.A.M. Quantized singularities in the electromagnetic field. Proc. Roy. Soc. London, A, 1931, Vol.133, pp. 60-72.

## О ВНУТРЕННЕМ РЕШЕНИИ ШВАРЦШИЛЬДА

А.М. Баранов

Красноярский государственный педагогический университет им.В.П.Астафьева,  
г.Красноярск, Россия

Сибирский государственный университет науки и технологий  
им.акад.М.Ф.Решетнева, г.Красноярск, Россия

Тувинский государственный университет, г.Кызыл, Республика Тыва, Россия  
alex\_m\_bar@mail.ru

Известное внутреннее решение Шварцшильда [1]

$$ds^2 = G_{Sch}^2(r) dt^2 - \frac{dr^2}{\varepsilon_{Sch}^2(r)} - r^2(d\theta^2 + \sin(\theta)^2 d\varphi^2)$$

принадлежит к конформно-плоскому типу решений уравнений Эйнштейна в 4D пространстве-времени с тензором энергии-импульса (ТЭИ) идеальной жидкости с однородным распределением плотности массы.

Это статическое сферически симметричное решение описывает гравитационное поле внутренней области тяготеющего тела. Другими словами алгебраический тип пространства-времени, отвечающего этому решению, есть максимально вырожденный тип  $T_1$  по Петрову [2] или тип  $O$  по Пенроузу (см. например, [3]).

В данном случае  $G_{Sch}(r) = \frac{1}{2}(3\sqrt{\varepsilon_{Sch}(R)} - \sqrt{\varepsilon_{Sch}(r)})$ ,  $R$  – радиус однородного шара,  $\varepsilon_{Sch}(r) = 1 - \eta r^2$ ,  $\eta = \kappa \mu_0 / 3$ ,  $\mu_0 = const$  – плотность массы идеальной жидкости,  $\kappa$  – эйнштейновская гравитационная постоянная, равная в размерных единицах  $\kappa = 8\pi G_N / c^4$ , скорость света и ньютоновская гравитационная переменная  $G_N$  равны единице.

Однако, исходная метрика Шварцшильда [1] записана не в явно конформно-плоском виде. Поэтому не безынтересно было бы проанализировать с этой точки зрения внутреннее решение Шварцшильда.

В самом деле, выберем 4D метрику для сферически-симметричного статического случая в виде

$$ds^2 = \eta_{\alpha\beta} \Theta^{(\alpha)} \Theta^{(\beta)} = U(r)^2 (dt^2 - dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin(\theta)d\varphi^2)),$$

где  $\eta_{\alpha\beta} = diag(1, -1, -1, -1)$  – метрический тензор Минковского;  $t, r, \theta, \varphi$  суть временная, радиальная и угловые переменные; греческие индексы пробегают значения:  $\alpha, \beta = 0, 1, 2, 3$ ;  $U(r)^2$  – конформный множитель;  $\Theta^{(\alpha)} = g_\mu^{(\alpha)} dx^\mu$  – базисные дифференциальные формы; соответствующие ковариантные тетрады записываются как

$$g_\mu^{(0)} = U \delta_\mu^0; \quad g_\mu^{(1)} = U \delta_\mu^1; \quad g_\mu^{(2)} = U \cdot r \delta_\mu^2; \quad g_\mu^{(3)} = U \cdot r \sin(\theta) \delta_\mu^3,$$



все функции зависят только от радиальной переменной.

В рассматриваемом случае уравнения Эйнштейна в тетрадных компонентах могут быть представлены в виде

$$G_{(\alpha)(\beta)} = R_{(\alpha)(\beta)} - \frac{1}{2}\eta_{\alpha\beta}R = -\kappa T_{(\alpha)(\beta)},$$

где  $G_{(\alpha)(\beta)}$  – тензор Эйнштейн;  $R_{(\alpha)(\beta)}$  – тензор Риччи;  $R$  – скалярная кривизна;  $T_{(\alpha)(\beta)}$  – тензор энергии-импульса (ТЭИ) идеальной жидкости

$$T_{(\alpha)(\beta)} = (\mu + p)u_{(\alpha)}u_{(\beta)} - \eta_{\alpha\beta}p = \mu u_{(\alpha)}u_{(\beta)} + b_{(\alpha)(\beta)}p,$$

где  $\mu$  – плотность энергии (массы);  $p$  – давление;  $u_{(\alpha)} = \delta_{\alpha}^0$  – 4-скорость в сопутствующей системе отсчета в тетрадных компонентах;  $b_{(\alpha)(\beta)} = u_{(\alpha)}u_{(\beta)} - \eta_{\alpha\beta}$  – 3-проектор или здесь  $b_{(\alpha)(\beta)} = \text{diag}(0, 1, 1, 1)$ .

ТЭИ в выбранных тетрадах принимает вид

$$T_{(\alpha)(\beta)} = \text{diag}(\mu, p, p, p).$$

Разность компонент  $G_{(1)(1)} - G_{(2)(2)}$  тензора Эйнштейна (с учетом правой части уравнений тяготения) равна нулю и заменой  $y = (\ln U)'$  сводится к уравнению Риккати

$$y' = \frac{1}{r}y + y^2,$$

где штрихом обозначена производная по радиальной переменной.

Решение этого уравнения позволяет записать конформный множитель в виде

$$U(r)^2 = \frac{1}{(1 + A \cdot r^2)^2}$$

с постоянной  $A$ , имеющей размерность, обратную квадрату длины.

При подстановке в уравнение

$$G_{(0)(0)} = -\kappa T_{(0)(0)} = -\kappa \mu$$

корня квадратного из конформного множителя,  $U(r) = 1/(1 + Ar^2)$ , плотность массы оказывается автоматически постоянной:

$$\mu \equiv \mu_0 = 12A = \text{const}$$

в отличие от предыдущих подходов, где специально вводилось условие однородности распределения массы внутри гравитирующего источника (в том числе в исходном внутреннем решении Шварцшильда). Следовательно, в данном случае плотность во всем объеме шара постоянна.

Другими словами, условия статичности, сферической симметрии и конформно-плоского вида метрики (при выполнении уравнений тяготения)

автоматически приводят к однородной модели гравитирующего шара, то есть к единственности такого внутреннего решения.

Следующий результат связан с нахождением давления  $p(r)$  из уравнения  $G_{(2)(2)} = G_{(3)(3)} = -\kappa p$  при подстановке выражения  $U(r)$ :

$$p(r) = -\frac{2}{3}\mu_0 \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right),$$

где  $R$  – некоторый граничный радиус.

Чтобы давление было положительным, необходимо рассматривать пространство внутренней части шара вне сферы радиуса  $R$ . С другой стороны, чтобы исключить вышеуказанную область, следует произвести смещение по радиальной координате, то есть перейти к переменной  $\rho$  согласно  $\rho = r - R$ , и тем самым отобразить область радиуса  $R$  в точку  $\rho = 0$ . Тогда для  $\rho \geq 0$  давление переписывается в виде

$$p(\rho) = \frac{4}{3}\mu_0 \frac{\rho}{R} \left(1 + \frac{\rho}{2R}\right),$$

а метрика как

$$ds^2 = U(\rho)^2(dt^2 - d\rho^2 - (\rho + R)^2(d\theta^2 + \sin(\theta)d\varphi^2)).$$

Однако в этом случае физический смысл этой области неясен, так как давление может неограниченно расти с ростом переменной  $\rho$ , а конформный множитель стремится к нулю, что физически неоправданно.

Если же перейти в центр шара, не производя сдвига по радиальной переменной ( $r = 0$ ), то получим уравнение состояния вакуумных доменных стенок:

$$p(r = 0) \equiv p_0 = -\frac{2}{3}\mu_0,$$

а при  $r \rightarrow R$  давление будет стремиться к нулю,  $p \rightarrow 0$ , и на поверхности такого шара можно производить сшивку с внешним решением Шварцшильда.

В этой связи можно было бы говорить о внутренней модели статической черной дыры радиуса  $R$ , заполненной физическим вакуумом конкретного типа. При этом вакуумное состояние – это другое физическое состояние гравитирующей материи, максимально устойчивое к сжатию.

## Литература

- [1] Schwarzschild K. Über das Gravitationsfeld einer Kugel aus inkompressibler Flüssigkeit nach der Einsteinschen Theorie (On the gravitational field of a ball of incompressible fluid following Einstein's theory) // Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, 1916. P. 424–434.



- [2] Петров А. З. New methods in general relativity Новые методы в общей теории относительности -М.: Наука, 1966 - 495 с.
- [3] Владимиров Ю.С. Системы отсчета в теории гравитации. - М.: Энергоиздат, 1982 – 256 с.

## ЭЛЕКТРОН КАК КОЛЬЦЕВАЯ СТРУНА СОГЛАСОВАННАЯ С ГРАВИТАЦИЕЙ КЕРРА-НЬЮМЕНА

А.Я. Буринский

*ИБРАЭ РАН, Москва, Россия*

Образование черных дыр связано с гравитационным эффектом затягивания пространства, который никогда не рассматривался ранее в физике частиц. Рассматриваемая модель электрона как **кольцевой струны** формируется сингулярным кольцом решения Керра-Ньюмана (КН). Сверх-вращающаяся “черная дыра” не имеет горизонтов, и в этом случае мы говорим о черной дыре условно, поскольку сингулярное кольцо решения КН с параметрами электрон является голым. Радиус кольца  $a = \hbar/2mc$ , соответствует половине длины волны Комптона, и *электрон рассматривается как возбуждение кольца Керра – безмассовой релятивистской кольцевой струны, с длиной волны равной половине длины волны Комптона.* Как и всякая голая сингулярность, кольцо Керра несет неограниченную энергию и требуется некоторая регуляризация, что бы ее нормализовать. Нормализация производится выбором расстояния до струны  $\delta$  и обрезанием поля при  $r < \delta$ . Важно подчеркнуть что, в отличие от решения Шварцшильда, решение Керра-Ньюмана не страдает от слабости гравитационного взаимодействия **и ничто не мешает объединению гравитации с моделями элементарных частиц.**

Это стало понтно еще в одной из первых работ [1], где мы рассмотрели модель Уилера “массы без массы” как модель частицы сформированной из фотона захваченного на кольцевую орбиту собственным гравитационным полем, и затем, совместно с проф. Д. Иваненко [2] указали на гравитационные струны порождаемые решением Керра. Рассмотрение решения Керра как модели электрона начинается с работы В. Картера [3] (1968), который обнаружил, что решение КН (метрика Керра с зарядом) имеет гиромагнитное отношение ( $g = 2$ ) такое же как у модели электрона Дирака. Решение КН представляет собой “дыру” нового типа – вихревое рождение двулистного пространства. В 1970 г. Израэль [4] предложил регуляризовать решение Керра отсечением второго листа, заменив отсеченный лист некоторым распределением материи по поверхности диска.

В широко известной теории суперструн, вопрос о связи черных дыр, солитонов и струн был поднят в 1992 г. в работе [5], где попытки объединить классическую гравитацию с теорией струн были основаны на многомерных моделях, связанных с суперсимметрией, супергравитацией и суперсимметричными моделями черных дыр.



Хотя мы преследовали ту же цель – построение **струнной модели, совместимой с гравитацией**, примерно с 2010 года мы начали рассматривать решение КН на основе струнной модели *без супергравитации, высших размерностей и дилатонного поля*, и главное, *на масштабе Комптона, совместимого с результатами Картера [3], Израэля [4] и Лопеза [6]*. Было обнаружено, что гравитационное затягивание пространства влечет важный новый эффект связанный с **петлей Вильсона**, которая играет роль натяжения струны вместо используемого в теории суперструн поля дилатона.

В нашей модели, суперсимметрия появляется только как свойство поля Хиггса которое необходимо для формирования сверхпроводящего вакуумного ядра электрона в виде модели мешка [7]. Суперсимметричная полевая модель Ландау-Гинзбурга интерполирует между внешним гравитационным полем КН и сверхпроводящим вакуумным полем Хиггса внутри мешка.

В результате физическая структура кольцевой струны оказывается похожей на известную модель струны Нильсена-Олесена, которая формируется как вихревая нить в сверхпроводнике [8]. В данном случае струна возникает как поверхностный ток сверхпроводимости под воздействием потенциала петли Вильсона.

Комтоновский масштаб  $\approx 10^{-11}$  см, связанный с параметром вращения решения Керра  $a = J/m$  является естественным масштабом для физики частиц. Стандартная теория суперструн строилась а основе гравитации Шварцшильда и планковского масштаба  $\approx 10^{-33}$  см, до открытия Керром его решения в 1963г., что на наш взгляд, явилось основной причиной ее неудачи.

В координатах Керра-Шильда используется сплюснутая сфероидальная система координат, в которой синглярное кольцо Керра лежит в экваториальной плоскости,  $\cos \theta = 0$  при  $r = 0$ ). Лопез регуляризует модель [6], отсекая второй лист на радиусе  $r = r_e = e^2/2m$ , что позволяет продолжить метрику по непрерывности внутрь диска на область  $r_e > r > 0$ . Источник решения Керра-Ньюмена приобретает форму тонкого диска эллипсоидальной формы – “пузыря”. Электромагнитное и гравитационное поле сосредоточено на острой кромке диска.

В результате взаимодействия керровской гравитации и квантовой теории формируются две зоны: внешняя зона классической гравитации и электромагнитного поля (**E**) и внутренняя вакуумная зона (**I**), а также разделяющая эти зоны поверхность (**R**) на которой метрика Керра-Ньюмена

$$g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} + 2Hk_{\mu}k_{\nu}, \quad (1)$$

где

$$H = (mr - e^2/2)/(r^2 + a^2 \cos^2 \theta), \quad (2)$$

и метрика переходит в метрику плоского внутреннего пространства  $\eta_{\mu\nu}$ , где  $H = 0$ , и мешок принимает форму тонкого диска радиуса  $a = \hbar/2mc$ . Для

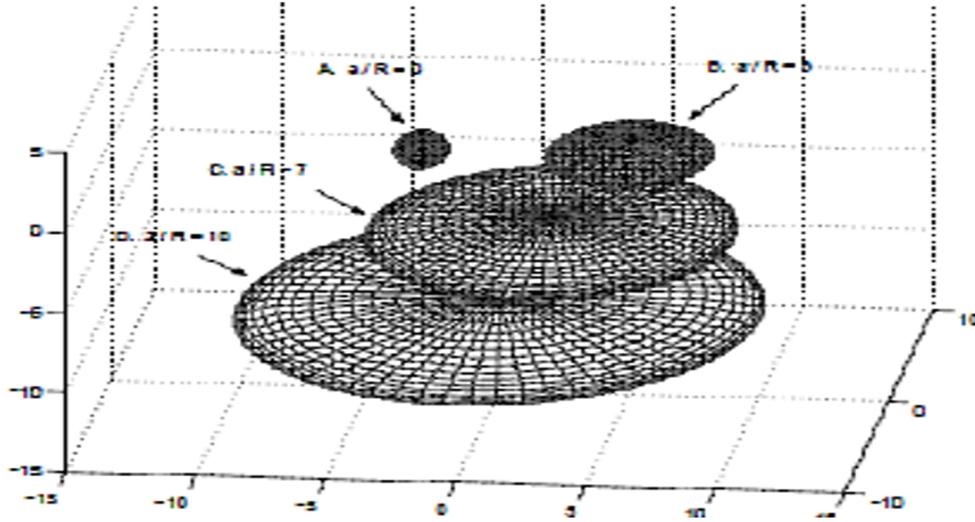


Рис. 1: Источник решения Керра-Ньюмена в форме диска при  $r_e = e^2/2m$ , и различных значениях параметра вращения  $\|a\| = J/m$ . Сильные поля сосредоточены в виде струны на краю диска.

параметров электрона  $a/r_e \approx 137$ , и толщина диска оказывается связанной с постоянной тонкой структуры  $\alpha$ .

Затягивание электромагнитного поля в направлении вращения сингулярного кольца Керра влечет затягивание вектор-потенциала в экваториальной плоскости

$$A_\mu^{max} dx^\mu = -(e/r_e) k_\mu dx^\mu, \quad (3)$$

где

$$k_\mu dx^\mu = dr - dt - a \sin^2 \theta d\varphi_k, \quad (4)$$

является направлением главной нулевой конгрэнции решения Керра-Ньюмена, которое мы выбираем исходящим,  $k_\mu dx^\mu = k_\mu^{(out)} dx^\mu$ , что соответствует запаздывающему потенциалу.

Затягивание электромагнитного поля формирует петлю Вильсона  $\delta\varphi = e \int A_\varphi^{max} d\varphi|_{\{0, 2\pi\}}$  – набег фазы вдоль замкнутого контура  $r = r_e = \text{const}$ ,  $t = \text{const}$ . Эта петля является аналогом известной модели монополя Дирака – взаимодействия электромагнитного потенциала с волновой функцией – и описывает важный эффект нелокального взаимодействия петли векторного потенциала с вакуумными токами электрона  $e^+$  и позитрона  $e^-$  согласно КЭД.

В координатах Керра

$$x + iy = (r + ia)e^{i\varphi} \sin \theta, \quad z = r \cos \theta, \quad t = \rho - r \quad (5)$$

заход координаты на “отрицательный” лист,  $r \rightarrow -r$ , эквивалентен смене направления вращения диска  $a \rightarrow -a$  и замене уходящей конгрэнции на вхо-



дующую “левая” мода струны меняется на “правую”.. При этом меняется знак взаимодействия потенциала  $A_\mu^{max} dx^\mu$  с поверхностным током на диске. Керровский диск моделирует двузначность уравнения Дирака представленного в струнной форме угловой координатой Керра  $\varphi$ .

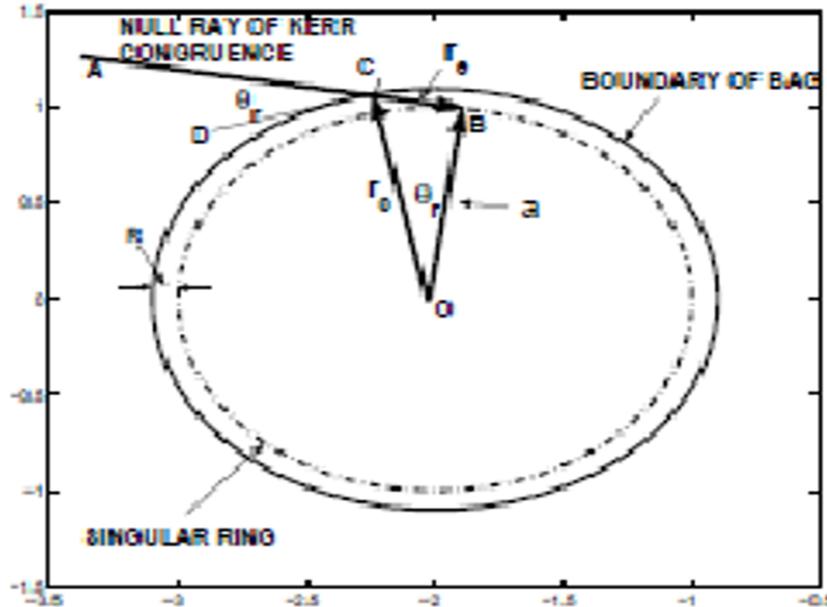


Рис. 2: Регуляризованный диск Керра в экваториальной плоскости. Граница диска слегка превышает радиус сингулярного кольца (пунктирная линия). Световой луч конгруэнции

Керра касателен к кольцу, и пересекает границу диска под углом  $\theta_r \approx 1/137$ . Диск двусторонний и: покрывается семейством исходящих световых лучей  $k_\mu^+$  на основной стороне ( $r = r^+ > 0$ ) и входящими световыми лучами  $k_\mu^-$  на стороне ( $r = r^-$ ).

В работе [9] была предложена модель кольцевой струны Намбу-Гото совместимая с геометрией Керра, представляющая собой “ориентифолд” – складку двух противоположно ориентированных полу-струн, “правой” и “левой”.

**Решение Керра-Ньюмена в форме Керра-Шильда** (1), (2) уникально в ряде отношений. В частности, эта форма разделяет пространство на “пошлое”, “настоящее” и “будущее”, позволяя представить кольцевую струну как сумму двух противоположно ориентированных полу-струн, “правой” и “левой”, а “дауликий” диск Керра как квантовое “настоящее” в момент  $t=0$ , соответствующее вектору состояния  $|\text{ket}\rangle$  в представлении Гайзенберга.

Поскольку детерминант метрики Керра  $\sqrt{-g} = 1$ , электромагнитное поле линеаризуется, так же как и спинорное, что позволяет использовать для уравнения Дирака в гравитационном поле Керра-Ньюмена  $\gamma$ -матрицы соответствующие вспомогательному плоскому пространству Миковского  $\eta_{\mu\nu}$ .

Спинорное поле распределяется по кольцу Керра вместе с электромагнитным потенциалом линии Вильсона, уравнение Дирака принимает струнную

форму, в которой. Спиноры  $\xi$  и  $\eta$  являются функциями керровской угловой координаты  $\varphi$ . в диапазоне  $[0, 2\pi]$

Совместимое с гравитацией КН представление уравнения Дирака в виде двух антисимметричных полу-струн ориентифода в представлении Гайзенберга было описано недавно в базисе Вейля в [10].

Сейчас мы идем еще дальше, оставляя только левую полуструну Намбу-Гото. (один оборот угловой координаты Керра) как “элементарное” квантовое состояние электрона  $|\text{ket}\rangle$  в представлении Гейзенберга, соответствующем фиксированному моменту  $t=0$  (Фиг.2).

В таком представлении электрон становится предельно элементарным, поскольку вторая половина световой струны, сопоставляется сопряженному со-вектору состояния  $\langle \text{bra}|$ .

Керровская двулистность соответствует суперсимметричной модели КЭД, (Весс-Зумино) в которой фазовый переход формируют пять полей Хиггса, из которых два имеют противоположные заряды, располагающиеся на границах  $r=r^+ > 0$  и  $r=r^- < 0$ , и соответствуют световым модам  $\langle \text{bra}|$  и  $|\text{ket}\rangle$ , которым петля Вильсона дает натяжение в то время как поле Хиггса их одевает, добавляя массу-энергию к их светоподобному состоянию.

Следуя КЭД, вектор состояния Гейзенберга  $\psi_H(t_0)$  в **представлении взаимодействия** преобразуется в вектор состояния  $\psi_I(t)$  согласно  $\psi_I(t) = \mathbf{S}(t - t_0)\psi_H(t_0)$ , где оператор преобразования  $\mathbf{S}(t - t_0)$  подчиняется уравнению  $\partial/\partial t \mathbf{S}(t - t_0) = H_I \mathbf{S}(t - t_0)$ , которое имеет вид уравнения Шредингера, управляемого гамильтонианом взаимодействия  $H_I$ .

Его решение имеет вид  $\mathbf{S}(t - t_0) = U(t) \mathbf{S}(t_0)$ , где  $U(t) = e^{iH} I^t$  унитарный множитель определяющий угловой момент  $p_\varphi d\varphi = a d\varphi$ , связанный с вращением диска КН (Фиг.2) соответствующего картины Гайзенберга  $\psi_H(t_0)$ . Выделяя в вектор-потенциале  $A_\mu$  кулоновское поле  $A_0^c$  и потенциал петли Вильсона  $A_\mu^{WL}|_{t=0} dx^\mu = A_\varphi^{max} d\varphi = 2(ma/e) d\varphi$ , мы получаем состояние  $|\text{ket}\rangle_I$  в представлении взаимодействия, которое формируется минимальной связью  $(p_\varphi - e A_\varphi^{max} d\varphi)$ ,

$$|\text{ket}\rangle_I = \gamma^\mu \left[ \int_0^{2\pi} (-m + 2m) a d\varphi \right] \psi \mathbf{S}(t - t_0) |\psi_H(t_0)\rangle.$$

При формировании массы происходят ее нетривиальные сокращения связанные с ее светоподобным характером, как волновым возбуждением и формированием “массы без массы”. Часть инертной массы аккумулируется в вакууме в скрытой форме как сумма “частица + античастица”,  $\langle -m | + |m\rangle = 0$ , перенормируя в соответствии с КЭД массу электрона как кольцевой струны.

## Заключение

Гравитационное поле решения Керра-Ньюмена сингулярно на кольце Керра и, после регуляризации Лопеза оно описывает в статическое состояние гравитационного и электромагнитного поля электрона в координатах Керра-Шильда



в представлении Гайзенберга, образуя квантовое  $|\text{ket}\rangle$  состояние соответствующее половине длины волны светоподобной кольцевой струны Намбу-Гото.

Затягивание электромагнитного поля Керра-Ньюмена гравитационным полем образует петлю Вильсона, которая, при взаимодействии с суперсимметричным полем Хиггса, генерирует угловой момент кольцевой струны, соответствующий КЭД в представлении взаимодействия, порождая электрон как наиболее элементарное светоподобное возбуждение кольцевой струны Намбу-Гото.

## Литература

- [1] A.Ya. Burinskii, Sov. Phys. JETP 39, 193 (1974)
- [2] D.D. Ivanenko and A.Ya. Burinskii, Izv. Vuz. Fiz. 5, 135 (1974).
- [3] B. Carter, Phys. Rev. 174, 1559 (1968)
- [4] W. Israel Phys. Rev. D. 2, 641 (1970).
- [5] A. Dabholkar, et al. Nucl.Phys. B 474, 85 (1996), hep-th/9511053.
- [6] C. A. Lopez, Phys. Rev. D 30, 313 (1984).
- [7] A. Burinskii, JETP, 148(8), 228 (2015) [arXiv:1505.03439],
- [8] H.B.Nielsen and P.Olesen, Nucl.Phys.B, 61, 45, (1973).
- [9] A. Burinskii, Phys. Rev. D 68, 105004 (2003), [arXiv:hep-th/0308096].
- [10] A. Burinskii, Galaxies 9(1), 18 (2021); doi:10.3390/galaxies9010018.

# ДИНАМИКА СФЕРИЧЕСКИХ ГАЛАКТИК

Д.Е. Бурланков

ННГУ им. Н.И. Лобачевского

## 1 Теоремы Гильберта

Математические методы описания динамики пространства-времени, открытой в 1913 году Эйнштейном и Гроссманом [1] в 1915 году разработал Давид Гильберт [2]. Он показал, что 10 уравнений Эйнштейна могут быть получены приравниванием к нулю вариаций некоторого функционала суммарного действия гравитации и прочей материи  $S = S_g + S_f$  по всем десяти компонентам метрического тензора.

В процессе вывода вариаций Гильберт доказал **замечательную теорему**:

*Вариация действия  $S_f$  любого поля  $f$  по компонентам метрического тензора определяет тензор энергии-импульса этого поля:*

$$\begin{aligned}\frac{\delta S_f}{\delta g^{\alpha\beta}} &= \frac{1}{2} T_{\alpha\beta}^f; \\ T_{\alpha\beta}^f &= 2 \frac{\delta S_f}{\delta g^{\alpha\beta}}\end{aligned}\tag{1}$$

## 2 Действие Гильберта

Вариация функционала Гильберта

$$\Phi_g = -\frac{1}{2} \int R^{(4)} \sqrt{g} d_4x\tag{2}$$

по компонентам метрического тензора равна тензору Эйнштейна:

$$\frac{\delta \Phi_g}{\delta g^{\alpha\beta}} = G_{\alpha\beta}\tag{3}$$

Лагранжиан динамического пространства-времени определяется четырехмерной скалярной кривизной  $R^{(4)}$ :

$$\begin{aligned}L_g &= -\frac{c^4}{16\pi\kappa} R^{(4)} \sqrt{g} = -\frac{1}{2q} R^{(4)} \sqrt{g}; \\ q &= \frac{8\pi\kappa}{c^4}\end{aligned}\tag{4}$$



По замечательной теореме Гильберта вариация лагранжиана по метрическому тензору определяет тензор энергии-импульса динамического пространства:

$$T_{\alpha\beta}^g = 2 \frac{\delta L_g}{\delta g^{\alpha\beta}} = -\frac{1}{q} G_{\alpha\beta}. \quad (5)$$

Тензор энергии-импульса системы динамическое пространство плюс находящееся в нем вещество определяется вариацией суммарного действия  $S = S_g + S_f$  по компонентам метрического тензора.

Обращение этих вариаций (тензора энергии-импульса) в нуль приводит к десяти уравнениям Эйнштейна.

Отсюда возникает заключение:

**Конфигурации пространства-времени и прочей материи, удовлетворяющие уравнениям Эйнштейна, имеют нулевой тензор энергии-импульса.**

В частности, в системах, удовлетворяющих уравнениям Эйнштейна, **равны нулю плотность и поток энергии**. Уравнения Эйнштейна могут описывать только системы с нулевой энергией, и потому лишь частично описывают реальный мир.

Для описания динамических задач необходимо использовать принцип наименьшего действия с лагранжианом материи и лагранжиана Гильберта.

### 3 Лагранжиан релятивистской пыли

Звезды в галактиках можно описывать как “звездную пыль”, но для использования вариационного принципа нужно определить ее лагранжиан.

Лагранжево описание идеальной релятивистской жидкости выполнено Шютцем [3]. Лагранжианом жидкости является давление, выраженное через энтальпию.

В пылевидной материи давление равно нулю, поэтому лагранжиан Шютца к пылевидной материи не может быть приспособлен. Было немало вариантов лагранжево описания релятивистской пылевидной материи, например, [4].

Более естественно искать лагранжиан пыли на основе гамильтониана Фокка [5].

Введем функцию, аналогичную энтальпии Шютца

$$\mu = \frac{1}{2} (g^{\alpha\beta} \sigma_{,\alpha} \sigma_{,\beta} - 1) \quad (6)$$

(псевдоэнтальпию), через которую определяется лагранжиан:

$$L_d = \rho \mu \sqrt{g} \quad (7)$$

Варьируемые переменные  $\rho$ ,  $\mu$  и неопределенные компоненты метрики.

Вариационное уравнение по  $\rho$  (равенство нулю частной производной) требует, чтобы  $\mu = 0$ :

$$g^{\alpha\beta} \sigma_{,\alpha} \sigma_{,\beta} - 1 = 0. \quad (8)$$

Переменная  $\sigma$  входит только в  $\mu$  и вариационное уравнение по  $\sigma$ .

$$\frac{\partial}{\partial x^\alpha} \left( \rho \sqrt{g} \frac{\partial \mu}{\partial \sigma_{,\alpha}} \right) = 0, \quad (9)$$

Вследствие равенства нулю  $\mu$  квадрат модуля вектора  $u^\alpha$  равен единице, что позволяет трактовать  $u^\alpha$  как 4-вектор скорости потока пыли, а уравнение (9) – как уравнение неразрывности.

## 4 Тензор энергии-импульса пыли

Так как  $\mu = 0$  и лагранжиан пыли  $L_d = 0$ , тензор энергии импульса пыли

$$T_\beta^\alpha = \sigma_{,\beta} \frac{\partial L_d}{\partial \sigma_{,\alpha}} - L_d \delta_\beta^\alpha = \rho u^\alpha u_\beta \sqrt{g} \quad (10)$$

имеет хорошо известный вид.

Из закона сохранения  $\nabla_\alpha (\rho u^\alpha) = 0$  следует  $\nabla_\alpha \mathbf{T}_\beta^\alpha = \mathbf{0}$ . Отметим, что мы определяем не траекторию отдельной частицы, а некоторый единый поток пылевидной материи с общими параметрами.

## 5 Метрика и действие Гильберта

Мы будем рассматривать статическую сферически-симметричную модель галактики с метрикой

$$ds^2 = e^{2y(r)} dt^2 - e^{2z(r)} dr^2 - r^2(d\vartheta^2 + \sin^2\vartheta d\varphi^2) \quad (11)$$

с двумя подлежащими определению функциями  $y(r)$  и  $z(r)$ .

Лагранжиан Гильберта этой метрики содержит  $y''(r)$ :

$$L_s = e^{y-z} \sin \vartheta (-r^2(y'' + y'^2) + r y' (r z' - 2) + 2 r z' + e^{2z} - 1), \quad (12)$$

поэтому Лагранжеву вариацию по  $y(r)$  нужно расширить до вторых производных:

$$\frac{\delta L_s}{\delta y(r)} = \frac{\partial L_s}{\partial y} - \frac{\partial}{\partial r} \frac{\partial L_s}{\partial y'} + \frac{\partial^2}{\partial r^2} \frac{\partial L_s}{\partial y''} = e^y \sin \vartheta (e^z + e^{-z} (2 r z' - 1)). \quad (13)$$

Лагранжева производная по  $z(r)$  равна

$$\frac{\delta L_s}{\delta y(r)} = e^y \sin \vartheta (e^z - e^{-z} (2 r y' + 1)). \quad (14)$$



## 6 Стационарное пылевое облако

При движении звезд только в радиальном направлении они имеют импульсы только по времени и радиусу:  $p_\alpha = \{-\epsilon, p, 0, 0\}$

Псевдоэнтальпия звездной пыли в заданной метрике

$$\mu = \frac{1}{2} (e^{-2y(r)} \epsilon^2 - e^{-2z(r)} p^2 - 1) \quad (15)$$

Определяет лагранжиан пыли

$$L_d = \frac{1}{2} \rho r^2 e^{y+z} \sin \vartheta \left( e^{-2y(r)} \epsilon^2 - e^{-2z(r)} p^2 - 1 \right). \quad (16)$$

Из равенства  $\mu = 0$  находится энергия пылинок:

$$\epsilon = e^{y(r)} \sqrt{1 + e^{-2z(r)} p^2} \quad (17)$$

Так как в  $L_d$  переменные метрики  $y(r)$  и  $z(r)$  входят без производных, то вариационные уравнения по этим параметрам выражаются через частные производные:

$$\frac{\delta L_d}{\delta z(r)} = \rho r^2 p^2 e^{y-z} \sin \vartheta; \quad \frac{\delta L_d}{\delta y(r)} = -\rho r^2 e^{-y} (e^z + e^{-z} p^2) \sin \vartheta. \quad (18)$$

Вариация совместного действия по  $z(r)$  приводит к уравнению

$$\rho r^2 p^2 - 2r y' + e^{2z} - 1 = 0, \quad (19)$$

из которого находится  $y'(r)$ . Аналогично из вариации по  $y(r)$  находится  $z'(r)$ .

## 7 Равновесная пыль

Равенство  $u^r = 0$  определяет покоящуюся звездную пыль. Так как метрика диагональна, то отсюда следует, что в равновесии  $p = 0$ . При этом выражения для производных метрики упрощаются:

$$y' = \frac{e^{2z(r)} - 1}{2r}; \quad z' = \frac{\rho r^2 e^{2z(r)} - e^{2z(r)} + 1}{2r} \quad (20)$$

Последнее уравнение содержит только одну неопределенную метрическую функцию  $z(r)$  и одну произвольную функцию, определяющую разнообразие сферических галактик  $\rho(r)$ .

Простейшая модель – с однородной плотностью  $\rho = \text{const}$ .

Дифференциальное уравнение (21) содержащее только переменную  $z(r)$ , интегрируется:

$$e^{2z} = \frac{1}{1 - \rho r^2/3}. \quad (21)$$

Далее интегрируется  $y(r)$  и так как на границе шаровой галактики (при  $r=R$ ) метрика сшивается с метрикой Шварцшильда, для которой  $y=-z$ , откуда находится

$$e^{2y} = \frac{(1 - \rho R^2/3)^{3/2}}{\sqrt{1 - \rho r^2/3}}. \quad (22)$$

## 8 Заключение

Методика лагранжевой динамики пространства с лагранжианом Гильберта позволяет формулировать и решать задачи взаимодействия вещества с динамическим пространством (см. [6]).

## Литература

- [1] Einstein A., Grossmann M. Z. // Math. und Phys. 1913. Т. 62, С. 225.
- [2] Hilbert D. // Nachr. K. Ges. Wiss. Gottingen. Т. 3. С. 395.
- [3] V.F.Schutz. Phys.Rev. D4, 3559-3566, 1971.
- [4] J. David Brown, Karel V. Kuchar, //Phys. Rev. D: Particles and fields 51(10), 1994.
- [5] В.А. Фок, Изв. АН СССР, ОМОН, стр. 551, 1937. В.А. Фок. Сб. Работы по квантовой теории поля, 141–158, 1957.
- [6] Д.Е. Бурланков. Физика времени и пространства. Гравитационные волны. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2018.



# ЗАКОН ХАББЛА И ЕГО ОБОБЩЕНИЕ

П.Н. Антонюк

*Механико-математический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова*  
pavera@bk.ru

## 1 Закон Хаббла

Рассматривается закон Эдвина Хаббла (1929), открытый независимо Жоржем Леметром (1927) [1, 2]. В стандартных обозначениях закон имеет вид:

$$v = H \cdot R, \text{ где } 0 \leq R \leq R_* = \frac{c}{H}.$$

Известно, что закон Хаббла (или закон Хаббла-Леметра) инвариантен относительно преобразований Галилея. Докажем обратное: распределение скоростей галактик, инвариантное относительно преобразований Галилея или преобразований Лоренца, приводит только к закону Хаббла или к его обобщению.

## 2 Закон Хаббла как следствие инвариантности закона распределения скоростей относительно преобразований Галилея

Согласно космологическому принципу выбираем однородную и изотропную модель Вселенной, а зависимость скорости от расстояния запишем формулой  $v = f(R)$ . Возьмем три галактики  $I, J, K$ , движущиеся вдоль одной прямой. Расстояние между  $I$  и  $J$  равно  $x$ , расстояние между  $J$  и  $K$  равно  $y$ , расстояние между  $I$  и  $K$  равно  $z$ . Галактика  $J$  удаляется от галактики  $I$  со скоростью  $U$ , галактика  $K$  удаляется от галактики  $J$  со скоростью  $V$ , галактика  $K$  удаляется от галактики  $I$  со скоростью  $W$ . Имеют место следующие равенства:

$$U = f(x), \quad V = f(y), \quad W = f(z), \quad x + y = z, \quad U + V = W.$$

Последняя формула сложения скоростей, данная Ньютоном [3], является следствием преобразований Галилея. Пять равенств дают функциональное уравнение

$$f(x) + f(y) = f(x + y).$$

Решение этого уравнения, в классе непрерывных функций, нашел Коши [4]:

$$f(x) = a \cdot x, \text{ где } a \text{ — константа.}$$

Заменяя константу на постоянную Хаббла  $H$ , получаем закон Хаббла  $v = H \cdot R$ .

### 3 Релятивистское обобщение закона Хаббла как следствие инвариантности закона распределения скоростей относительно преобразований Лоренца

Найдем обобщение закона Хаббла в рамках специальной теории относительности. Возьмем те же три галактики, которые движутся с большими скоростями, и запишем для них пять равенств

$$U = f(x), \quad V = f(y), \quad W = f(z), \quad x + y = z, \quad \frac{U + V}{1 + \frac{U \cdot V}{c^2}} = W.$$

Здесь  $c$  – скорость света. Последняя формула сложения скоростей, данная Эйнштейном, является следствием преобразований Лоренца. Равенства дают функциональное уравнение

$$\frac{f(x) + f(y)}{1 + \frac{f(x) \cdot f(y)}{c^2}} = f(x + y).$$

Решение этого уравнения, в классе непрерывно дифференцируемых функций, задается гиперболическим тангенсом:

$$f(x) = c \tanh \frac{a \cdot x}{c}, \quad \text{где } a \text{ – константа.}$$

Получаем обобщение закона Хаббла:

$$v = c \tanh \frac{H \cdot R}{c}, \quad 0 \leq R < \infty.$$

Здесь  $a = H$ , так как, согласно принципу соответствия, обобщение закона переходит в линейный закон при малых значениях  $R$ . При больших значениях  $R$  получаем асимптотический закон  $v = c$ .

Если  $R = R_* = \frac{c}{H}$ , то  $v = \tanh(1) \cdot c \approx 0,76 \cdot c$ .

### 4 Красное смещение и расстояние до галактик. Релятивистская теория

Релятивистский эффект Доплера позволяет найти нелинейную зависимость между красным смещением и расстоянием. В этом пункте  $z$  – красное смещение, остальные обозначения – стандартные. Эйнштейн нашел формулу релятивистского эффекта Доплера:

$$1 + z = 1 + \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \sqrt{\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}}.$$



Формула обобщенного закона дает равенство

$$1 + z = \sqrt{\frac{1 + \tanh \frac{H \cdot R}{c}}{1 - \tanh \frac{H \cdot R}{c}}}.$$

Благодаря тождеству

$$\exp(x) = \sqrt{\frac{1 + \tanh x}{1 - \tanh x}},$$

получаем функциональную связь красного смещения и расстояния:

$$1 + z = \exp\left(\frac{H \cdot R}{c}\right) \quad \text{или} \quad R = \frac{c}{H} \ln(1 + z).$$

Получаем такие соответствия величин:

$$z = e - 1 \approx 1,71828 \quad \Rightarrow \quad R = R_*;$$

$$z = 100 \quad \Rightarrow \quad R \approx 4,615 \cdot R_*;$$

$$z = 1000000 \quad \Rightarrow \quad R \approx 13,8 \cdot R_*.$$

При малых значениях  $R$  приходим к известному соотношению

$$z = \frac{H \cdot R}{c} = \frac{v}{c}, \quad 0 \leq v \ll c.$$

Раскладывая экспоненту в степенной ряд, получаем:

$$z = \frac{H \cdot R}{c} + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{H \cdot R}{c}\right)^2 + O\left(\left(\frac{R}{R_*}\right)^3\right).$$

Последняя формула близка к эмпирическим формулам для красного смещения.

## 5 Закон Хаббла и быстрота

Быстрота (rapidity) определяется формулой

$$\theta = c \cdot \operatorname{arctanh} \frac{v}{c}.$$

В 1910 году хорватский физик Варичак и английский математик и астроном Уиттекер предложили переменную  $\theta$ . Обобщение закона Хаббла для быстроты выражается формулой

$$\theta = H \cdot R.$$

Переход от линейного закона Хаббла к его обобщению связан с заменой скорости на быстроту.

## 6 Заключение

Впервые о результатах, приведенных в пунктах 2, 3, 4, автор рассказал в 2018 году в докладе [5]. Затем появились публикации [6,7]. Из релятивистского обобщения закона Хаббла следует ускоренное расширение Вселенной. При этом параметр замедления принимает значения в интервале от минус единицы до нуля [7].

## Литература

- [1] Lemaître G. Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques, Annales de la Société Scientifique de Bruxelles, 1927, A47, p. 49 – 59.
- [2] Hubble E. A Relation between Distance and Radial Velocity among Extra-Galactic Nebulae, 1929, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 15, p. 168 – 173.
- [3] Newton I. Philosophiae naturalis principia mathematica, 1687, Londini.
- [4] Cauchy A. L. Analyse algébrique, 1821, Paris.
- [5] Антонюк П. Н. Закон Хаббла как решение функционального уравнения. – Доклад, сделанный 30 ноября 2018 года на Второй Российской научной конференции по основаниям фундаментальной физики и математики (РУДН, ул. Миклухо-Маклая). Доклад не был опубликован.
- [6] Antonyuk P. N. Relativistic generalization of the Hubble law // XXI International Meeting of Physical Interpretations of Relativity Theory, Journal of Physics: Conference Series, 1557, 2020, 012039.
- [7] Antonyuk P. N. Mathematics of the Hubble law // Cosmology on Small Scales 2020: Proceedings of the International Conference. – Prague, September 23-26, 2020. – Institute of Mathematics, Czech Academy of Sciences. – P. 79-83.



## ТЕОРИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВАКУУМА КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ

Г.И. Шипов

warpdrive09@gmail.com

Все физические теории можно разделить на три основных типа: фундаментальные, феноменологические и конструктивные. К фундаментальным теориям мы будем относить теории, которые описывают поля и взаимодействия данные каждому человеку в повседневных ощущениях, осознает он это или нет.

Общепризнанных фундаментальных теорий в современной физике всего три: *классическая механика Ньютона, теория гравитации Ньютона-Эйнштейна и классическая электродинамика Максвелла-Лоренца*. Эти теории точно предсказывают результаты эксперимента в той области, где они применимы, поэтому уравнения фундаментальных теорий лежат в основе всех наиболее эффективных технологий, используемых человечеством.

К феноменологическим теориям относятся такие теории, как *теория ядерных взаимодействий, теория слабых взаимодействий, теория молекулярных взаимодействий и т.д.* В отличие от фундаментальной теории, феноменологическая теория не объясняет явление, а описывает его, поскольку в ней не существует динамических уравнений, решая которые можно получить фундаментальные потенциалы взаимодействия. Например, в теории ядерных взаимодействий отсутствуют фундаментальные уравнения, поэтому ядерные потенциалы вводятся в теорию “руками”, при этом количество свободных (подгоночных под эксперимент) параметров варьируется от 1 до 5. Понятно, что такие теории бессодержательны, поскольку “постепенно приспособливаются к наблюдаемым данным” (А. Эйнштейн). Подобный “приспособленческий” характер развития феноменологической теории элементарных частиц привел к тому, что уравнения Стандартной модели в настоящее время содержат более 20 подгоночных параметров и это еще не предел. Ясно, что такая ситуация в науке носит временный характер и основная цель теоретической физики состоит в том, чтобы заметить Стандартную модель фундаментальной теорией элементарных частиц.

В современной теоретической физике широко распространены так называемые конструктивные теории, к которым, прежде всего, относится *квантовая механика, квантовая теория поля, теория поля Янга-Миллса и т.д.*, при этом вершиной развития конструктивных теорий оказывается теория струн (теория “Всего”). По сравнению с фундаментальной теорией, конструктивная теория строится на очень ограниченном физическом фундаменте, а её разви-

тием занимаются, как правило, математики, обещающие проверить экспериментально предсказания теории только через 100-150 лет!?

Выход из создавшегося кризисного состояния в физике и построение фундаментальной теории элементарных частиц автор видит в переходе к новой научной парадигме- теории Физического Вакуума. В 1984 г. автором впервые были опубликованы уравнения теории Физического Вакуума [1], которые в спинорных матрицах Кармели [2] имеют следующий вид [3]

$$\nabla_{[\kappa}\sigma^{i]} - T_{[\kappa}\sigma^{i]} - \sigma^{[i}T_{\kappa]}^+, \quad (A^S)$$

$$R_{\kappa n} + 2\nabla_{[\kappa}T_{n]} - [T_{\kappa}, T_n] = 0, \quad (B^{S+})$$

$$R_{\kappa n}^+ + 2\nabla_{[\kappa}T_n^+] - [T_{\kappa}^+, T_n^+] = 0, \quad (B^{S-})$$

В этих уравнениях  $i, k, n... = 0, 1, 2, 3$  – координатные индексы,  $\sigma_{AB}^I$  – спинорные матрицы (спинорные индексы  $A = 0, 1, B = 0, 1$  в уравнениях  $(A^S)$ ,  $(B^{S+})$  и  $B^{S-}$  опущены), обобщающие матрицы Паули на случай искривленного и закрученного пространства Мебиуса  $A_4(6)$ . Матрицы  $R_{AC\kappa n}$ ,  $R_{BD\kappa n}^+$  представляют собой 2x2 “спинорные матрицы Кармели римановой кривизны (знак + означает эрмитово сопряжение), а 2x2 матрицы  $T_{\kappa CE}$ ,  $T_{\kappa BD}^+$  – спинорные матрицы коэффициентов вращения Риччи (поля инерции [4]).

Впервые в науке уравнения  $(A^S)$ ,  $(B^{S+})$  и  $B^{S-}$  были использованы Э. Ньюменом и Р. Пенроузом (формализм Ньюмена-Пенроуза) [5] для решения уравнений Эйнштейна. Однако в книгах [3] были доказаны теоремы, которые устанавливают эквивалентность уравнений НП-формализма и уравнений  $(A^S)$ ,  $(B^{S+})$  и  $B^{S-}$ . Изначально эти уравнения не содержат никаких констант, которые появляются в уравнениях только после их интегрирования [3]. Физический смысл констант, полученных в результате решения уравнений  $(A^S)$ ,  $(B^{S+})$  и  $B^{S-}$  устанавливается после применения соответствия уравнений  $(A^S)$ ,  $(B^{S+})$  и  $B^{S-}$  уже известным уравнениям фундаментальной физики.

Следует отметить наиболее важные результаты теории Физического Вакуума, такие как:

1. геометризация сильного и слабого электромагнитного поля (первая проблема Эйнштейна) [6];
2. геометризация тензора энергии-импульса в уравнениях Эйнштейна (вторая проблема Эйнштейна) [7];
3. геометризация спинорного поля [8] (эта работа была отмечена как перспективная международной комиссией при журнале *GeneralRelativityandGravitation*, 1983, Vol. 15 , № 1, p. 98. Bull № 41.);
4. найдены динамические уравнения поля инерции– третьего фундаментального физического поля, данного нам в ощущениях [9];



5. получена общая формула зависимости массы покоя механической системы от угловой скорости вращения ее элементов, обобщающая формулу Эйнштейна  $E = mc^2$  [10];
6. из решения уравнений Физического Вакуума ( $A^S$ ), ( $B^{S+}$ ) и  $B^{S-}$  найден суперпотенциал, описывающий гравитационные, электромагнитные, сильные, слабые и кварковые взаимодействия [3];
7. исследована теоретически, проверена экспериментально и запатентована модель движителя для передвижения в космическом пространстве путем управления метрикой пространства с использованием параметра вращения  $\omega$  [10];
8. получено объединение классической и квантовой механики, при этом в новой детерминированной квантовой теории волновая функция  $\psi$  определяется через реальное физическое поле – поле инерции.

Все перечисленные результаты относятся к разряду фундаментальных, что дает основания рассматривать теорию Физического Вакуума как новую (четвертую) фундаментальную теорию.

## Литература

- [1] Шипов Г.И. // Поля Янга-Миллса в геометрической модели вакуума. Труды 6 Всесоюзной конференции по общей теории относительности и гравитации, Москва, Изд-во МГПИ им. Ленина, 1984, с.333. (Впервые предложены уравнения физического вакуума).
- [2] Carmeli M. // Classical Fields. General Relativity and Gauge Theory. World Scientific Publish. 2001. P. 650., Carmeli M. // Group Theory and General Relativity. World Scientific Publish. 2000. P. 391.
- [3] Шипов Г.И. // Теория физического вакуума. Новая парадигма. М., НТЦентр, 1993. с.362; Шипов Г.И. // Теория физического вакуума, теория эксперименты и технологии, М., Наука, 1997. с.450 ; Shipov G. // A theory of Physical Vacuum, М.: STCenter, 1998. P.
- [4] Шипов Г.И. // Открытие в России поля инерции и сумма торсионных технологий // “Академия Тринитаризма”, М., Эл № 77-6567, публ.24354, 18.03.2018.  
<http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/008a/1158-shp.pdf312>.
- [5] Newman E., Penrose R. // J. Math. Phys. 1962. Vol. 3, \No 3. P.566 -587.
- [6] Шипов Г.И. // Общерелятивистская нелинейная электродинамика с тензорным потенциалом. Известия вузов, Физика, 1972, № 10, с. 98- 102.
- [7] Шипов Г.И. // Теория гравитации в пространстве абсолютного параллелизма. Известия вузов, Физика, 1977, № 6, с. 142.

- [8] Шипов Г.И. // Общерелятивистские нелинейные спинорные уравнения. Известия вузов, Физика, 1977, № 3, с. 121.
- [9] Шипов Г.И. // Проблемы теории элементарных взаимодействий, 1979, Москва, МГУ, Ч.1, с. 146.
- [10] Шипов Г.И, Подаровская М.И., // Поля и силы инерции в механике и гравитационной динамике. “Академия Тринитаризма”, М., Эл № 77-6567, публ.26384, 11.05.2020. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0231/003a/1038-shpd.pdf>



# ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ РЕАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОТСЧЕТА И ЧЕТЫРЕХМЕРНАЯ МЕХАНИКА ОРИЕНТИРУЕМОЙ ТОЧКИ

Е.А. Губарев

*Некоммерческое партнерство им. А.Е.Акимова, Москва*

e.gubarev.21@gmail.com

## 1 Пространство событий ориентируемых точек.

Ориентируемая точка  $O$  в четырехмерном пространстве – это тело пренебрежимо малых размеров, связанное с четверкой ортонормированных векторов (ортогональным репером)  $\{O, e_{(a)}O\}$  [1, 2].

Пространство событий ориентируемых точек [2] представляет собой расслоенное пространство, состоящее из базы расслоения – четырехмерного риманова пространства, и касательного расслоения – совокупности псевдо-евклидовых пространств, касательных в каждой точке к базе расслоения (рис.1). Положение ориентируемой точки определяется четырьмя криволинейными голономными координатами базы расслоения  $x^k(O)$ ,  $k = 0, 1, 2, 3$ , а ее текущая ориентация – шестью углами ориентации в системе базисных векторов в точке  $O$ , либо шестипараметрической матрицей ориентации  $\Lambda$  относительно соседнего (или начального) положения ориентируемой точки. С помощью углов поворота ортогонального репера при его перемещении из точки  $O$  в точку  $O+dO$  определяются коэффициенты вращения Риччи  $d\chi_b^a = T_{.bk}^{a.} dx^k$  [1].

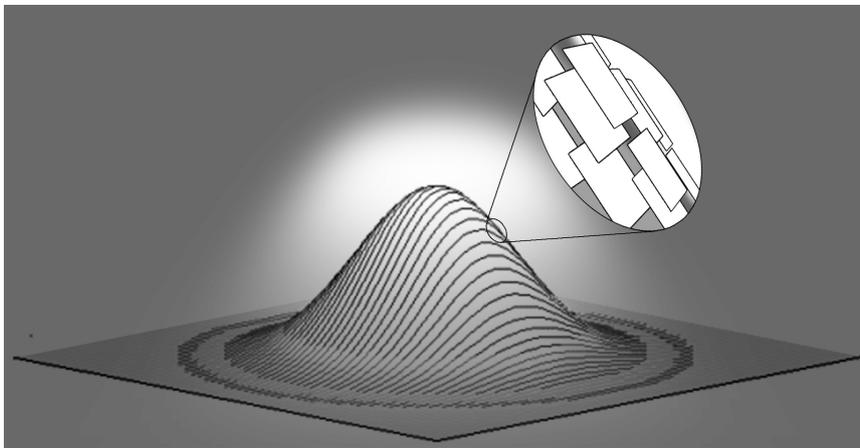


Рис. 1: Расслоенное пространство событий реальной относительности: база расслоения и касательное расслоение

Слой расслоения в точке  $O$  соответствует пространству событий локально-лоренцевой системы отсчета – инерциальной и в общем случае абстрактной системы отсчета, совпадающей по скорости и направлению с реальной системой отсчета в мировой точке  $O$ . Соотношение координат событий между слоями расслоения в точках  $O$  и  $O'$  (то есть между инерциальными локально-лоренцевыми системами отсчета  $k(O)$  и  $k'(O')$ ) определяется матрицей ортогональных поворотов в псевдоевклидовом пространстве  $\Lambda \in SO(1,3)$ , включающей трехмерные и псевдоевклидовые (лоренцевы) повороты

$$dX^{a'} = \Lambda_a^{a'} dX^a \quad (1)$$

Значение и смысл локально-лоренцевых координат событий восходит к предположению специальной теории относительности о том, что собственное ускорение неинерциальной системы отсчета не влияет на описание событий в ней [3]. Напротив, в теории относительности реальных систем отсчета показано [4], что собственное ускорение реальной неинерциальной системы отсчета оказывает такое же сильное влияние на описание событий в ней, как и преобразования Лоренца.

## 2 Теория относительности реальных систем отсчета.

На основе пространства событий ориентируемых точек создана теория относительности реальных систем отсчета [4–6]. Роль элементарной реальной системы отсчета играет ориентируемая частица, свободно двигающаяся во внешнем геометризированном поле. Для достоверного описания координат событий все силовые поля, действующие на ориентируемую частицу, должны быть геометризованы и учтены в суммарном внешнем поле. Это позволяет установить жесткую связь его четырехмерной ориентации, с одной стороны, с координатами событий в реальной системе отсчета, с другой стороны.

Координаты событий в реальной неинерциальной системе отсчета  $K(O)$  определяются в координатах базы расслоения. Координаты событий в слое расслоения и в базе расслоения (в локально-лоренцевой системе отсчета  $k(O)$  и в реальной системе отсчета  $K(O)$ ) соотносятся между собой через коэффициенты Ламэ [1]

$$dX^i = h_a^i(O) dX^a \quad (2)$$

что вместе с (1) определяет закон преобразования координат события между реальными системами отсчета  $K'(O')$  и  $K(O)$  [4]:

$$dX^{i'} = h_{a'}^{i'}(O') \Lambda_a^{a'} h_i^a(O) dX^i \quad (3)$$

где  $h_{a'}^{i'}(O')$ ,  $h_i^a(O)$  коэффициенты Ламэ в началах реальных систем отсчета  $K'(O')$  и  $K(O)$ ,  $\Lambda$  – матрица четырехмерной ориентации  $K'(O')$  относительно



$K(O)$ .

Основную роль в законе преобразования координат событий между реальными системами отсчета играет относительная четырехмерная ориентация этих систем  $\Lambda$ , которая является динамическим (зависящим от времени) параметром. Вследствие этого в реальной относительности возможны динамические эффекты, связанные с изменением четырехмерной ориентации тела, даже при нерелятивистских скоростях ( $v \ll c$ ).

### 3 Пример реальной системы отсчета.

Орбитальная космическая станция, находящаяся в свободном полете над Землей, может быть представлена ориентируемой точкой на значительном удалении. Бортовой измерительный комплекс, соединенный с гиростабилизированной платформой, позволяет определять углы трехмерной ориентации, а также псевдоевклидовы углы четырехмерной ориентации орбитальной станции

$$\Theta_x = \tanh^{-1} \frac{V_x}{c}, \quad \Theta_x = \frac{V_x}{c} + o\left(\frac{V_x^2}{c^2}\right) \quad (4)$$

при  $\frac{V_x}{c} \ll 1$ . Здесь  $V_x$  – компонента скорости станции относительно лабораторной (земной) системы отсчета. Автономное измерение скорости  $V_x$  происходит по текущему углу прецессии тяжелого гироскопа с осью прецессии, расположенной по оси  $OX$  системы отсчета гироплатформы, параллельной соответствующей оси лабораторной системы отсчета.

Полную информацию о положении ориентируемой частицы относительно начального положения дает функция четырехмерной ориентации, определенная на отрезке текущих параметров (например, времени в системе отсчета начального положения частицы)  $\Lambda(\tau)$ ,  $t \geq \tau \geq 0$ . В приближении слабого внешнего поля и нерелятивистских скоростей частицы

$$x(t) = c \int_0^t \theta_x(\tau) d\tau + x(0). \quad (5)$$

Матрица текущей четырехмерной ориентации  $\Lambda$  равна произведению матриц чистых преобразований Лоренца  $L$  и матриц трехмерных поворотов  $R$ , взятых в порядке следования при движении частицы от начального к текущему положению  $\Lambda = R_n L_m \dots L_1 R_1$ . Такое описание объекта при его движении от начального к текущему положению и связанной с ним реальной системы отчета составляет основу теории инерциальной навигации [7] и называется методом подвижного репера [1].

## 4 Четырехмерная механика ориентируемой точки.

Реальное перемещение ориентируемой частицы во внешнем геометризованном поле, помимо ее видимой ориентации, задается ее четырехмерной ориентацией: изменение пространственного положения  $dx^\alpha$  за время  $dt$  пропорционально функции от псевдоевклидова угла ориентации частицы [4]

$$dx^\alpha = \text{cth } \theta_\alpha dt, \quad \alpha = 1, 2, 3. \quad (6)$$

Несмотря на то, что движение самой ориентируемой точки происходит в голономных координатах базы расслоения, механика ориентируемой точки отдает первенство в описании ее движения надпространственной структуре – касательному расслоению. Движение (трансляция) ориентируемой точки в голономных координатах базы есть проекция  $4D$  вращения в неголономных координатах касательного расслоения. Эта проекция может быть неполной, так как в общем случае шестипараметрическое  $4D$  вращение невозможно привести к  $4D$  трансляциям без потери информации. В новой механике уравнения движения и видимой ориентации заменяются на уравнения четырехмерной ориентации, которые должны быть сформулированы в координатах касательного расслоения и решены в этих координатах, а лишь затем сами решения спроецированы на базу расслоения (риманово пространство), так как именно там происходят измерения физических величин.

## 5 Уравнение четырехмерной ориентации ориентируемой точки.

В [6] представлено уравнение для матрицы  $\Lambda$  текущей четырехмерной ориентации ориентируемой точки относительно ее начального (удаленного покоящегося) состояния

$$h_{0',k}^{a'} - \Lambda_{a,k}^{a'} u^a - \Lambda_a^{a'} T_{\cdot bk}^{a'} u^b = 0. \quad (7)$$

Уравнение (7) предполагает, что ориентируемая точка движется свободно (без приложения дополнительных внешних сил) во внешнем геометризованном поле. Коэффициенты Ламэ в точке нахождения частицы  $O'$  определяется по отношению к удаленной покоящейся системе отсчета  $K$ :  $h_{i'}^{a'}(O') = \delta_a^{a'} h_i^a(O') \delta_{i'}^i$ . Все входящие в уравнение (7) величины, помимо матрицы  $\Lambda$  и входящей в нее скорости  $u^b$ , являются характеристиками внешнего поля, и определяются через коэффициенты Ламэ  $h_i^a(x^k)$  [6]. В этом случае уравнение (7) принимает смысл *прямого уравнения ориентации* ориентируемой частицы во внешнем поле.

Прямое уравнение ориентации (7) было рассмотрено [6] в простейшем случае нерелятивистской частицы во внешнем поле, эффективно представляе-



мом центральным потенциалом  $\varphi(\mathbf{r})$ , где  $\mathbf{r}$  – радиус-вектор точки наблюдения. В случае, когда ориентируемая частица  $O'$  движется из удаленного покоящегося состояния по направлению к центру притягивающего поля (то есть с нулевым прицельным расстоянием), прямое уравнение четырехмерной ориентации дает

$$\varphi + V_{xO'}^2/2 = \text{const} \quad (8)$$

что повторяет нерелятивистский закон сохранения кинетической и потенциальной энергии частицы единичной массы в потенциальном поле  $\varphi$ . Таким образом показано, что прямое уравнение ориентации (7) имеет предельный переход к нерелятивистскому уравнению движения классической материальной точки.

**Обратное уравнение четырехмерной ориентации.** Уравнение (7) позволяет рассмотреть обратную задачу: в отсутствии внешнего поля  $h_i^a = \delta_i^a$ ,  $T_{bk}^a = 0$ , найти индуцированное поле  $h_i^a = \delta_i^a + \Delta h_i^a$  как функцию измененной по внутренним причинам  $4D$  ориентации ориентируемой точки  $\Lambda_i^a = \delta_i^a + \Delta \Lambda_i^a$

$$h_i^a(x^k) = {}^{-1} \left[ \Lambda_a^i(x^k) \right]. \quad (9)$$

При такой постановке задачи уравнение (9) принимает смысл *обратного уравнения ориентации*. Это уравнение дает принципиальную возможность следующего эффекта. Изменяя за счет моментов сил внутреннего происхождения четырехмерную ориентацию частицы, можно индуцировать силовое поле, локально действующее на частицу. Последнее означает, что наведенное поле способно передвигать рассматриваемую частицу, а вместе с ней систему ориентируемых частиц как целое.

Эффективность обратного уравнения ориентации доказана на примере известного механического устройства – инерциоида [6]. Инерциоид – это механическое устройство, не имеющей механической или реактивной тяги, но при определенных настройках приобретающее продольные импульсы за каждый период вращения его внутренних элементов. Инерциоид состоит из центрального тела массы  $M$  и двух малых грузов массой  $m$  каждый, вращающихся в горизонтальной плоскости по и против часовой стрелки на жестких штангах длиной  $l$  каждая. Движения и положения малых грузов всегда зеркально симметричны относительно продольного направления. Центральное тело  $M$  снабжено мотором-тормозом, способным передавать равные по величине  $\Phi l$  и зеркально-симметричные по направлению моменты сил на каждый из двух малых грузов. Устройство движется на колесиках, на которые не проведено механической тяги.

Путем прямых расчетов показано [6], что изменяемая за счет внутренних моментов сил четырехмерная ориентация его составных частей (двух малых грузов) индуцирует силовое поле, действующее непосредственно на

эти части. За счет жестких связей действие передается на все устройство, которое таким образом передвигается как целое в пространстве в отсутствие внешнего поля.

Именно в этом ключе может быть объяснен дополнительный импульс, который приводил к аномальному увеличению высоты орбиты американского спутника Эксплорер I над земной поверхностью [8]. На заключительном этапе активной траектории последняя ступень ракеты (собственно спутник) за счет моментов сил внутреннего происхождения раскручивался до угловой скорости 750 об/мин. В соответствии с обратным уравнением ориентации (9) во время углового ускорения создались условия, когда изменение четырехмерной ориентации спутника индуцировало локальные силы, действующие на него в продольном направлении. Это и привело к появлению аномального продольного импульса спутника.

Классическая механика – фундаментальная (то есть верная всегда в области своего применения) теория. А ее область, судя по приведенным примерам, не бесконечна: она заканчивается там, где в истинных уравнениях начинают влиять вращательные степени свободы. Полет американских спутников отличался большим временем экспозиции. Вследствие этого ошибка, возникшая из-за применения классических уравнений, превысила точность измерений и была точно зафиксирована.

## Литература

- [1] Родичев В.И. Теория тяготения в ортогональном репере. Новокузнецк: НФМИ, 1998. 184 с.
- [2] Шипов Г.И. Теория физического вакуума. М.: фирма “НТ-Центр”, 1993. 362с.
- [3] Мёллер К. Теория относительности. Изд. 2-е. Пер. с англ. Под ред. проф. Д.Иваненко. М.: Атомиздат, 1975.
- [4] Губарев Е.А. Теория реальной относительности. М.: Новый Центр, 2009. 215с.
- [5] Губарев Е.А. Относительность реальных систем отсчета: теория и приложения // Метафизика, 2019, №2 (32). С. 128–134.
- [6] Губарев Е.А. Принципы реальной относительности. М.: ФПТН, 2020. 336с.
- [7] Чуб В.Ф. Основы инерциальной навигации. Изд. 2-е, стереотип. М.: ЛЕ-НАНД, 2019. 200 с.
- [8] Колфилд Р. Пятидесятилетний секрет фон Брауна // <http://2012god.ru/richard-kolfild-xoaglend-pyatidesyatiletnij-sekret-fon-brauna-chast-2/>.



## ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОСТИ И УПОРЯДОЧЕННОСТИ РАСКРЫТИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В.М. Мельников<sup>1</sup>, В.П. Мельников<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Российский университет дружбы народов. Инженерная академия. АИПАН <sup>2</sup>  
Информациологической и прикладной аномалогии (АИПАН)  
vitalymelnikov45@yandex.ru, anommvp2015@bk.ru

Энергетический кризис, охвативший страны Евросоюза, Китай и ряд других стран, настоятельно указывает на необходимость как можно быстрее отказаться от использования традиционной энергетики и перейти на использование космических солнечных электростанций (КСЭС), разработка которых интенсивно проводится в Китае, Японии, США и ряде других стран. Наиболее рационально при создании КСЭС использовать космические центробежные конструкции, имеющие ряд существенных преимуществ над каркасными аналогами и другими видами космических крупногабаритных конструкций. Важным этапом создания центробежных конструкций является проблема устойчивости и упорядоченности раскрытия таких конструкций в космосе из уложенного (транспортного) состояния.

На начальном этапе разработки динамики раскрытия центробежных конструкций из уложенного состояния были выявлены нежелательные крутильные колебания ведущего центра относительно гибкой сматываемой системы и встала необходимость решения задачи подбора и согласования двигателя и нагрузки. Было предложено использовать аналогию с газовым разрядом, где электрическая дуга с восходящей вольт – амперной характеристикой устойчиво горит на падающей вольт – амперной характеристике генератора постоянного тока и любой выход системы из заданного состояния за счёт внутренней обратной связи возвращает её в прежнее состояние, исключая развитие колебаний. В случае центробежной системы падающая (с увеличением момента угловая скорость уменьшается) моментная характеристика электропривода на базе электродвигателя постоянного тока, широко используемого на космических аппаратах, накладывается на восходящую моментную характеристику центробежной системы. Представим себе центральный вал с моментом инерции  $J$ , вращающийся с некоторой производной угловой скорости  $\omega$ . К валу приложены движущий момент  $M_d = M(\omega)$  от привода и момент сопротивления  $M_c = M(\omega)$  от нагрузки. Нагрузкой в нашем случае является разворачиваемая центробежными силами конструкция. Движение системы описывается основным уравнением динамики

$$J\dot{\omega} = M_d - M_c \quad (1)$$

Рассмотрим два случая, приведенные на рис.1 (а) и (б):

1) движущий момент  $M_d$  с увеличением угловой скорости уменьшается, а момент сопротивления  $M_c$  с увеличением угловой скорости возрастает (см. рис. 1 (а));

2) движущий момент  $M_d$  с увеличением угловой скорости возрастает, а момент сопротивления  $M_c$  с увеличением угловой скорости уменьшается (см. рис.1. (б)). В первом случае (рис.1 (а)) рассмотрим три режима:  $M_d \geq M_c$ ;  $M_d = M_c$ ;  $M_d \leq M_c$ . В случае первого режима при  $M_d \geq M_c$  из уравнения (1) следует, что  $\dot{\omega} \geq 0$ , т.е. система начинает ускоряться и стремится вернуться в положение  $M_d = M_c$ . В случае третьего режима при  $M_d \leq M_c$  из уравнения (1) следует, что  $\dot{\omega} \leq 0$ , т.е. система начинает замедляться и стремится вернуться в положение  $M_d = M_c$ .

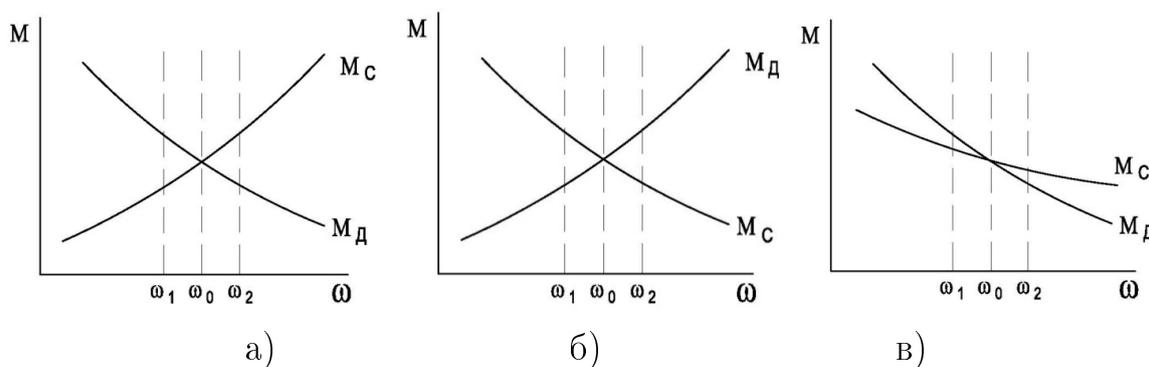


Рис. 1: Принципиально возможные зависимости  $\omega M()$  движущего момента  $M_d$  и момента сопротивления  $M_c$ : а) устойчивый режим; б) неустойчивый режим; в) устойчивый режим.

Таким образом, при любом отклонении системы от положения  $M_d = M_c$  и  $\omega\omega = 0$  в положения  $\omega\omega = 1$  или  $\omega\omega = 2$  образуется обратная связь, стремящаяся вернуть систему в первоначальное положение, т.е. система устойчива. Во втором случае (рис.1 (б)) рассмотрим три режима:  $M_d \leq M_c$ ;  $M_d = M_c$ ;  $M_d \geq M_c$ . В случае первого режима при  $M_d \leq M_c$  из уравнения (1) следует, что  $\dot{\omega} \leq 0$ , т.е. система начинает замедляться и стремится еще больше уйти из положения  $M_d = M_c$  и остановиться. В случае третьего режима при  $M_d \geq M_c$  из уравнения (1) следует, что  $\dot{\omega} \geq 0$ , т.е. система начинает ускоряться и стремится еще больше уйти из положения  $M_d = M_c$ . Таким образом, при любом отклонении системы от положения  $M_d = M_c$  и  $\omega\omega = 0$  в положения  $\omega\omega = 1$  или  $\omega\omega = 2$  образуется обратная связь, стремящаяся еще больше удалить систему от первоначального положения, т.е. система неустойчива.

Отметим, что условия устойчивости системы, рассмотренные в первом случае (см. рис.1 (а)), могут выполняться и не при столь ярко выраженных зависимостях  $\omega M_d = M()$  и  $\omega M_c = M()$ , но и таких, как приведены на рис. 1(в), где рассмотрение трёх режимов  $M_d \geq M_c$ ;  $M_d = M_c$ ;  $M_d \leq M_c$  также



даёт устойчивую картину процесса.

Приведём математическую модель системы, состоящей из центрального барабана и нерастяжимой нити с прикрепленным к её концу грузом. Такая модель физически наглядна, однако обладает многими свойствами системы с распределенной массой.

Введем правые ортогональные базисы (рис.2), инерциальную систему отсчета  $\vec{e}$  и свободные базисы  $\vec{e}^{(1)}$  и  $\vec{e}^{(2)}$ . Введем начало базиса  $\vec{e}$  в центр системы 0, направим  $\vec{e}_3$  вдоль оси вращения, следовательно  $\vec{e}_1$ , и  $\vec{e}_2$  будут находиться в плоскости разворачивания системы. Жестко привяжем базис  $\vec{e}^{(1)}$  к центральному барабану, также поместить его начало в точке 0, совместив ось  $\vec{e}_3^{(1)}$  с  $\vec{e}_3$ . Начало базиса  $\vec{e}^{(2)}$  в точке А, где выходит нить, направление вектора  $\vec{e}_3^{(2)}$  аналогично  $\vec{e}_3$ , направление вектора  $\vec{e}_1^{(2)}$  вдоль радиальной нити.

Угол отклонения от радиального направления,  $\varphi_2$ , будет далее обозначаться, как  $\varphi$ , чтобы упростить уравнение. Тогда радиус-вектор массы выражается как:

$$\vec{R} = \vec{r}_0 + \vec{L} \quad (2)$$

где  $\vec{r}_0$  – радиус центрального барабана,  $\vec{L}$  – радиус-вектор массы в базисе  $\vec{e}_2$  (длина развернутого участка нити).

Далее первая производная от радиус-вектора:

$$\dot{\vec{R}} = \vec{\omega} \times \vec{r}_0 + \dot{\vec{L}} + (\vec{\omega} + \dot{\varphi} \vec{e}_3^{(2)}) \times \vec{L} \quad (3)$$

где  $\vec{\omega}$  – угловая скорость центрального барабана относительно инерциальной системы; “ $\dot{\phantom{x}}$ ” обозначает частную производную в базисе  $\vec{e}^{(2)}$ .

Вторая производная от радиус-вектора:

$$\begin{aligned} \ddot{\vec{R}} = \dot{\vec{\omega}} \times \vec{r}_0 + \vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}_0) + \ddot{\vec{L}} + 2 (\vec{\omega} + \dot{\varphi} \vec{e}_3^{(2)}) \times \dot{\vec{L}} + (\ddot{\varphi} + \dot{\omega}) \times \vec{L} + \\ + (\vec{\omega} + \dot{\varphi} \vec{e}_3^{(2)}) \times ((\vec{\omega} + \dot{\varphi} \vec{e}_3^{(2)}) \times \vec{L}) \end{aligned} \quad (4)$$

Выразим основное уравнение динамики для массы как:

$$m \ddot{\vec{R}} = \vec{F} \quad (5)$$

Записывая проекции на оси базиса  $\vec{e}_3^{(2)}$ , используя (4), получим:

$$m \left[ r_0 (\omega^2 \cos \varphi - \dot{\omega} \sin \varphi) - \ddot{L} + L (\omega + \dot{\varphi})^2 \right] = N \quad (6)$$

$$r_0 (\dot{\omega} \cos \varphi + \omega^2 \sin \varphi) + 2 (\omega + \dot{\varphi}) \dot{L} + (\dot{\omega} + \ddot{\varphi}) L = 0 \quad (7)$$

где  $N$  – напряжение на корневом поперечном сечении,  $\dot{L}$ ,  $\ddot{L}$  – искомые законы управления разворачиванием нити.

Выразим теорему изменения кинетического момента для центрального барабана как:

$$\vec{K}_1 = \vec{M} + n \left( \vec{r}_0 \times \vec{N} \right) \quad (8)$$

где  $\vec{M}$  - закон управления изменением внешнего момента  $\omega M()$ , сообщаемого приводом;  $n$  - количество подвешенных на нити грузов.

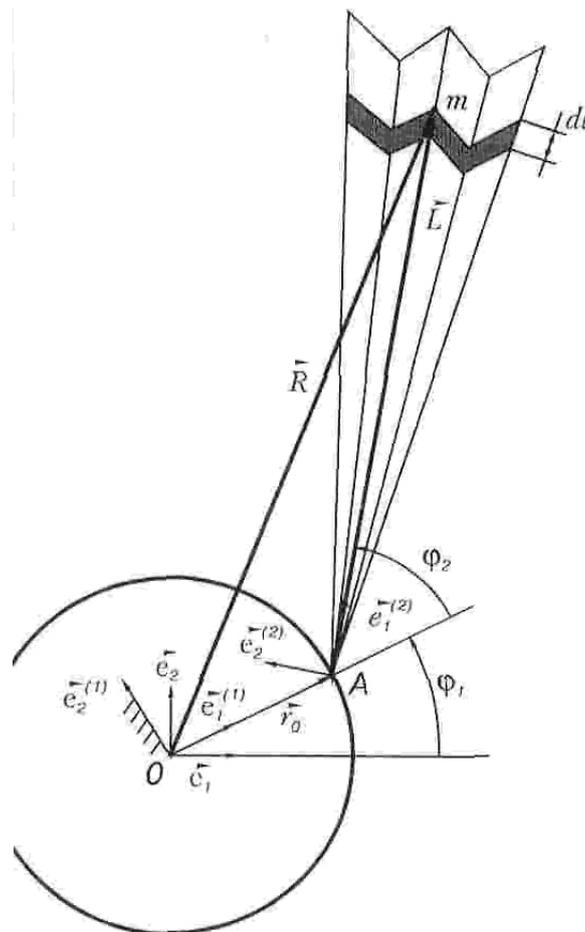


Рис. 2: Системы координат управляемого раскрытия центробежной механической системы.

Проецируя на ось вращения получаем:

$$J\dot{\omega} = M + nr_0 N \sin\varphi, \quad (9)$$

где  $J$  - момент инерции центрального барабана.

Система уравнений (6,7,9) описывает разворачивание механической системы, состоящей из центрального барабана, подвешенных на нити грузов и приводов управления с определенными характеристиками. При использовании падающей моментной характеристики электродвигателя постоянного тока численные расчёты дали устойчивую картину процесса раскрытия, подтверждённую в космическом эксперименте.



## СЕКЦИЯ III.

Состояние и перспективы  
теоретико-полевой парадигмы



## НЕОБЫЧНЫЕ СВОЙСТВА ВОЛН ДЕ БРОЙЛЯ

Н.В. Самсоненко, М.В. Сёмин

*Институт физических исследований и технологий  
Российский Университет дружбы народов  
nsamson@bk.ru, mvsemin@yandex.ru*

В статье рассматриваются свойства волны де Бройля знакомые широкому кругу физиков, а также малоизвестные свойства волны де Бройля, которые не укладываются в рамки ортодоксальной квантовой механики, однако и не противоречат ей.

Начиная с момента опубликования статьи Бома 1952 года [1], де Бройль возвращается к своим работам 1924-1927 годов. Он утверждает, что физика срочно нуждается в новых образах, позволяющих представить в пространстве и времени структуру элементарных и сложных частиц. Созданию таких образов как на тот момент, так и сейчас мешает устоявшаяся версия копенгагенской интерпретации квантовой механики, запрещающая мыслить наглядными образами, при представлении элементарных частиц [2]. Мы придерживаемся точки зрения де Бройля на то, что волны материи не абстрактны и существуют в нашем пространстве  $(xyzt)$ , в отличие от конфигурационного пространства  $3N$  измерений и продемонстрируем основные свойства волн де Бройля известные на данный момент, имеющие наглядный образ.

Основная гипотеза квантовой механики состоит в том, что любой свободной частице, движущейся со скоростью  $v$  соответствует плоская волна [3]

$$\psi = \psi_0 e^{\frac{i}{\hbar}(Et - \vec{p}\vec{r})} = \psi_0 e^{\frac{i}{\hbar}(\omega t - \vec{k}\vec{r})}. \quad (1)$$

Согласно гипотезе де Бройля для покоящихся массивных частиц (в силу “великого закона природы”):

$$m_0 c^2 = \hbar \omega_0, \quad (2)$$

где  $\omega_0$  – частота внутренних колебаний частицы,  $m_0$  – масса покоя.

То есть, де Бройль связывает существование массы покоя всех материальных частиц, в частности электрона, с неким периодическим процессом происходящим внутри частицы. Для покоящихся частиц данный процесс выходит за границы частицы и для неподвижного относительно частицы наблюдателя происходит мгновенно во всем пространстве. То есть, массивная частица является генератором колебаний с частотой  $\omega_0$ , а вся Вселенная – резонатором этих колебаний. При этом никакой волны в обычном понимании для покоящейся частицы не существует.

Однако, де Бройлю сначала не удавалось обойти трудность, состоящую в том, что (2) не является лоренц-ковариантным выражением, поскольку при

увеличении скорости частицы частота внутренних колебаний частицы уменьшалась, в то время как масса увеличивалась:

$$\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}} \neq \hbar \omega_0 \sqrt{1 - \beta^2}. \quad (3)$$

Тогда де Бройль предлагает перейти от колебаний к внешней волне с помощью преобразований Лоренца для времени:

$$t \rightarrow \frac{t - \frac{\beta x}{c}}{\sqrt{1 - \beta^2}} \quad (4)$$

Получим лоренц-ковариантное выражение:

$$\frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \frac{\hbar \omega_0}{\sqrt{1 - \beta^2}}. \quad (5)$$

Итак, первый замечательный факт состоит в том, что действительно формула (2) принимает элегантный лоренц-ковариантный вид:

$$m c^2 = \hbar \omega \quad (6)$$

Перечислим основные свойства волны де Бройля.

1. Волна де Бройля носит универсальный характер (**не зависит от постоянной Планка**), и она существует не только у квантовых объектов, но и у макроскопических. Действительно, представив импульс через волновой вектор, мы видим, что постоянная Планка в числителе и знаменателе сокращается:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{p} = \frac{h}{\hbar k} = \frac{1}{k}. \quad (7)$$

2. Волна де Бройля является **фазовой волной**, и она не переносит энергию.
3. Волной де Бройля обладают **все частицы** ( $> 400$ ) включая истинно нейтральные.

То есть, решения всех уравнений первого порядка для любых частиц с разным спином обязаны удовлетворять волновому уравнению второго порядка. В этом и состоит волновой аспект корпускулярно-волнового дуализма.

Естественно было бы положить, что волна де Бройля является волной электромагнитной, что и было по началу предложено де Бройлем. Однако, существуют элементарные частицы, например,  $\pi^0$ - мезон, который имеет нулевое значение электрического заряда, магнитного момента, барионного и лептонного чисел, изотопического спина, так называемые истинно нейтральные частицы, у которых также есть волна де Бройля.



4. Волна де Бройля всегда связана с частицей. Если нет частицы, то и нет волны. Стоит также ещё раз подчеркнуть, что когда **частица покоится**, то **волны нет**, а **есть** только **колебания**.

5. Скорость волны де Бройля по определению равна

$$V = \frac{c^2}{v} > c. \quad (8)$$

Она строго больше скорости света, но только для массивных частиц. Поскольку де Бройль считал, что волна материи связана с массой, а у каждой частицы есть волна, то отсюда можно получить следующее свойство волн де Бройля.

6. Для фотона скорость волны де Бройля  $V_\gamma > c$  а скорость корпускулы  $v_\gamma < c$ , при предположении, что у фотона есть масса покоя отличная от нуля.

7. Волны де Бройля обладают **дисперсией** даже **в вакууме**, поскольку есть зависимость скорости волн де Бройля от частоты колебаний  $V = f(\omega)$ , поэтому из них невозможно построить пакет волн, который бы не расплылся со временем [6].

8. Интересно, что если частица покоится, то существуют только колебания, а если частица движется, то у нее появляется две волны, которые связаны жестким соотношением:

$$v \cdot V = c^2 \quad (9)$$

где  $V$  – скорость волны де Бройля,  $v$  – скорость корпускулы, которую де Бройль в своей диссертации первоначально отождествил с групповой скоростью.

9. Для покоящейся частицы получаем неопределенность:

$$0 \cdot \infty = c^2. \quad (10)$$

Используя определение скорости волны де Бройля (8), можно переписать выражение для волны де Бройля не через **скорость частицы**  $v < c$ , как это делается в курсе стандартной квантовой механики, а через **скорость волны** де Бройля, которая движется со скоростью  $V > c$ :

$$\lambda = V \cdot T = V \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \left[ \omega = \frac{mc^2}{\hbar}, \frac{c^2}{v} = V \right] = 2\pi \frac{\hbar}{mv} = \frac{h}{p} = \lambda_B \quad (11)$$

Таким образом, мы имеем два самостоятельных, но связанных между собой объекта: корпускулу и волну, которые вместе представляют частицу.

10. Модель частицы с массой покоя  $m_0 \neq 0$  можно представить в виде стоячей “электромагнитной” волны де Бройля.

Де Бройль в работе 1925 года [4] предложил рассмотреть “электромагнитную” величину  $A$ , распространяющуюся со скоростью света в вакууме согласно волновому уравнению, решение для которого он предположил известным (плоская волна). Отличие от волновой функции состояло в том, что амплитуда данной “электромагнитной” величины зависела от пространственных переменных и времени. В системе отсчета массивной частицы де Бройль получает выражение  $A_0$ :

$$A_0 = \frac{K}{r_0} \left\{ \cos \left( 2\pi\nu_0 \left( t_0 + \frac{r_0}{c} \right) + \alpha_0 \right) + \cos \left( 2\pi\nu_0 \left( t_0 - \frac{r_0}{c} \right) - \alpha_0 \right) \right\}. \quad (12)$$

Здесь  $\nu_0$  является частотой внутренних колебаний массивной частицы.

“Все происходит так, как если бы имелась суперпозиция сходящейся волны и расходящейся со скоростью света” [4].

В целом величина  $A_0$  согласно (12) представляет собой стоячую волну для покоящейся частицы с массой ( $m_0c^2 = h\nu_0 \neq 0$ ) в то время как каждое слагаемое в (12) по отдельности удовлетворяет волновому уравнению для безмассовых частиц (например, фотонов) в любой системе отсчёта, покоящейся либо движущейся относительно наблюдателя с произвольной скоростью.

Рассмотрим понятие изотропного вектора. Характеристики частиц в пространстве времени можно описать 4-вектором. Изотропный вектор – ненулевой вектор псевдоевклидова векторного пространства ортогональный самому себе, имеющий нулевую длину в смысле скалярного произведения рассматриваемого пространства. Изотропный вектор лежит на световом конусе и с ним можно связать 4-вектор энергии импульса фотона ( $\frac{E}{c}, p_x p_y p_z$ ). Если рассматривать двумерное пространство-время  $(t, x)$  (рис.1), то можно заметить, что любой времениподобный вектор (находящийся внутри двумерного светового конуса) можно разложить на два пространственно противоположных изотропных вектора. Кроме того, если рассматривать трехмерное пространство-время  $(t, x, y)$ , то данные изотропные вектора могут быть и не пространственно противоположны, достаточно чтобы они были не коллинеарны (рис. 2). Таким образом, можно из двух безмассовых частиц форми-

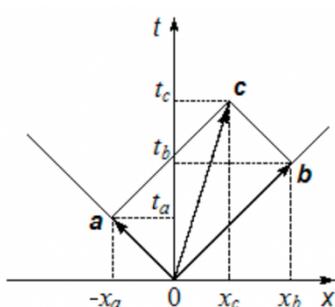


Рис. 1

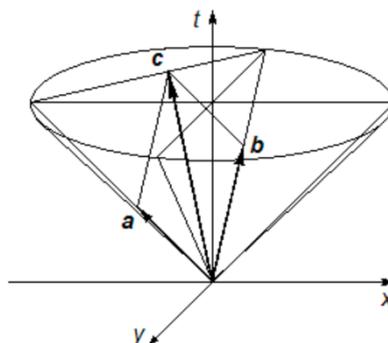


Рис. 2



ровать частицы с массами. В частности, можно рассмотреть суперпозицию двух встречных “электромагнитных” волн, как модель частицы с массой.

Рассмотрим стоячую волну, образованную в системе отсчета  $o'(t', x')$  суперпозицией двух встречных бегущих волн, одинаковых по частоте и амплитуде [5]:

$$\cos(\omega_0 t' - k_0 x') + \cos(\omega_0 t' + k_0 x') = 2 \cos(k_0 x') \cos \omega_0 t' \quad (13)$$

В системе отсчёта  $O(t, x)$ , движущейся относительно исходной системы со скоростью  $v$  навстречу первой волне, частоты обеих волн изменятся согласно эффекту Доплера:

$$\omega_1 = \omega_0 \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}} = \omega_0 \frac{1 + v/c}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}, \quad \omega_2 = \omega_0 \sqrt{\frac{1 - v/c}{1 + v/c}} = \omega_0 \frac{1 - v/c}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} \quad (14)$$

Запишем суперпозицию в системе  $O$ :

$$\cos(\omega_1 t - k_1 x) + \cos(\omega_2 t + k_2 x) = 2 \cos(\omega t - Kx) \cos(\Omega t - kx), \quad (15)$$

где

$$\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} = \Omega, \quad \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} = \omega, \quad \frac{k_1 + k_2}{2} = K, \quad \frac{k_1 - k_2}{2} = k. \quad (16)$$

Тогда:

$$\frac{\Omega}{k} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{k_1 - k_2} = V > c \quad (17)$$

$$\frac{\omega}{K} = \frac{\omega_1 - \omega_2}{k_1 + k_2} = v < c \quad (18)$$

Имеем

$$vV = \frac{\omega\Omega}{Kk} = c^2 \quad (19)$$

что в точности повторяет результат, полученный де Бройлем ещё в 1925 году.

Итак, когда мы рассматриваем в некоторой системе отсчёта стоячую волну (одномерную или трёхмерную), а потом переходим в новую систему отсчёта, движущуюся относительно исходной со скоростью  $v$ , то тем самым получаем в новой системе отсчёта волну, в которой узлы и пучности перемещаются со скоростью  $v$ . Через параметры волны могут быть выражены и волновые (длины волн де Бройля и Комптона), и корпускулярные (4-вектор энергии-импульса и масса покоя) характеристики микрочастицы. Можно сделать вывод, что точечная микрочастица представляет собой некоторый волновой процесс, занимающий все пространство. Волновая функция

микрочастицы является суперпозицией процессов, имеющих световую, а не сверхсветовую скорость.

В заключении отметим, что “существуют различные интерпретации квантовой механики. Доминирующей является Копенгагенская интерпретация. Менее известна интерпретация де Бройля-Бома, которую иногда называют причинной интерпретацией. Следует подчеркнуть, что многочисленные предложения по экспериментальному определению одной из двух вышеприведенных интерпретаций пока не увенчались успехом. Таким образом, спустя сто лет со времени наблюдения первых квантовых явлений этот вопрос остается открытым” [7].

Один из авторов<sup>1)</sup> благодарит Фонд де Бройля за организацию годичной научной стажировки в 1980 г. в Институте Анри Пуанкаре (Франция) и особенно учеников де Бройля профессоров Петью Ж., Вижье Ж., Лошака Ж. за многочисленные дискуссии о природе волн де Бройля, которые до сих пор являются стимулом его новых научных исследований.

## Литература

- [1] D. Bohm, Phys. Rev., 85, 166. - 1952.
- [2] Louis de Broglie La physique quantique restera-t-elle indeterministe// Paris, p. V-VII, 1-22, 1953.
- [3] Louis de Broglie. Recherches sur la théorie des quanta. – Ann. De Physique. Série X. 1925. 3. P. 22. Имеется перевод на русский язык: Луи де Бройль. Исследования по теории квантов. Докторская диссертация. Избранные научные труды. Т.1. Становление квантовой физики: работы 1921-1934 годов. – М.: Логос, 2010. - 556 с.
- [4] Louis de Broglie Sur la frequence propre de l’electron. – Compt. Rend. 1925. 180. P.498. Имеется перевод на русский язык: Луи де Бройль. О собственной частоте электрона. Избранные научные труды. Т.1. Становление квантовой физики: работы 1921-1934 годов. – М.: Логос, 2010. - 556 с.
- [5] Goryunov A. V. Walking Wave as a Model of Particle //arXiv preprint arXiv:1006.0016. – 2010
- [6] Vysikaylo, P. I., N. V. Samsonenko, and M. V. Semin. "De Broglie wave in vacuum, matter and nanostructures.-*Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1560. No. 1. IOP Publishing, 2020.
- [7] Самсоненко Н. В. Интерпретация квантовой механики 100 лет спустя после ее создания //Метафизика. – 2018. – №. 2. – С. 59-62.
- [8] Samsonenko, N. V., Ndahayo, F., Manga, A. U., & Semin, M. V. . "The choice of dynamic variables in quantum theory.-*IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 675. No. 1. IOP Publishing, 2019.



## ВОЗНИКАЕТ ЛИ “ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ” В МОДЕЛИ БАРУТА ДЛЯ СПЕКТРА МАСС ЧАСТИЦ?

Н.В. Самсоненко, Р. Хайдар, М.А. Алибин

*Институт физических исследований и технологий Российского Университета дружбы  
народов*

nsamson@bk.ru , raief.haidar@gmail.com , maalibin2017@mail.ru

В работе [1] рассмотрена возможность описания спектра масс элементарных частиц с помощью последовательности чисел Фибоначчи (каждое последующее число является суммой 2-х предыдущих):

$$0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34 \dots \quad (1)$$

Разделив последующее число на предыдущее (исключая “0”), получим ряд Фибоначчи:

$$\frac{1}{1}, \frac{2}{1}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{8}{5}, \frac{13}{8}, \frac{21}{13}, \frac{34}{21} \dots \rightarrow 1,618 \quad (2)$$

Предел отношений (число 1,618) называется “золотым числом” или “золотым сечением”. Оно известно с древности и давно стало синонимом слова гармония [2].

В работе [1] предложена эмпирическая формула для описания спектра масс частиц

$$m = m_e \cdot n \cdot 1,618^\vartheta \quad (3)$$

Здесь  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ,  $\vartheta = 0, 1, 2, 3, \dots$ . При  $n = 0$ ,  $\vartheta = 0$  получаем  $m=0$ ;  $n = 1$ ,  $\vartheta = 0$  получаем  $m = m_e = 0,51$  МэВ;  $n = 7$ ,  $\vartheta = 7$  получаем  $m_\mu = 104$  МэВ;  $n = 46$ ,  $\vartheta = 9$  получаем  $m_\tau = 1786$  МэВ.

Известны и другие формулы для описания спектра масс частиц. Например, в формуле Варламова [3]

$$m = m_e \left( l + \frac{1}{2} \right) \left( i + \frac{1}{2} \right) \quad (4)$$

массу определяют параметры " $l$ " и " $i$ " характеризующие циклическое представление группы Лоренца, при этом спин даётся формулой  $s = |l - i|$  [3].

Общим недостатком формул (3), (4) и других похожих формул является отсутствие разумных критериев выбора численных параметров  $n$  и  $\vartheta$  (в формуле (3)) и  $l$ ,  $i$  (в формуле (4)).

Поэтому актуальной задачей является поиск альтернативных подходов, при которых требуемые числовые значения параметров в формулах фиксировались бы автоматически, исходя из каких-либо общих принципов.

Как известно, само описание спектра масс наблюдаемых элементарных частиц включено в список Гинзбурга из 30 наиболее важных нерешенных проблем теоретической физики на сегодняшний день [4]. Существует множество подходов к его решению: групповые методы, основанные на  $SU(N)$ -симметрии (Гелл-Манн); динамический (Барут) [5,6]; реляционный (Владимиров) [7]; геометрический (Болохов, Владимиров) [8] и многие другие [9,10]. В результате чего были выведены новые выражения, характеризующие массы лептонов и адронов. Из известных нам на сегодняшний день подходов нельзя с уверенностью утверждать, что один из методов гораздо лучше, чем другой. На наш взгляд перспективным является подход Барута, позволяющий естественным образом распространить его идеи, использованные для описания спектра лептонов на адронный сектор, который является гораздо более богатым по числу наблюдаемых состояний [5].

Задачей данной работы является изложение и рассмотрение возможной связи чисел Фибоначчи со спектром масс частиц, путем использования нестандартной и перспективной модели Барута, выступающей в качестве инструмента для анализа и поиска ограничений спектра масс частиц. Теория модели Барута сфокусирована на трёх частицах, связанных между собой на малых расстояниях, в основном, магнитными силами. В модели Барута [5] все элементарные частицы рассматриваются как возбужденные состояния (резонансы) связанных систем, состоящих из базовых фундаментальных стабильных частиц - протонов, электронов, нейтрино и их античастиц.

Гамильтониан взаимодействия в модели Барута записывается, исходя из общих принципов (релятивистской инвариантности, калибровочной инвариантности и добавления Паулевских членов в уравнение Дирака).

В нерелятивистском пределе в случае проблемы двух тел он имеет вид:

$$H = \frac{1}{2m_1} \left( \vec{P}_1 - e_1 \vec{A}(r_1) \right)^2 + \frac{1}{2m_2} \left( \vec{P}_2 - e_2 \vec{A}(r_2) \right)^2 + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{e_1 e_2}{|r_1 - r_2|} + s_{12} (\vec{r}_1 - \vec{r}_2) \quad (5)$$

В приближении центрального поля (в действительности это не так) для радиальной функции  $R = X/r$  получим уравнение вида

$$\frac{\ddot{X}}{X} = E + \frac{a}{r} + \frac{b}{r^2} + \frac{c}{r^3} + \frac{d}{r^4} \quad (6)$$

Параметры  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  автоматически фиксируются в модели. При  $E < 0$  имеем обычные связанные состояния, масса которых меньше на величину энергии связи (дефекта масс). При  $E > 0$  возможно образование квазисвязанных состояний в ямах с потенциальными барьерами и эти состояния интерпретируются как резонансы с полной массой больше суммы масс составляющих объектов.



Анализ уравнения (6) показал, что для таких квазисвязанных состояний с большими массами справедлива приближенная массовая формула

$$m = B_n \frac{4}{\alpha} n \sqrt{l(l+1)} m_e \quad (7)$$

Здесь  $\alpha = \frac{e^2}{\hbar c}$ ,  $n = 2, 3, 4, \dots$ ,  $l = 1, 2, \dots, n - 1$ . Для простейшего случая  $n = 2$ ,  $l = 1$ , параметр  $B_2$  заключен в интервале

$$1 < B_2 < 2, 598 \quad (8)$$

и по порядку величины близок к золотому сечению 1,618.

## Литература

- [1] Хайдар Р.Н., Прадхан Б.Г. Золотое сечение и спектр масс элементарных частиц. М.: РУДН. — LVI Всероссийская конференция по проблемам динамики, физики частиц, физики плазмы и оптоэлектроники. — 2020. — С. 59–63.
- [2] 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. doi: 10.22363/2224-7580-2021-2-39-56
- [3] Varlamov V. V. 2017. Mass quantization and Lorentz group Mathematical Structures and Modeling 2(42) pp 11-28.
- [4] Гинзбург В. Л. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными // УФН, т.169, с 419-441, 1999.
- [5] Barut A. O. Surveys in High Energy Physics. Vol. 1(2). 1980. pp. 113-140.
- [6] Barut A. O. Lepton Mass Formula // Phys.Rev.Lett., p.1251, 1979. doi:10.1103/PhysRevLett.42.1252.
- [7] Владимиров Ю. С., Ромашка М. Ю. Принцип Маха в теории Хойла–Нарликара и в унарном реляционном подходе. Часть I // Вестник РУДН. Серия “Математика. Информатика. Физика”. 2011. № 1. С. 121–133. [Vladimirov Yu. S., Romashka M. Yu. Princip Makha v teorii Khojla–Narlikara i v unarnom relyacionnom podkhode. Chastj I // Vestnik RUDN. Seriya “Matematika. Informatika. Fizika”. 2011. No 1. S. 121–133. ]
- [8] Болохов С. В. К некоторым аспектам реляционного подхода в физике // Метафизика. 2014. № 2 (12). С. 29–48.
- [9] Nambu Y. 1952. An empirical mass spectrum of elementary particles Prog, Theor.Phys.7. pp 595-96.
- [10] Koide Y. 1983. New view of quark and lepton mass hierarchy. Physical Review D28 pp252-54.

# ЧАСТИЦЫ В АЛГЕБРОДИНАМИКЕ: ЕДИНАЯ МИРОВАЯ ЛИНИЯ, “ПОЛУ-ЭЛЕКТРОН” И КВАНТОВАЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ

В.В. Кассандров

*Институт физики, технологии и информационных систем МПГУ*

vkassan@sci.pfu.edu.ru

## 1 Введение. Элементарные частицы: точечные или пространственно протяженные?

Проблема *частиц* как первоэлементов материи, их элементарности, структуры, характеристик, взаимодействий и взаимоотношения с фундаментальными полями, безусловно, представляется наиболее фундаментальной в теоретической физике и в естествознании вообще. Ф. Дайсон, один из создателей квантовой электродинамики, говорил: “В экспериментах мы никогда не имеем дела с *полями*, но всегда с *частицами*” [1]. Более того, в концепции прямого межчастичного взаимодействия (см., например, [2]) оказывается возможным вообще обойтись только частицами, без введения полей, но при сохранении фундаментальных условий релятивистской инвариантности и запаздывания.

Одними из первых напрашиваются вопросы об истинной элементарности “элементарных частиц” и об их размерах. В физике XX века и по настоящее время господствует представление об их *точечности*, по крайней мере что касается электронов; это свойство вроде бы подтверждается экспериментами по рассеянию электронов на протонах и нейтронах. Вся классическая и квантовая электродинамика построена в этой парадигме и на соответствующем аппарате  $\delta$ -функции Дирака. Предположение о точечности электронов существенно упрощает вычисления, но, с другой стороны, приводит к хорошо известной проблеме *расходимостей*. Ее преодоление в квантовой электродинамике хотя и может считаться успешным, но выглядит все же искусственным и в существенной степени неоднозначным.

С другой стороны, даже в рамках традиционных теорий поля для согласования с экспериментом оказывается необходимым введение т.н. “*формфакторов*”, т.е. пространственных распределений динамических характеристик частиц, в частности, самих протонов и нейтронов. Это фактически предполагает отказ от концепции точечных частиц и переход к их трактовке как пространственно *протяженных*<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Разумеется, это не касается электронов и кварков, которые по-прежнему рассматриваются как точечные и истинно элементарные



Действительно, представления о протяженных, неточечных частицах со своими размерами и внутренней структурой сложились еще во времена Лоренца и Пуанкаре, когда электрон рассматривался как сфера или шарик с радиусом порядка классического радиуса электрона  $e^2/mc^2 \sim 10^{-13}$  см. Это позволяло отождествить всю его массу с энергией (массой) покоя собственного электростатического поля<sup>2</sup>.

Впоследствии концепция протяженных частиц получила развитие в контексте *нелинейных теорий поля*, где они ассоциировались со всюду регулярными решениями соответствующих уравнений, а их характеристики вычислялись по интегралам от плотностей “нетеровских зарядов”. Иными словами, частица в таком подходе представляет собой область большой амплитуды, “сгусток” поля. Соответствующие решения ранее назывались “частицеподобными”, теперь их чаще трактуют как “*солитоны*” (точнее, солитоноподобные решения). Тем не менее, данный подход также встречает серьезные трудности, связанные в первую очередь с почти полным произволом в выборе вида нелинейных членов, а также необходимостью обеспечения *устойчивости* таких полевых сгустков по отношению ко внешним возмущениям поля.

Кроме того, в большинстве моделей характеристики соответствующих сгустков-частиц не квантуются *автоматически*, так что получение дискретного или, тем более, реалистического спектра масс и проч. остается лишь мечтой.

Таким образом, несмотря на математическую красоту и прозрачную физическую интерпретацию частиц как протяженных полевых образований – солитонов, представление об математически *идеальной* точечной природе истинно элементарных частиц – “*первозлементов*” материи выглядит предпочтительнее. Что же касается связанной с сингулярностями проблемы расходимостей, то строгий математический аппарат, обходящий ее, возможно, существует и будет еще разработан. На это указывает, в частности, тот факт, что закон движения сингулярностей *выводится*, как в случае ОТО, из самих нелинейных уравнений поля.

## 2 Тожждественность частиц и единая Мировая линия Уилера-Фейнмана

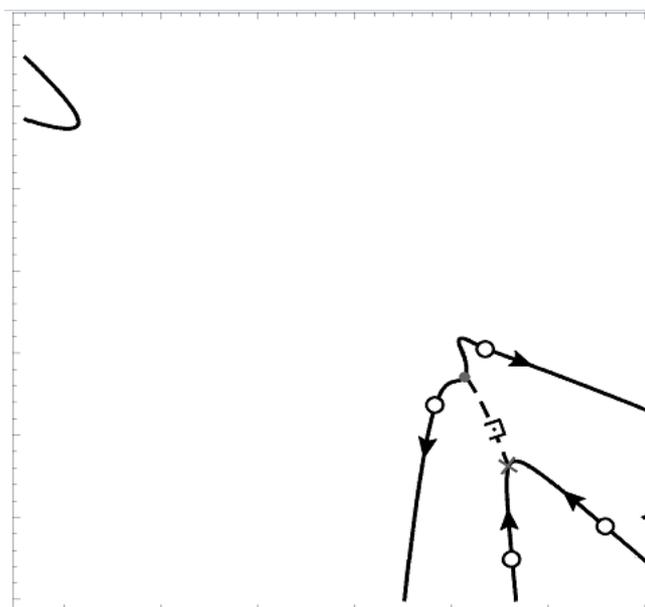
Существует, однако, ряд проблем, которые трудно разрешимы и в рамках представления о точечности частиц. Рассмотрим, в частности, процесс *аннигиляции* пары *точечных* частицы/античастицы. Естественно полагать, что такой процесс происходит *мгновенно* и *контактно*, т.е. во вполне определенной точке пространства-времени. Однако *вероятность совпадения двух*

<sup>2</sup>Для точечного электрона собственная электростатическая энергия поля, как известно, является бесконечной

идеальных точек при их движении общего вида строго равно нулю! Иными словами, в такой парадигме процесс аннигиляции строго запрещен! Заметим, что подобные соображения указывают на возможную струнную природу элементарных частиц, поскольку именно в 3-мерном пространстве струны общего вида пересекаются в некоторых точках в определенные дискретные моменты времени<sup>3</sup>.

Другой фундаментальной проблемой представляется свойство тождественности элементарных частиц (каждого из нескольких дискретных их типов). Более конкретно, теория должна ответить на вопрос, почему, например, электрические заряды и спины всех элементарных частиц – конститuentов материи, равны<sup>4</sup> (или кратны) друг другу.

Обе эти проблемы можно решить в рамках концепции единой Мировой линии (единой МЛ), предложенной<sup>5</sup> в 40-х годах Дж.А. Уилером и Р. Фейнманом [5] (а еще до них – Е.С.Ж. Штюкельбергом [6]). В этой красивой конструкции, называемой еще теорией “одноэлектронной Вселенной” (“one-electron Universe”), предполагается, что **все** электроны – по сути **один и тот же** электрон, локализованный или наблюдаемый в разных точках единственной Мировой линии! Это, разумеется, мгновенно решает проблему тождественности электронов. Тем не менее, свойство зарядовой асимметрии и процесс аннигиляции/рождения пары по-прежнему не описываются адекватно в парадигме единой МЛ. Действительно, рассмотрим нерелятивистскую вер-



сию единой МЛ Штюкельберга (рис 1). В произвольный момент времени

<sup>3</sup>Грин [3], наоборот, рассматривает это как довод в пользу 3-мерности базового физического пространства

<sup>4</sup>В то время как массы разных классов частиц имеют вполне определенные отношения, хотя и равны для частиц одного и того же класса

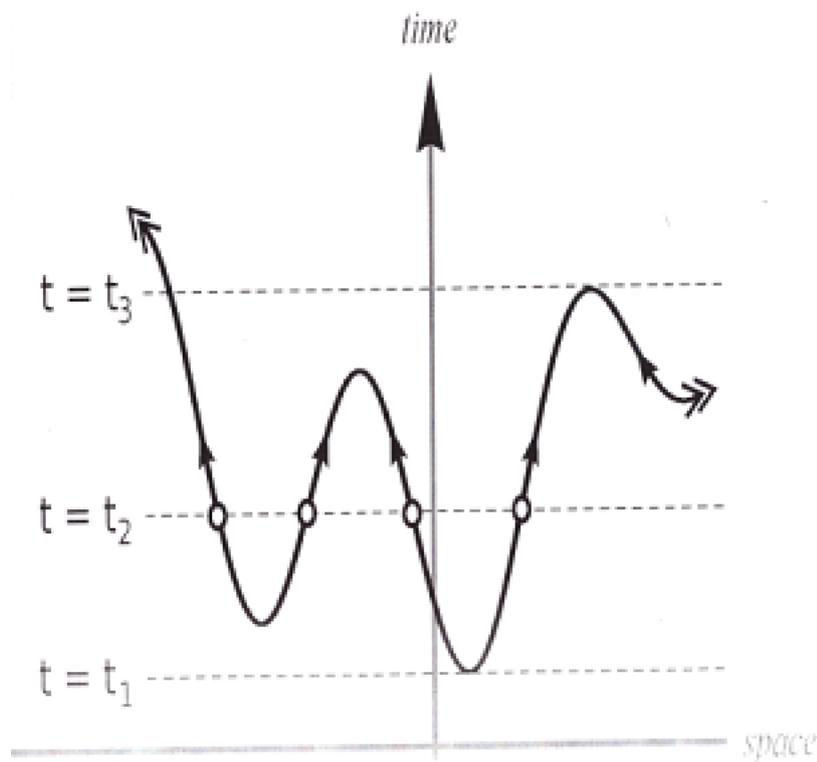
<sup>5</sup>С историей открытия и развития этой концепции можно ознакомиться, например, по статье [4]



( $t=t_2$ ) наблюдатель фиксирует некоторое (огромное?) количество частиц на МЛ. При возрастании времени некоторые их пары движутся навстречу и в какой-то момент ( $t=t_3$ ) аннигилируют; в другие моменты ( $t=t_1$ ) имеет место рождение пары. Очевидно, однако, что при этом *материя либо исчезает бесследно, либо возникает из ничего.*

### 3 Алгебродинамика, “полу-электрон” и квантовая интерференция

Адекватная версия единой МЛ была предложена в работе автора с сотр. [7] и основана на *алгебраической реализации* концепции единой МЛ. А именно, зададим МЛ неявно, в виде системы уравнений  $F_a(x,y,z,t)=0$ ,  $a=1,2,3$ . Тогда в каждый момент времени имеем набор корней  $\{x,y,z\}$ , фиксирующих положение ансамбля тождественных точечных частиц на единой МЛ. При этом, если функции  $\{F_a\}$  представляются (невырожденными независимыми) *полиномами*, то моменты аннигиляции/рождения пары отвечают слияниям пары *вещественных* (R) корней с последующим их переходом в пару *комплексно сопряженных* (C) или обратно. Таким образом, приходим к коллективной алгебраической динамике двух типов (R,C) тождественных частиц на единой МЛ (рис 2). Важно, что для МЛ, параметризуемой любой полино-



миальной системой уравнений, **как следствие формул Виета** выполняются законы сохранения полного импульса, (аналога) полной энергии, а также

углового момента (подробнее см., например, [8]), так что коллективная динамика автоматически **оказывается и консервативной**. С другой стороны, возникает необходимость рассмотрения *комплексной* МЛ, которая как раз и реализуется в развиваемом автором *алгебродинамическом* подходе.

Действительно, в алгебродинамике (см., например, [9], [10]), вся динамика полей и их сингулярностей-частиц полностью определяются решениями уравнений “бикватернионной аналитичности”. Последние представляют собой естественное обобщение условий Коши-Римана в ТФКП на некоммутативную алгебру бикватернионов  $\mathbf{B}$ , *алгебру пространства-времени*. Одним из основных классов решений этих уравнений и является структура, генерируемая комплексной МЛ. При этом соответствующая система (полиномиальных) уравнений дополняется *уравнением светового конуса*, так что соответствующая версия коллективной динамики на единой МЛ оказывается *релятивистски инвариантной* [11].

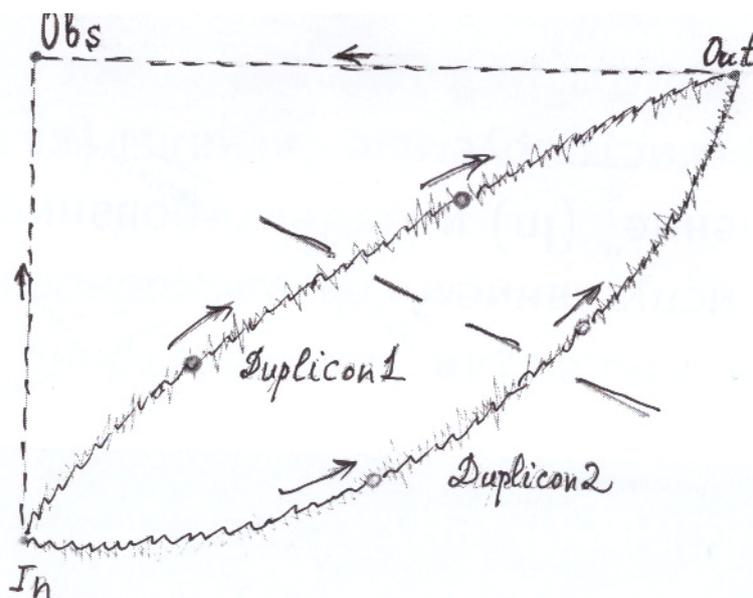
С другой стороны, слияния корней в такой ситуации приводят к сингулярностям  $\mathbf{B}$ -полей (и ассоциируемых с ними *твисторного* и *калибровочного* полей), распространяющихся от точки слияния к наблюдателю по *изотропной прямой*, (т.е. по световому лучу). Такой процесс естественно интерпретировать как светоподобный импульс-сигнал, по которому наблюдатель детектирует положение частицы (электрона?). В другие моменты времени частицы недоступны для регистрации.

Отсюда возникает (в некотором смысле экзотическая) гипотеза о том, что истинными первоэлементами материи являются не сами известные частицы (электроны), а из “половинки”, полу-электроны (dimerouselectrons) – тождественные точечные образования (“дубликоны”, duplicons) на единой МЛ [10]. То, что мы воспринимаем в качестве частицы как таковой, на самом деле представляет собой пару сливающихся дубликонов. Так что фактически электрон как таковой **существует лишь в некоторые дискретные моменты времени!**

Такая неожиданная гипотеза “полу-электрона” приводит к возможности ясной классической трактовки явлений *квантовой интерференции* [10]. Рассмотрим, действительно, процесс двух последовательных слияний пары дубликонов (In, Out), регистрируемых наблюдателем (Obs). Между ними каждый движется по собственной траектории **комплексной** МЛ, причем набег фазы *комплексного времени* каждого  $\delta\varphi$  пропорционален соответствующему интервалу Минковского  $\delta s$ ,  $\delta\varphi = \left(\frac{2Mc}{\hbar}\right) \delta s$ . При этом фазы комплексных координат точек слияния могут отличаться на целое число  $2\pi$ , так что *интерференционные максимумы* определяются условием [10]

$$S := 2Mc \oint \delta s = \varphi Nh, \quad N = 0, 1, 2, \dots, \quad (1)$$

где интеграл берется по петле InOutIn, образуемой траекториями дубликонов.



Это условие, своего рода *квантование действия*, с другой стороны представляет собой релятивистское обобщение условия максимумов интерференции де Бройля, в которое и переходит при  $v \ll c$ . Отличия в каноническом и алгебродинамическом описании явлений квантовой интерференции, а также связь условия (1) с фейнмановским подходом к КМ и с условиями квантования Бора-Зоммерфельда описаны в [10].

В заключение заметим, что *алгебродинамика* по существу представляет собой пока единственную радикальную попытку непредвзято, не прибегая к принятым в настоящее время моделям и интерпретациям экспериментов, “прочитать” истинные законы природы во внутренних свойствах исключительных математических структур. При этом возникающая картина Мира оказывается совершенно неожиданной и может считаться более достоверной, чем господствующие в современной физике “полу-феноменологические” теории.

## Литература

- [1] Dyson F.J. (1949) Phys. Rev. 75, 786.
- [2] Владимиров Ю.С., Турыгин А.Ю. Теория прямого межчастичного взаимодействия. – М., Энергоатомиздат, 1986.
- [3] Грин, Б. Элегантная Вселенная. – М., УРСС, 2005, с. 233.
- [4] Schweber, S.S. (1986). Rev. Mod. Phys. 58, 449.
- [5] Wheeler, J.A., Feynman R.P. (1945) Rev. Mod. Phys. 17, 157.
- [6] Stuckelberg E.C.G. (1941) Helv. Phys. Acta 14, 321; 14, 588.
- [7] Kassandrov V.V., Khasanov I.Sh. (2013) J. Phys. A: Math. Theor. 46, 175206; arXiv:1211.7002.

- 
- [8] Kassandrov V.V., Khasanov I.Sh., Markova, N.V. (2014) Вестник РУДН. Мат., Инф., Физ. №2, 169; arXiv:1402.6158.
- [9] Кассандров В.В. Алгебраическая структура пространства-времени и алгебродинамика. – М., УДН, 1992.
- [10] Kassandrov V.V. (2009) Phys. Atom. Nucl. 72, 613; arXiv:1501.01606.
- [11] Kassandro, V.V., Khasanov I.Sh. and Markova, N.V. (2015) J. Phys. A: Math. Theor. 48, 395204; arXiv:0907.5425.



## К ТЕОРИИ СТРУН

**Б.Л. Ихлов**

ПГНИУ, ОКБ “Маяк”, ведущий инженер-исследователь  
boris.ichlov@gmail.com

Показано, что в теории струн “электрическая” масса электрона много больше измеренной. Отмечено, что теория струн не стыкуется с механизмом Хиггса, определяет нереальную силу натяжения.

### 1 Введение

Теория струн (ТС) – попытка объединения гравитации, квантовой теории поля и Стандартной модели, возникла из наблюдения за рассеянием пионов, которые вели себя как релятивистские струны. Из условия принадлежности физическому гильбертову пространству шпурионного состояния, построенного с помощью генераторов Вирасоро, и из требования, чтобы физическое гильбертово пространство не содержало духов, получается размерность пространства-времени  $D = 26$  [1].

### 2 Масса электрона

Характеристики электрона:  $m = 10^{-30}$  кг,  $e = -1,6 \times 10^{-19}$  Кл, измеренный радиус  $r = 10^{-22}$  м

$$\lambda_{\text{Compt}} = 2\pi\hbar/mc \approx 2,4 \cdot 10^{-12} \text{ м},$$

$$r_{\text{Классич}} = e^2/mc^2 \approx 2,8 \cdot 10^{-15} \text{ м},$$

$$r_{\text{Грав}} = 2Gm/c^2 \approx 1,35 \cdot 10^{-57} \text{ м}.$$

Классический радиус электрона вычислен из приравнивания электрической энергии к  $mc^2$ . Энергия заряженного шара  $U = ake^2/r$ , где  $a$  – коэффициент порядка единицы, характеризующий геометрию тела,  $r$  – характерный размер тела,  $k = 1/4\pi\epsilon_0$ ,  $k = 10^{10} \text{ Н} \times \text{м}^2/\text{Кл}^2$ ,  $m_{\text{total}} = m_1 + m_2 = U/c^2 + m_1$ ;  $m_2 = U/c^2$ . Если электрон – струна, и, следовательно, его размер порядка  $10^{-35}$  м, то его “электрическая” масса будет порядка  $10^{-10}$  кг, что на 20 порядков больше измеренной массы электрона.

### 3 Частота

1) Частоты идеальной классической струны определяются по формуле  $\omega_n = \pi n \sqrt{f/lm}$ , где  $f$  – сила натяжения,  $l$  – длина,  $m$  – масса. Размеры струны – порядка  $10^{-35}$  м, масса электрона – порядка  $10^{-30}$ , чтобы частота была

хотя бы порядка  $10^0$ , сила натяжения должна быть  $10^{-66} \text{ Н}$ . Поскольку концы струн движутся со скоростью света, частота ее вращения -  $\nu = c/\pi l \sim 10^{43}$ . Однако частота колебаний  $n$ -ной моды для классической вращающейся струны пропорциональна частоте вращения  $\omega_n = [(2n - 1)n]^{1/2}\omega$ . Тогда сила натяжения – гигантская,  $f \sim 10^{87} \text{ Н}$ .

2) Если фотон – струна, его частота и размеры на много порядков больше, чем следует из идеологии теории струн.

3) Если масса струн определяется их колебаниями, то у струны должны быть гармоники с кратно большими массами.

## 4 Черные дыры

Совпадение значения энтропии черной дыры, вычисленной по ТС со значением, полученным Бекенштейном и Хокингом, сомнительно, они использовали классическую термодинамику. Гиббонс и Хокинг для описания черной дыры включают в действие  $S_g = k \int R\sqrt{-g}d^4x$  свободную энергию  $F = E - TS$ , но выбирают классическое выражение для свободной энергии и классический канонический ансамбль Гиббса с вероятностью реализации конкретного состояния с энергией  $E_\tau$ :  $\omega_\tau = e^{E_\tau/kT}/Z$ , где нормирующая статистическая сумма  $Z = \sum_\tau e^{-E_\tau/kT}$ . Энтропия системы  $S = -k \int \rho \ln \rho d\tau$ , где  $\rho$  – плотность вероятности (из дискретного уравнения Шеннона). Вероятность описывается распределением Пуассона, Гаусса, биномиальным распределением и т.д. То есть, у Гиббонса и Хокинга тепловая энергия просто добавляется к механической энергии системы. Однако теплота и механическая энергия в СТО преобразуются по-разному,  $Q = \gamma^4 Q'$ ,  $\gamma = \sqrt{1 - v^2/c^2}$  [2]. Кроме того, законы физики эквивалентны в пространстве Минковского относительно преобразований группы Лоренца. Сильно искривленные пространства – относительно группы Бонди-Метцнера-Сакса и др. Т.е. в ОТО распределения Гаусса (нормальное распределение Пирсона типа IX), Коши, Фишера, логнормального, Пуассона – не симметричны. В [3, с. 112] распределения Бозе и Ферми получают, исходя из классической функции распределения с релятивистским аргументом. Однако очевидно, что при преобразованиях Лоренца при распределении случайной величины вдоль вектора скорости системы отсчета смещается математическое ожидание  $M = (M' + ut)/\gamma$  и формула для плотности вероятности  $f(x) = (\sigma\sqrt{2\pi})^{-1} \exp[-(x - M)^2/2\sigma^2]$  переходит в  $f(x) = (\gamma\sigma'\sqrt{2\pi})^{-1} \exp[-(x' - M')^2/2\gamma^2\sigma'^2]$ . Т.е. плотность вероятности при переходе в движущуюся систему координат преобразуется сложным образом. С другой стороны, гравитационное поле нарушает 2-й закон термодинамики [4].



## 5 Механизм Хиггса, тахионы, духи

1) В теории струн масса каждой частицы возникает вследствие ее колебаний. Однако масса частиц возникает вследствие механизма Хиггса.

2) В начальных версиях теории струн возникали тахионы, квадрат массы частицы (наинизшая энергия колебания струны между бранами)  $m^2 = -1/\alpha' + (d/2\pi\alpha')^2$ ,  $\alpha'$  – параметр теории,  $d$  – расстояние, если браны достаточно близки, может быть меньше нуля). Использование суперсимметрии избавляет теорию от тахионов. Но. В уравнении геодезических положим  $y = z = \text{const}$ . В метрике Фридмана-Робертсона-Уокера  $\Gamma_{01}^1 = \dot{a}/a$ , положив функцию Хаббла постоянной, получим:  $x = x_0 - A \ln t$  г, где  $A = \text{const} > 0$ . То есть, в метрике Фридмана содержится такое решение уравнений геодезических, которое в каждый момент времени возвращает точку в начало координат. Но это еще не петля времени. Без ограничения общности представим замкнутую времениподобную геодезическую в виде эллипса:  $t^2 + a^2 x^2 = b^2$ . Уравнение для эллипса  $dt = (a/b) x dx / \sqrt{1 - x^2/b^2}$  могло бы играть роль уравнения для интервала, если бы не одинаковый знак у  $t^2$  и  $x^2$ . Т.е.  $dt_{\text{эллипса}} = a x dt_{\text{света}}$ , где  $a$  – новая константа. Выпишем выражение для метрики Гёделя:  $ds^2 = [-(dt + e^x dz)^2 + dx^2 + dy^2 + e^{2x} dz^2/2]/2\omega^2$ .

Переопределив координаты и положив  $x = y = 0$ , получим:  $ds^2 = -dt^2 - dz^2/2 - 2tdt dz$ . Т.е. появление замкнутых времениподобных в метрике Гёделя – тривиально, ибо у  $dt^2$  и  $dz^2$  одинаковые знаки. Замкнутые времениподобные возникают потому, что в уравнении для интервала фигурирует мнимое время. Для световой волны это означает затухание. Т.е. временные петли в ОТО не являются нарушением причинности, а соответствуют затухающим процессам.

Рассмотрим выражение для частоты в релятивистском эффекте Доплера:  $\omega = \omega_0 \sqrt{(1 - v/c)/(1 + v/c)}$ .

При превышении скорости света электромагнитное возмущение перестает иметь форму распространяющихся в бесконечность колебаний. При  $v > c$  частота становится мнимой, следовательно, амплитуды электромагнитных возмущений будут затухать без осцилляций по экспоненте:  $A \sim e^{-\beta t}$ , где  $\beta = \omega_0 \sqrt{v/c - 1/\sqrt{v/c + 1}}$ . То есть, существование тахионов физически означает затухающие решения, следовательно, тахионы не могут уносить энергии из системы. Если теория струн избавилась от тахионов, это не плюс теории, а минус. Аналогично: духи “вручную” исключаются из спектра струн, хотя играют роль в их динамике. Положительная вероятность события означает, что при проведении эксперимента в будущем величина  $f$  примет значение  $f_p$  с вероятностью  $p$ . Отрицательная вероятность ( $-p$ ), которую отметили Вигнер, Дирак, Фейнман, означает, что  $f$  могла принять значение  $f_p$  с вероятностью  $p$  в прошлом, что не означает нарушения причинности.

Вероятность связана с симметрией пространства, соответственно, отри-

цательная вероятность соотносится с инверсией времени. Инверсия времени физически отражает симметрию законов физики (через коэффициенты Онсагера), а также связана с затухающими процессами. Отрицательная вероятность [5] физически означает ограниченность классического детерминизма, в квантовой механике она возникает естественно из-за принципиальной ненаблюдаемости, например, спина при возможности наблюдения его проекций, что может иллюстрировать известный парадокс треугольной комнаты. Вероятность принимает отрицательные значения в некогерентных фоковских и в запутанных состояниях. Принудительное устранение отрицательной вероятности означает устранение квантовости. Отрицательная вероятность не менее физична, чем отрицательная энергия. Духи Фаддеева – Попова - фиктивные поля и соответствующие им частицы в теории калибровочных полей для сокращения вкладов нефизических времениподобных и продольных состояний калибровочных бозонов. Без духов Фаддеева- Попова нельзя корректно записать континуальный интеграл в Стандартной модели.

Таким образом, размерность пространства не может быть вычислена из условия отсутствия духов.

## 6 Теория относительности

1) В ОТО геометрия не фиксирована и эволюционирует во времени. В теории струн этого нет, то есть, квантовая гравитация в аппарате теории струн не является фоново независимой.

2) Важнейшая симметрия в теории струн – группа диффеоморфизмов, репараметризационная инвариантность (R-инвариантность): независимость геометрических свойств поверхности от градуировки линейки, независимость структуры мирового листа от масштаба линейки. На квантовом уровне R-инвариантность может быть сохранена лишь в 10-мерном пространстве. Однако, как показал М. О. Катанаев, путем алгебраических преобразований можно перейти из пространства, например, де Ситтера в пространство Фридмана, из пространства Фридмана в пространство анти-де Ситтера, которые обладают разными топологиями. Т.е. использование R-инвариантности искусственно.

## 7 Расходимости

Поскольку толщина струны нулевая, объем струны – нулевой, следовательно, ультрафиолетовые расходимости должны сохраниться:  $m_{em}c^2 = \frac{\varepsilon_0}{2} \int E^2 dV = \left(\frac{4\pi}{3}\right)^{1/3} \frac{1}{8\pi\varepsilon_0} \frac{q^2}{V^{1/3}}$ . Перенормировка в виде включения в лагранжиан отрицательной голой массы в качестве контрчлена имеет физический смысл. В электродинамике использование метода возмущений, реализуемого с помощью



диаграмм Фейнмана, успешно, т.к. S-матрица рассеяния зависит от безразмерного малого параметра, постоянной тонкой структуры  $\alpha \approx 7,3 \cdot 10^{-3}$ . В гравитации константа не является малой и имеет размерность. Это говорит только о том, что метод возмущений не является адекватным. Если теория струн позволяет его использовать в квантовой гравитации, это указывает на ее неадекватность.

## 8 Актуальность

1) Энергии, которые необходимы для подтверждения теории струн – на 15 порядков больше достигнутых.

2) Теория суперструн требует суперсимметрии, то есть, наличия за пределами энергетического лимита тяжелых супер-частиц, фотино, гравитино, скварков, хигсино и пр. Эти частицы, как и лептокварки, не обнаружены, эксперименты на Большом адронном коллайдере не подтверждают версию суперсимметрии. Не найдены варианты экспериментального подтверждения теории струн. Струн нет и на карте реликтового излучения.

3) Кроме объединения Стандартной модели, квантовой механики и гравитации, которое остается под вопросом, теория струн ничего не дает.

## 9 Философия

1) Частота колебаний струны определяется длиной, натяжением и массой, т.е. нельзя определить массу через энергию колебаний, если этой массы не было изначально. Идеология “нот” теряет смысл.

2) Струна – геометрически образ, не имеет толщины, следовательно, не имеет структуры, следовательно, не имеет качеств. С тем же успехом можно утверждать, что частицы суть числа.

3) Утверждается, что какова бы ни был Вселенная, всегда найдется такой способ компактификации, чтобы свести ее к Вселенной, которая была бы согласована с ТС, следовательно, ТС не противоречит современным экспериментам и не будет противоречить никакому опыту в обозримом будущем. Это означает, что теорию струн нельзя опровергнуть. По мнению Ли Смолина теория не фальсифицируема, из-за проблемы ландшафта, “струнный” подход основан на предположениях, которые не доказаны. Это некорректно. ТС фальсифицируема, но принцип фальсификации не является научным. Научность теории доказывается соответствием эксперименту, которого у теории струн нет, поскольку энергии, при которых проявляется теория, недостижимы, и ее применимостью на практике, которая тоже отсутствует. ТС не делает новые предсказания, проверяемые современными или мыслимыми экспериментами. То, что струнных теорий  $10^{500}$ , не означает, что найдется хотя бы одна правильная, тезис о невозможности опровергнуть ТС ложный.

4) КМ, СТО и ОТО возникли не из внутренних неудобств теорий, но из эксперимента. Для ТС, квантовой гравитации нет экспериментов, которые были бы парадоксальны, нарушали бы прежние представления. Создание ТС не вытекало из проблем развития даже теоретической части физики, которое шло параллельно формированию ТС.

5) Теория струн предсказывает постоянную смену коллапса и нового рождения Вселенной, даже с поправкой Толмена о росте энтропии это круговорот, что противоречит законам диалектики. В ТС время возникает до материи, форма появляется до содержания, что не может быть верным. Философия теории струн следует порочной философии “первокирпичика”. Утверждается, что теория суперструн есть теория всего, “окончательная теория”, что противоречит понятию теории. Любая теория всегда ограничена. Само появление теории струн симптоматично и отражает структурный кризис в физике.

## 10 Заключение

Теория струн и суперструн, подобно построениям Герсонида, Аль Битруджи или Птолемея, либо не имеет отношения к эксперименту, либо им опровергается. Тем не менее, возможно ее использование в идеологии метода малого параметра, исчезающего в конечном расчете, если роль малого параметра после устранения расходимостей играют характерные размеры струн.

## Литература

- [1] Каку М. Введение в теорию суперструн. М.: Мир, 1999. С. 80-86.
- [2] Ихлов Б. Л. Термодинамический подход в космологии. Евразийский научный журнал. 2019. №1. [http://journalpro.ru/articles/termodynamicheskiy-prodkhod-v-kosmologii/?sphrase\\_id=14205](http://journalpro.ru/articles/termodynamicheskiy-prodkhod-v-kosmologii/?sphrase_id=14205)
- [3] Горбунов Д. С., Рубаков В. А. Введение в теорию ранней Вселенной. Теория горячего Большого взрыва. М.: ЛКИ, 2008. 552 с.
- [4] Palma G., Normale S., Sormani M. C., Peierls R. Counterintuitive effect of gravity on the heat capacity of a metal sphere: re-examination of a well-known problem. <https://arxiv.org/pdf/1502.01337.pdf>
- [5] Feynman, R. Negative probability. In Hiley, B. and Peat, F. editors, *Quantum implications^essays in honour of David Bohm*, P. 235-248. Routledge, London and New York.



# КВАНТОВЫЙ КОСМОЛОГИЧЕСКИЙ ВАКУУМ

**Б.Л. Ихлов**

*ПГНИУ, ОКБ “Маяк”, ведущий инженер-исследователь*

*boris.ichlov@gmail.com*

Рассмотрено уравнение движения с законом Хаббла как силой антигравитации. Определен потенциал космологического вакуума, выписано условие постоянства его плотности. Введено поле, вакуум которого мог бы порождать антигравитацию, и группа симметрии для мнимых и отрицательных масс.

## 1 Введение

По версии Глинера разбегание галактик вызвано антигравитацией, которая порождается отрицательной плотностью вакуума [1]. Из общих соображений кажется очевидным, что вакуум Эйнштейна-Глинера имеет не макроскопическую, но квантово-полевую природу.

## 2 Квазиклассические приближение

Связь критической плотности и постоянной Хаббла  $H = (8\pi G\rho_c/3)^{1/2}$  выводится из классического равенства кинетической энергии галактики и потенциальной энергии гравитации,  $v^2 = 2GM/R = 8\pi G\rho R^2/3 = H^2 R^2$ . В таком случае сила гравитационного отталкивания в 8 раз отличается от гравитационного притяжения:  $F = 8GMm/R^2$ . Но в ОТО нет классического закона сохранения энергии, поэтому для определения состояния с не увеличивающейся скоростью можно использовать условие равновесия отталкивающей силы и силы ускоряющей. Тогда исчезает множитель 8, ускорение, придаваемое антигравитацией, запишется в виде  $a = GM/R^2$ . То есть, антигравитация становится тождественной гравитации, закон Глинера – закону Ньютона.

Рассмотрим простейшее одномерное движение в поле центральной силы, т.е. под действием силы тяготения:  $Gm_1m_2/r^2 = m_1d^2r/dt^2$ . Отсюда находим скорость:  $v = (c + Gm_2/r)^{1/2}$ , константа интегрирования  $c = v_0^2 - Gm_2/r_0$ . На больших начальных расстояниях и при нулевой начальной скорости  $r \sim (t + c_1)^{2/3}$ , где  $c_1$  – новая константа интегрирования. То есть, расстояние  $r_0 - r \rightarrow 0$  по степенному закону с показателем меньше единицы. Имеем уравнение с разделяющимися переменными  $(c + Gm_2/r)^{-1/2}dr = dt$ , и путем переопределения  $r$  и  $t$  получаем безразмерное уравнение  $x^2dx/\sqrt{x^2 \pm 1} = dt'$ , решения которого находятся с помощью интегрирования по частям и с тригонометрическими подстановками, в зависимости от направления начальной скорости:

$$t \sim t' = 2x/z + (x^2/z^2 - 1) \ln((x/z + 1)/(x/z - 1))/4 +$$

$$+ \ln(x + z)) / (x^2/z^2 - 1) + \ln(x + z) + C$$

где  $z = \sqrt{x^2 + 1}$ , и второе решение:  $t \sim t' = -x^2[2z + \ln((z+1)/(z-1))/x^2]/4 - \ln(x + \sqrt{x^2 - 1}) + C$ , где  $z = \sqrt{1 - 1/x^2}$ , обоих случаях  $r \sim x^2$  расстояние не выражено через время явно, но характер движения ясен: если начальная скорость одного тела направлена к другому, сближение происходит с увеличивающимся ускорением. Если начальная скорость противоположна, сначала она снизится до нуля, после чего тела начнут сближение с растущим ускорением.

Уравнение движения с учетом “силы” Хаббла имеет вид  $r^2\ddot{r} + Hr^2\dot{r} - Gm_1 = 0$ , где  $m_1$  – масса одного тела,  $m_2$  – масса другого. Уравнение имеет решение, которое показывает, что тела движутся навстречу друг другу с постоянной скоростью, что справедливо, например, для сближения туманности Андромеды и Млечного пути. Вращение добавляет член с центробежным ускорением:  $r^2\ddot{r} + Hr^2\dot{r} - Gm_1 + \omega^2 r^3 = 0$ . Сделаем уравнение безразмерным, введем  $R^3 = Gm_1 r^3 / H^2$  и  $\tau = Ht$ . Тогда

$$R^2\ddot{R} + R^2\dot{R} + (\omega/H)^2 R^3 = 1 \quad (1)$$

Вынесем угловую скорость за пределы досягаемости измерительных приборов -  $10^{-13}$ , тогда  $\ddot{R} + \dot{R} + 10^{25} \cdot R = 1/R^2$ . Уравнение не имеет решений, содержащих уменьшение радиуса до нуля. Решениями (1) являются быстрые мелкие колебания при крайне малых расстояниях, вблизи начального положения  $R(t=0) = 1$ . При малых  $R$  прослеживается стационарное решение. При больших  $R$  сближения тел не будет, т.к. в этом случае притяжением  $1/R^2$  явно можно пренебречь в сравнении с центробежной силой. То есть, в рамках приближения для качественных оценок модель антигравитации работает и при наличии вращения. Возникает вопрос о квантово-полевым обосновании “силы Хаббла”  $f = mH^2 r$ .

### 3 Проблема космологической постоянной.

#### Эффект Казимира

В [2] оценка плотности космологического вакуума оказывается на 47 порядков выше экспериментальной. Данная оценка некорректны. Для безмассового скалярного поля внутри куба плотность энергии вакуума  $\varepsilon = -0,015/a$ , где  $a$  – ребро куба. Для безмассового спинорного поля между бесконечными параллельными пластинами  $\varepsilon = -7\pi^2/2880a^3$  [3]. Для массивного поля пластинами из граничных условий получается соотношение:  $ma \sin ka + ka \cos ka = 0$ , где  $a$  – расстояние между пластинами,  $k$  – волновой вектор,  $m \tan ka + k = 0$ ;  $\tilde{k} + \tan(ma\tilde{k}) = 0$ ;  $\tilde{k} = k/m$ . Графически решения уравнения – пересечения функций  $y = \tilde{k}$ ;  $y = \tan(ma\tilde{k})$ , соответственно  $k_n = (\pi/am)(n + 1/4)$ ,



плотность энергии вакуума для массивного спинорного поля равна плотности вакуума безмассового поля с точностью до коэффициента. Для различных полей плотность энергии Казимира  $\varepsilon \sim k/r$  ( $k$  – коэффициент пропорциональности) [3], для скалярных полей возникают расходимости, которые не снимаются выбором способа регуляризации или температурными поправками [4]. В эпоху  $\Lambda$ -доминирования плотность энергии Казимира известных полей на 17-18 порядков меньше плотности космологического вакуума и не может играть роль источника антигравитации.

#### 4 Поля Хиггса, Линде, Янга-Миллса

Лагранжиан минимальной модели Хиггса  $L_{Higgs} = \partial_\mu \varphi^+ \partial^\mu \varphi / 2 + m^2 \varphi^+ \varphi / 2 - \lambda (\varphi^+ \varphi)^2 / 4$ . При  $m^2 > 0$  вакуумное среднее  $\langle \varphi \rangle = 0$ . При  $m^2 < 0$  у потенциала – два минимума,  $\langle \varphi \rangle = \pm m / \sqrt{\lambda} = \pm u$ , экстремум  $\varphi = 0$  не соответствует минимуму потенциала. При разложении вблизи минимума по малым возмущениям  $\varphi = u + v$  лагранжиан имеет вид:

$$L_{fluct} = (\partial_\mu v)^2 / 2 - \lambda u^2 v^2 - \lambda u v^3 - \lambda v^4 / 4 + const.$$

Отождествляя слагаемые в полученном лагранжиане и лагранжиане для линейного уравнения Клейна-Гордона-Фока  $L_{KG} = (\partial_\mu y)^2 / 2 - m^2 y^2 / 2$ , получим: массу хиггсовской частицы  $m_v = \sqrt{2\lambda u^2} = \sqrt{2}m$

Уравнение, полученное из приведенного выше лагранжиана с  $m^2 > 0$  имеет вид:

$$\partial_\mu \partial^\mu \varphi + \omega_0^2 \varphi + \lambda \varphi^3 / 2 = 0.$$

Переопределяя  $\varphi \rightarrow N$ ,  $x \rightarrow \xi$ ,  $t \rightarrow \tau$  и меняя знак константы самодействия, можно добиться устранения коэффициентов в уравнении; в плоской задаче уравнение переходит в следующее:

$$-\partial_{\tau\tau} N + \partial_{\xi\xi} N + N - N^3 = 0$$

В стационарном случае уравнение имеет решение  $N_{CT} = \sqrt{2k^2 / (1 + k^2)} \cdot sn[(\xi - \xi_0) / \sqrt{1 + k^2}]$ , где  $k$  – модуль эллиптической функции Якоби,  $\xi_0$  – константа интегрирования, которую можно положить равной нулю. Данное движение неустойчиво относительно плоских продольных флуктуаций  $N = N_{CT} + \Phi(\xi) \cdot e^{i\alpha\xi} \cdot e^{-\beta\tau}$  и трехмерных поперечных длинноволновых флуктуаций. Если масса велика, а константа самодействия мала, мнимость массы приводит к тахионному решению, если выбрать из решений  $\exp[\pm(i\omega t)]$  физически осмысленные, то к затуханию поля. Т.е., хотя вакуумное среднее поля Хиггса не зависит от координаты, но оно больше нуля и не может служить источником антигравитации.

Простейшее уравнение скалярного поля в модели Албрехта, Стейнхардта, Линде имеет вид:

$$H = \dot{a}/a = \sqrt{2\pi G/3m\varphi}, \quad \ddot{\varphi} + 3H\dot{\varphi} + m^2\varphi = 0$$

Выпишем уравнение для колебаний с трением:  $\ddot{\varphi} + 2\delta\dot{\varphi} + \omega_0^2\varphi = 0$ . При большом трении  $\delta > \omega_0$  колебания отсутствуют:  $\varphi = e^{-\delta t}(Ae^{\omega_0 t} + Be^{-\omega_0 t})$ . Следовательно, при большой постоянной Хаббла скалярное поле порождать частицы не может. Амплитуда поля быстро снижается к нулю, поле перестает играть роль. Колебательный режим возможен только тогда, когда трение, наоборот, мало:  $\omega_0 > \delta$ , тогда  $\varphi \sim e^{-\delta t} \cos(\omega t + \varphi_0)$ ,  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ . Но в таком случае спектр поля ограничивается одной частотой (одной частицей). Если постоянна Хаббла начала уменьшаться, она должна была пройти критическую точку, при  $\omega_0 = \delta$  - критическое затухание:  $\varphi = e^{-\delta t}(A + Bt)$ . В этой точке поле тоже затухает и не может перейти в колебательный режим. Если квадрат частоты отрицателен, как в лагранжиане Хиггса, тогда режим тоже будет колебательным. Если и трение отрицательно, решение определяется характеристическим уравнением и совпадает со случаем большого трения, с нарастающей и затухающей частями. Энергия Казимира данного скалярного поля тоже спадает с радиусом.

Уравнения Янга-Миллса на больших расстояниях дают силу, не зависящую от расстояния (потенциал пропорционален расстоянию), потенциал сильного взаимодействия  $V_S = -a/r + br$ , соответственно, глюонный и кварковый конденсаты так же не могут играть роль космологического вакуума.

## 5 Антигравитационный потенциал

Т.к. в эпоху  $\Lambda$ -доминирования плотность вакуума постоянна, то

$$\langle 0|T| \rangle_{reg} = \frac{1}{2} \left[ \sum_0^\infty (\partial_\mu \varphi_n^- \partial^\mu \varphi_n^+ + \partial_\mu \varphi_n^+ \partial^\mu \varphi_n^- + \beta(r) \varphi_n^- \varphi_n^+) \right]_{reg} = \text{const}(r, R) < 0 \quad (2)$$

где  $\varphi$  - скалярное поле,  $R$  - радиус Вселенной из нормировки  $i \int_0^R \varphi_n * \partial_t \varphi_n dx = 1$ ,  $\beta$  - функция, характеризующая антигравитацию. Запишем потенциал вакуума в объеме Вселенной в виде:

$$V = \hbar c \sum_i \frac{k_i}{r} - \frac{1}{2} H_0^2 r^2 \quad (3)$$

где  $H_0$  - постоянная Хаббла. Второй член правой части (3) соответствует уравнениям Фридмана, первый - обобщенный потенциал в эффекте Казимира, где константы  $k_i$  характеризуют тип поля. Плотность вакуума содержится



в  $H_0$  и она является не зависящим от радиуса вакуумным средним некоего поля.

Допустим, что весь потенциал есть вакуумное среднее. Сконструируем скалярное поле, порождающее второй член в правой части (3) таким образом, чтобы его потенциал был бы пропорционален простейшим образом вакуумному среднему, введем  $H = qH_0$ , где  $q = \text{const}$ .

Поскольку мы рассматриваем большие расстояния, первый член в (3) можно опустить. Тогда уравнение КГФ для скалярного поля запишется по аналогии с уравнением КГФ с внешним полем  $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} + (m^2 - H^2 r)\varphi = 0$ . Плотность вакуума уже заключена в  $H$ , поэтому член с  $m^2$  – лишний:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} - H^2 r \varphi = 0 \quad (4)$$

Выделим класс решений (4)  $\varphi = f(t)u(r)$  (задача Гурса). В рамках идеологии классической механики система двух тел описывается с помощью силы тяготения и силы отталкивания Хаббла, однако в виду того, что сила Хаббла с расстоянием растет, и сила тяготения падает, колебательный режим не наступает. Кроме того, “жесткость” расталкивающей “пружины” отрицательна. Поэтому вместо гармонических функций – экспоненциальное затухание или нарастание:  $f \sim e^{\delta t}$ , в зависимости от знака  $\delta$ . Тогда  $u'' - (H^2 r + \delta^2)u = 0$ . Данное уравнение является уравнением Риккати и имеет решение  $u = c_1 Ai[(H^2 r - \delta^2)/H^{4/3}] + c_2 Bi[(H^2 r - \delta^2)/H^{4/3}]$ , где  $Ai$  – функция Эйри,  $Bi$  – функции, – отличающаяся по фазе на  $\pi/2$  от  $Ai$ -функции Эйри, описывающие почти синусоиду с увеличивающейся амплитудой и понижающейся частотой. При  $x \rightarrow \infty$  функция  $Ai$  монотонно убывает по экспоненте,  $Bi$  при  $x \rightarrow \infty$  монотонно растет по экспоненте. Решение  $\varphi = (c_1 Ai + c_2 Bi)(c_3 e^{\delta t} + c_4 e^{-\delta t} + c_5)$  не может соответствовать квантовому полю, оно не порождает частицы и не имеет основного состояния. Другим классом решений (4) являются гармонические осцилляции  $f \sim e^{i\omega t}$ , решение включает функции Эйри:  $\varphi = (c_1 Ai + c_2 Bi)(c_3 e^{i\omega t} + c_4)$ . Т.к. на больших расстояниях поле не может спадать по экспоненте, то  $c_1 = 0$ ,  $\varphi = c_2 Bi[(H^2 r + \delta^2)/H^{4/3}](c_3 e^{i\omega t} + c_4)$ . Т.к.  $Bi(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} [\exp(xt - t^3/3) + \sin(xt + t^3/3)] dt$ ,  $Bi(\omega, r) \sim \exp(H^{2/3} r)/r$ , очевидно, что потенциал вакуума в уравнениях Фридмана в модели антигравитации не будет удовлетворять условию (2).

В замкнутом объеме вакуумное среднее полей убывает с ростом объема. Масса космологического вакуума, наоборот, растет пропорционально объему Вселенной. В таком случае должна снижаться частота колебаний поля, порождающего космологический вакуум. Этого не происходит, если скалярное поле неким образом содержит вращательную степень свободы. Уравнение скалярного поля описывает колебания одномерной струны. Уравнение

колебаний вращающейся струны:  $\ddot{y} + W^2[(x^2 - l^2)y']'/2 = 0$ , где  $W$  - частота вращения,  $l$  - длина струны. Пространственная часть решения уравнения представляет собой полиномы Лежандра, временная - гармоническое осцилляции, частота  $n$ -ной моды  $\omega_n = [(2n - 1)n]^{1/2}W$ . Т.е. частоты колебаний поля пропорциональны частоте вращения, но не зависят от длины. Можно предположить, что искомое уравнение для скалярного поля имеет вид

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} + qH^2 \frac{\partial}{\partial r} [(r^2 - R^2) \frac{\partial \varphi}{\partial r}] = 0 \quad (5)$$

где  $R$  - радиус Вселенной,  $q = const$ , член с  $qH^2 r$  может соответствовать "силе Хаббла".

Уравнение (5) будет уравнением скалярного поля, если время - мнимое, что соответствует мнимой массе. Нарушение причинности не происходит, т.к. тахионное поле нестабильно, при этом конденсат скалярного поля чисто мнимой массы - стабилен. Уравнение Дирака тоже имеет тахионные решения, волновая функция преобразуется с помощью гамма-матрицы  $\psi \rightarrow \gamma^2 \psi$ , и решения для частиц с отрицательными массами. Преобразование волновой функции частицы в волновую функцию античастицы осуществляется с помощью зарядового сопряжения и гамма-матрицы:  $\psi \rightarrow C\gamma^0 \psi$ . Перевод античастицы в частицу с отрицательной массой - с помощью  $\gamma^1$ , частицы в частицу с отрицательной массой - с помощью матрицы  $\gamma^1 C\gamma^0$ . В продолжение гипотезы Терлецкого можно ввести оператор  $M$  [5], который переводит частицу в тахион, гравитационную массу в антигравитационную:

$$M\Psi(m_g) = \Psi(im_g); M^2\Psi(-m_g) \quad (6)$$

Группа  $M$  изоморфна  $C_4$  и может быть встроена в группу  $CPT \rightarrow CPTM$ .

## Литература

- [1] Глинер Э. Б. Вакуумоподобное состояние среды и фридмановская космология // ДАН СССР. 1970. № 192(4). С. 771-774.
- [2] С. Вайнберг. Проблема космологической постоянной // УФН. 1989. Т. 158, вып. 8. С. 639-678.
- [3] Мостепаненко В. М., Трунов Н. Я. Эффект Казимира и его приложения // УФН. 1988. Т. 156. Вып. 3. С. 385-426.
- [4] Ихлов Б. Л. Хиггсовский вакуум в теории гравитации. Автореф. канд. дисс. физ-мат. наук. М.: МГУ, 1987. 15 с.
- [5] Ikhlov B. L. Violation of Lorentz invariance as a symmetry // Proceedings of the International Conference "Scientific research of the SCO countries: synergy and integration". Part 1. August 4, 2021. Beijing, PRC. P. 147-157. DOI 10.34660/INF.2021.13.42.021



# ПОДХОДЫ К РАЗРЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ДЕЙТЕРИЯ, СВЯЗЫВАЕМОГО С ОГРАНИЧЕНИЕМ НА ДОЛЮ БАРИОНОВ

С.Ю. Поройков

*МГУ имени М.В. Ломоносова г. Москва*

sporoykov@mail.ru

Обилие дейтерия, синтезируемого в горячей Вселенной, падает с ростом плотности барионов из-за выгорания, что позволяет оценить их долю [1]. Обилие дейтерия в галактике, если он синтезирован в горячей Вселенной, ограничивает долю барионов  $\Omega_b \sim 0,03$  [2, с. 479]. Исходя из большего обилия дейтерия в удаленных квазарах (молодых галактиках)  $\Omega_b \sim 0,02$  [3].

Доля барионов в звездах и горячем межгалактическом газе Альтернативной космологическому происхождению дейтерия является его синтез в процессе аккреции на релятивистские объекты (пульсары). При этом рассматривается возможность образования дейтерия как вблизи поверхности нейтронных звезд, так и в аккреционном диске [1]; [7].  $\Omega_b \leq 0,15$  [4, с. 81]; по уточненным данным  $\Omega_b = 0,18 \pm 0,04$  [5]; [6]; что почти на порядок выше. Более того, теория гравитационных неустойчивостей применительно к формированию крупномасштабной структуры Вселенной свидетельствует в пользу доли барионов в первичном газе  $\Omega_b \sim 1$  [2, с. 479]. Таким образом, наблюдаемый дейтерий может иметь не космологический, а иной генезис. Так, обсуждается возможность синтеза дейтерия пульсарами (§1).

## 1 Образование дейтерия при аккреции на пульсары

Альтернативой космологическому происхождению дейтерия является его синтез в процессе аккреции на релятивистские объекты (пульсары). При этом рассматривается возможность образования дейтерия как вблизи поверхности нейтронных звезд, так и в аккреционном диске [1]; [7].

Теория аккреционных дисков построена в работах Шакуры и Сюняева (1973, 1976), согласно которой максимум энерговыделения приходится на их внутреннюю область. В магнитосфере пульсара плазма заморожена в силовые линии магнитного поля [8, с. 359], при этом направление вращения аккреционного диска может не совпадать с направлением вращения пульсара [8, с. 357], так что газ растекается по магнитосфере. Тем самым, на границе аккреционного диска и магнитосферы пульсара сталкиваются потоки частиц.

Дейтерий образуется в горячей плазме в ходе ядерных реакций, преимущественно с участием гелия  ${}^4\text{He}(p, 2pn){}^2\text{D}$  и  ${}^4\text{He}(p, pn){}^3\text{He}$ , с последующим

захватом свободных нейтронов протонами и образованием  ${}^2D$  [8, с. 597]. Ядра дейтерия с тепловой энергией  $\gamma \leq 5$  МэВ могут испаряться из аккреционного диска в межзвездную среду [1]. Энергия  $\gamma$ -квантов 2,2 МэВ, излучаемых при радиационном захвате нейтронов протонами [8, с. 597], являясь энергией отдачи для ядер дейтерия, способствует их испарению.

Радиус области, из которой могут испаряться частицы  ${}^2D$  массой  $2mp$ :

$$r \geq 2GMnmp/(E + E_v), \quad (1)$$

где  $G$  – гравитационная постоянная;  $Mn$  – масса пульсара;  $mp$  – масса протона;  $E$  – энергия отдачи частиц;  $E_v$  – их энергия вращения в диске.

При  $M_n \sim 1,4M_0$  [4, с. 282];  $E_v = E$  [2, с. 474]; при  $E \sim 2,2$  МэВ минимальная удаленность области аккреционного диска  $r \geq 900$  км.

Оценка (1) захватывает радиус излучающей области при  $\gamma$ -всплесках  $\sim 1500$  км, связываемых с нейтронными звездами [9, с. 406]. Постоянная компонента профилей рентгеновского и  $\gamma$ -излучения пульсаров [8, с. 180] подтверждает излучение аккреционного диска. Радиус излучающей области больше радиуса магнитосферы пульсаров  $\leq 1000$  км [8, с. 358], граничащей с внутренней областью аккреционного диска [8, с. 359], откуда могут вылетать горячие МэВ - нейтроны, “охлаждаясь” преодолевая гравитацию пульсара.

Обилие дейтерия, образуемого пульсарами в эпоху их максимальной активности, может ограничивать плотность энергии фонового космического излучения в  $\gamma$ -диапазоне. В горячей плазме наряду с  $\gamma$ -линией дейтерия наблюдается целый спектр  $\gamma$ -линий в МэВ диапазоне, образуемых другими элементами [8, с. 598]. Спектр излучения внутренней области аккреционного диска может сглаживать рассеяние на свободных электронах. Так, в пределах магнитосферы пульсаров эффективно комптоновское рассеяние [8, с. 359].

В данных условиях обилие дейтерия, синтезированного пульсарами:

$$X \leq 2mp\varepsilon\gamma(z + 1)/\rho c E\gamma \quad (2)$$

где  $\varepsilon\nu$  – плотность энергии фонового космического  $\gamma$ -излучения;  $z$  – красное смещение в эпоху активности пульсаров;  $E\gamma$  – энерговыделение при синтезе дейтерия из нейтронов и протонов;  $\rho c$  – критическая плотность Вселенной.

С  $\gamma$ -излучением молодой Вселенной связывается метagalактическое изотропное гамма-излучение (МИГИ) [9, с. 406]. Максимальная активность пульсаров могла достигаться в эпоху  $z \sim 17$  (§3). Из-за красного смещения  $\gamma$ -кванты с энергией  $E\gamma = 2,2$  МэВ, образовавшиеся в ту эпоху при синтезе дейтерия, в настоящее время понизят энергию до  $E\gamma = E\gamma/(z + 1) \approx 0,1$  МэВ. Интегральный спектральный индекс МИГИ  $\alpha \sim -0,25$  [10] позволяет экстраполировать плотность энергии МИГИ



$\varepsilon\gamma \sim 3 \cdot 10^{-5}$  эВ/см<sup>3</sup> в диапазоне  $> 1$  МэВ [11, с. 1228] в область  $\sim 0,1$  МэВ:  $\varepsilon\gamma = \varepsilon\gamma(E\gamma'/E\gamma)^\alpha \approx 5 \cdot 10^{-5}$  эВ/см<sup>3</sup>.

При постоянной Хаббла  $H_0 \sim 70$  км·с<sup>-1</sup>·Мпк<sup>-1</sup> по данным обсерваторий WMAP и Planck,  $\rho_s \sim 9 \cdot 10^{-30}$  г/см<sup>3</sup>. Согласно формуле (2) обилие дейтерия по массе  $X \leq 10^{-4}$  что сравнимо с оценкой для молодых галактик  $X = 4,7 \cdot 10^{-5}$  [3].

## 2 Эффективность генерации дейтерия нейтронными звездами

По некоторым оценкам, обилие дейтерия по массе  $\sim 10^{-5}$  в галактике массой  $\sim 10^{11}M_0$  могут сформировать  $\sim 10^9$  нейтронных звезд (НЗ) [7].

Оценим число НЗ, рожденных в галактике в эпоху ее формирования:

$$N_n = M_\Gamma \Omega n / Mn, \quad (3)$$

где  $M_\Gamma$  – масса галактик;  $\Omega n$  – массовая доля нейтронных звезд.

Массовая доля первых НЗ:

$$\Omega n = Mn(1 - \delta g)\Omega b / M, \quad (4)$$

где  $\delta s$  – доля газа в массе протогалактик;  $\Omega b$  – доля барионов в первичном газе;  $M$  – типичная масса первых звезд.

Низкая металличность старых звезд (второго поколения) связывается с тем, что первые звезды взорвались как сверхновые II типа (§ 3). Исходная масса таких сверхгигантов  $M \geq (13-15) M_0$  [12, с. 493]. В насыщенных газом галактиках, имеющих массивные звезды  $\delta g \sim 20\%$  [9, с. 389]; т.е.  $\Omega n \leq 0,08 \Omega b$ .

Согласно соотношению (3) в галактике массой  $M_\Gamma \sim 10^{11}M_0$  (при  $\Omega b = 1$ , в звездах) число НЗ  $Nn \leq 6 \cdot 10^9$ , что сопоставимо с принятой оценкой числа НЗ  $N_{no} \sim 10^9$  в галактике массой  $\sim 10^{11}M_0$  исходя из частоты взрывов в ней сверхновых при современной скорости звездообразования [4, с. 282].

Обилие дейтерия по числу частиц  $D/H = 2,5 \cdot 10^{-5}$  в молодой галактике ( $X = 4,7 \cdot 10^{-5}$ ) [3] массой  $\sim 10^{11}M_0$  образуют  $Nn + Nno \approx (1 - 7) \cdot 10^9$  НЗ, что сравнимо с упомянутой оценкой [7], т.е. НЗ могли образовать наблюдаемое обилие дейтерия, в т.ч. с учетом его частичного выгорания в звездах (§3).

## 3 Выгорание космологического дейтерия в горячих звездах

Дейтерий выгорает в горячих звездах [1], что снижает его содержание в газе, переработанном в их недрах и унесенном звездным ветром, а также

выброшенном взрывами сверхновых. При этом возможность частичного выгорания космологического дейтерия в первых звездах - сверхгигантах актуализирует механизм генерации дейтерия пульсарами (§1).

Сверхгиганты массой  $\geq 30 M_0$ , теряя вещество с сильным звездным ветром, эволюционируют в горячие звезды Вольфа - Райе массой 10 - 20  $M_0$  и температурой  $\sim 10^5$  К, которые эффективно ионизируют водород [9, с. 337]. Согласно радиолинии водорода 21 см межзвездный водород был ионизован в эпоху  $z = 17 \pm 2$  первыми звездами - сверхгигантами [13], т.е. часть первых сверхгигантов той эпохи могла эволюционировать в звезды Вольфа-Райе.

Сверхгиганты взрываются как сверхновые II типа, так что их железные ядра коллапсируют в НЗ [8, с.435], аккумулируя тяжелые элементы. Низкая металличность старых звезд  $\sim 1\%$  солнечной [2, с.65] и менее связывается с распространенностью в протогалактиках низкоэнергетичных сверхновых (II типа), предшествовавших наблюдаемым звездам второго поколения [14].

В эпоху молодых галактик были активны рентгеновские пульсары в двойных системах [15]. Рентгеновские пульсары генерируют космические лучи с энергией  $\leq 10^9$  ГэВ [4, с. 257], рождая потоки нейтрино (через пионы). Молодые галактики в яркой фазе излучают потоки нейтрино высоких энергий, связываемые с космическими лучами; максимум энергетического спектра данных нейтрино определяется красным смещением  $z$  [4, с. 258]:

$$E\nu = 6 \cdot 10^6 [20/(z + 1)]^2 \text{ ГэВ.} \quad (5)$$

Согласно зависимости (5) при  $z \leq 19$  наблюдается резкий рост энергии нейтрино, что согласуется с периодом появления сверхгигантов в диапазоне  $15 \leq z \leq 19$  [13], т.е. подтверждает образование горячих звезд в ту эпоху.

## Литература

- [1] Б.В. Вайнер. Ю.А. Щекинов. Происхождение дейтерия // Успехи физических наук. 1985. Т. 146. № 1 С. 143-171.
- [2] А.М. Прохоров и др. Физическая энциклопедия, т. 2. М.: Научное издательство Большая Российская энциклопедия. 1998.
- [3] J.M. O'Meara, D. Tytler, D. Kirkman, N. Suzuki, J.X. Prochaska, D. Lubin, A.M. Wolfe. The Deuterium to Hydrogen Abundance Ratio toward a Fourth QSO: HS 0105+1619 // The Astrophysical Journal. 2001. V. 552. № 2. P. 718-730.
- [4] А.М. Прохоров и др. Физическая энциклопедия, т. 3. М.: Научное издательство Большая Российская энциклопедия, 1992.



- [5] J.M. Shull, B.D. Smith, C.W. Danforth. The Baryon Census in a Multiphase Intergalactic Medium: 30% of the Baryons May Still be Missing // *The Astrophysical Journal*. 2012. V. 759. № 1. 15 pp.
- [6] M. Fukugita, C.J. Hogan, P.J.E. Peebles. The Cosmic Baryon Budget // *The Astrophysical Journal*. 1998. V. 503. № 2. P. 518-530.
- [7] Г.С. Бисноватый-Коган, В.М. Чечеткин. Неравновесные оболочки нейтронных звезд, их роль в поддержании рентгеновского излучения и нуклеосинтезе // *Успехи физических наук*. 1979. Т. 127. № 2. С. 263-296.
- [8] А.М. Прохоров и др. *Физическая энциклопедия*, т. 4. М.: Научное издательство Большая Российская энциклопедия, 1994.
- [9] А.М. Прохоров и др. *Физическая энциклопедия*, т. 1. М.: Научное издательство Большая Российская энциклопедия, 1988.
- [10] R.C. Henry. Diffuse background radiation // *The Astrophysical Journal Letters*. 1999. № 516. № 2. L49-L52.
- [11] И.С. Григорьев, Е.З. Мейлихов. *Физические величины. Справочник*. М.: Энергоатомиздат, 1991.
- [12] А.М. Прохоров и др. *Физическая энциклопедия*, т. 5. М.: Научное издательство Большая Российская энциклопедия. 1998.
- [13] J.D. Bowman, A.E.E. Rogers, R.A. Monsalve, T.J. Mozdzen, N. Mahesh. An absorption profile centred at 78 megahertz in the sky-averaged spectrum // *Nature*. 2018. V. 555. P. 67-70.
- [14] S.C. Keller, et al. A single low-energy, iron-poor supernova as the source of metals in the star SMSS J031300.36-670839.3 // *Nature*. 2014. V.506. P. 463-466.
- [15] С.Ю. Сазонов, И.И. Хабибуллин. Подогрев ранней Вселенной излучением массивных рентгеновских двойных систем // *Письма в Астрономический журнал: Астрономия и космическая астрофизика*. 2017. Т. 43. № 4. С. 243-253.

## ДИАГРАММА МИНКОВСКОГО, КВАНТОВАЯ НЕЛОКАЛЬНОСТЬ, МИГ МЕЖДУ ПРОШЛЫМ И БУДУЩИМ И О ВРЕМЕНИ ВСПЯТЬ

А.С. Грусицкий

ansg21@mail.ru

Знание – сила      Ф. Бэкон  
Знание и понимание – суперсила

Всякая сущность как то объект или процесс как одушевленный, так и неодушевленный, движимый или покоящийся имеет свою мировую линию в системе координат пространства – времени Минковского. Систему координат, связавшую пространство и время в единое пространство – время рис. 1 Минковский [1] построил, рассматривая графики движения поездов. В настоящее время диаграмму Минковского применяют и при изучении движения микро-частиц и в космологии Геометрия такого пространства – метрика, в таких координатах (П – В) у Минковского получилась неевклидовой, её сигнатура (– + + +), тем не менее, был найден пространственно-временной интервал  $(\Delta s)^2$  аналог расстояния в евклидовом пространстве.

$$(\Delta s)^2 = -(c\Delta t)^2 + (\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2 \quad (1)$$

Интервал  $(\Delta s)^2$  объединяет расстояние в пространстве и во времени, но такой результат противоречит теории комплексных чисел, в которой расстояния между двумя точками равно модулю разности комплексных чисел. Так расстояние от начала координат до события в точке  $Z$  комплексной плоскости  $(ict, l)$  это модуль разности комплексных чисел 0 и  $Z$ :

$$|\Delta S|^2 = |\Delta l|^2 + |c\Delta t|^2 \quad (2)$$

и определяется это расстояние из теоремы Пифагора, то есть соответствует евклидовой геометрии.

С другой стороны такое же комплексное представление процесса следует и из разложения функции в ряд Фурье, а так же и из решения волнового уравнения:

$$\partial^2 \varphi / \partial x^2 = (1/c^2)(\partial^2 \varphi / \partial t^2) \quad (3)$$

– в виде опережающих и запаздывающих волн  $u(x, t) = u_1(t - x/c) + u_2(t + x/c)$ , как для макро, так и для микрообъектов., где  $u_1, u_2$  – дважды дифференцируемые функции;  $x$  - расстояние;  $c$  - скорость света.

Надо отметить, что пример Минковского (составление графиков движения поезда) наглядно показывает смысл опережающей волны, это то, что



уходит в прошлое (расстояние и время) от объекта, то есть имеет место комплексное представление процесса. И это прошлое сохраняется до прибытия поезда на конечную станцию, то есть до окончания процесса.

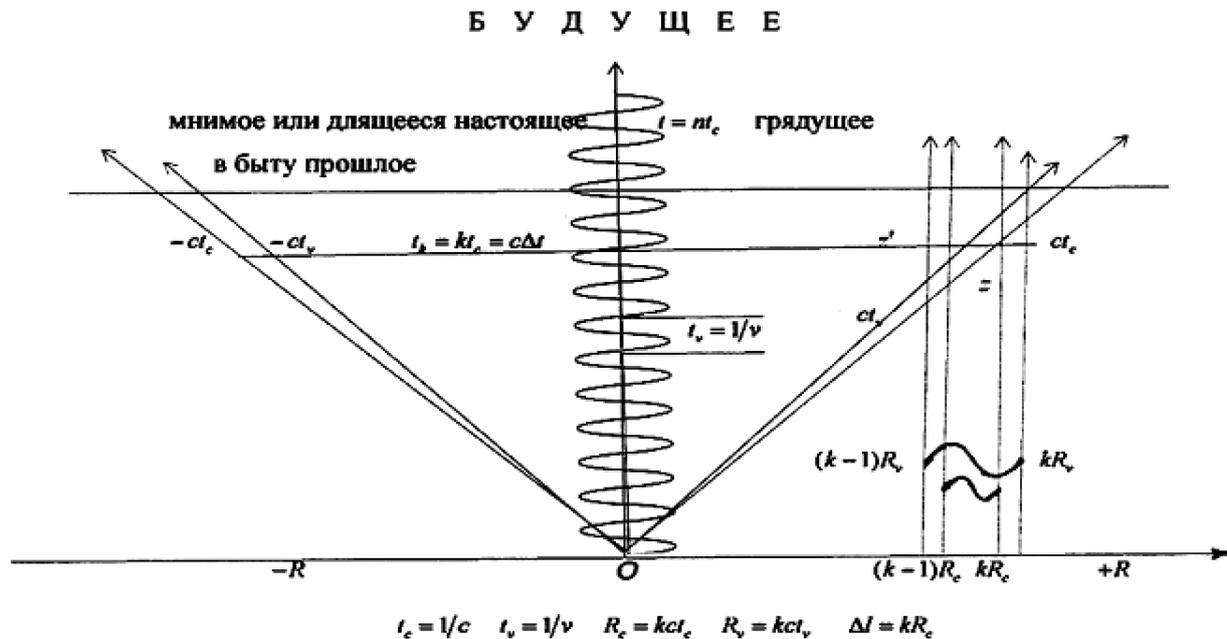


Рис. 1:

И здесь в опережающей волне нет никакого движения издалека, несущего в себе будущее. Как это интерпретируется в литературе с середины прошлого века и до сего дня.

“Опережающие волны двигались бы к “источнику” и если бы они приходили издалека, то это означало бы, что возникли они в далёком будущем [2].

Мистика опережающих волн – движение из будущего в прошлое побудили Фейнмана и Уиллера на создание времясимметричной теории времени – “Теории поглотителя”. Основным результат теории такой [3]: “неправильных” опережающих волн, движущихся против времени, для нас не существует. Мы не можем уловить волну из будущего, поскольку она мгновенно гасится в момент излучения. Остаются только “правильные” запаздывающие волны, уходящие в будущее. Тем, кто их регистрирует, они несут информацию о прошлом, а не о будущем. Но как заметил С. И. Кузнецов [3] от будущего еще ни кто не отказывался.

В связи с этим, полученное определение времени в [4] – время это скорость процесса (длительность первого периода  $T_{p1}$  процесса с которым рождается этот процесс), позволяет несколько иначе интерпретировать диаграмму Минковского и определить статус опережающих волн опережающих волн.

Так верхняя часть диаграммы Минковского это будущее. Будущее, которое грядет на пути объекта (от  $0 \rightarrow +R$ ) и прошлое (от  $0 \rightarrow -R$ ) или

длящееся настоящее (как длящийся день, в котором есть свое прошлое) [3], здесь же и вопрос, а где же на диаграмме прошлое? На рис. 1 область отрицательных значений  $R$  указывает, как далеко процесс ушел от настоящего времени, то есть в прошлое. Такое прошлое по определению времени в [4], это мнимое время. По завершению процесса, образовавшийся продукт (актуальная бесконечность), становится потенциально будущим процессом [4] (пример с зерном). И поэтому “прошлое” на диаграмме Минковского, латентно, оно сокрыто в мнимом времени или во времени ожидания до активации этой актуальной бесконечности (пример с зерном). И время локального процесса [4] идет на фоне глобального процесса, устремленного в будущее, то есть  $S = vt$  где  $t$  – глобальное время, а  $v$  – локальное время или скорость локального процесса, поэтому - то верхняя часть диаграммы Минковского это будущее, оно отражает время глобального процесса устремленного в будущее со всем прошлым – потенциально будущим.

Так во всяком длящемся процессе есть свое прошлое и будущее, и они разделены настоящим временем – квантом времени процесса [4]. Для глобального процесса это  $\tau_c = 1/c$ , для локального это  $-1/f_{\text{лок}}$ , то есть прошлое (мнимое) оно рядом и всегда может стать настоящим, пока процесс не актуализировался.

Такое комплексное представление процессов на рис.1 оправдано тем, что настоящий момент времени  $\tau_v = 1/v$  это всего лишь квант времени процесса (момент), а все остальное: прошлое (длящееся настоящее) или будущее грядущее и пока процесс не завершился (не актуализировался) он реален [4] как наш день, пока не наступит полночь. То есть нашу жизнь сопровождает мнимое время, но видим мы всегда настоящий момент времени, что соответствует выражению (2). А все наши отложенные дела на потом, на завтра, это длящееся, и все это соответствует выражению (1), поэтому процессы логично (но не привычно) рассматривать на комплексной плоскости, что и предложил Минковский. При этом на оси времени  $t$  диаграммы Минковского будет отражаться и собственное время объекта  $ct_{\text{соб}}$ .

Так для фотона, движущегося со скоростью  $c$ , мнимая и действительная части комплексного процесса равны и фазовый сдвиг между ними составляет  $\phi = \arctg(Im/Re) = \pi/4$  и модуль комплексной скорости движения фотона будет равен  $|c|$ .

Для объекта, движущегося со скоростью  $v = t_{\text{соб}}$ , фазовый сдвиг между составляющими комплексного процесса, будет зависеть от соотношений  $v/c$ . Запишем координаты точки  $Z'$  в комплексном виде  $Z' = \rho e^{\phi}$  где  $\rho = \sqrt{Re^2 + Im^2}$ . Движению частицы с постоянной скоростью будет соответствовать уравнению движения точки  $Z'$  по окружности  $x^2 + y^2 = r^2 \rightarrow (v/c)^2 + (t_{\text{соб}}/t)^2 = 1$ . При этом сама частица всегда движется по прямой (в одном направлении). Глобальное же время  $t$  дискретизирует собственное время



$t_{\text{соб}}$  локального процесса, фиксируя нам дискретные фрагменты локального процесса в настоящем времени со скоростью  $\tau_c = 1/c$ . То есть мы всегда видим в процессе настоящий момент, так как  $v = ds/dt$ , при этом любой локальный процесс будет протекать со своей комплексной скоростью  $|v|$ . Таким образом, все мнимости, (которые имеют место в процессах в момент их стробирования) актуализируются в глобальном времени без коллапса процесса. Что и подтверждает, наличие этих параметров у частицы до их измерения.

В связи с этим о дискуссии Бора – сторонником квантовой нелокальности (КМ) и Эйнштейна - сторонником теории скрытых параметров. (ТСП) утверждающей, что за вероятностью в КМ скрывается классическая механика, ускользающая от наблюдателя. Эйнштейн настаивал на сохранении в квантовой физике принципов детерминизма классической физики и на трактовке результатов измерений с точки зрения “несвязанного наблюдателя”. С другой стороны, Бор настаивал на принципиально недетерминированном (статистическом) характере квантовых явлений и на неустранимости эффекта влияния измерения на само состояние. Спор Эйнштейна и Бора побудил ирландского физика Дж. Белла к анализу этого вопроса. В результате анализа Белл [5] получил неравенство - критерий, который позволил разрешить этот спор. Эксперименты Клаузера 1971г и Аспе 1984г и других показали что Бора, прав, но при этом в экспериментах по схеме Бора фиксировалась сверхсветовая скорость передачи информации.

Полученное определение времени в [4] позволяет объяснить этот феномен “сверхсветовой” скорости. Отметим еще раз, все, что может произойти с процессом может происходить только в настоящий момент времени, то есть на кванте времени процесса (выделен на рис.1). И как бы далеко не ушел процесс (если в нем не было фазовых переходов) рис.1, то его собственное время остается тем же с которым “родился” этот процесс. То, что далеко ушел, то это длящееся настоящее время (это тот же самый квант времени с рождения процесса) и который всегда рядом с экспериментатором. Коллапс процесса фиксируется на кванте времени локального процесса [4] и если он (квант времени) остается неизменным от своего рождения, то и время коллапса определяется временем кванта времени процесса. И так можно сказать: - квантовая система до измерения имеет не явные не конкретные (можно сказать скрытые) параметры, которые и фиксируются при коллапсе процесса.

Имеет место близкодействие и это подтверждается временной задержкой, и отсутствие сверхсветовой скорости и эффекта влияния на измерение – все в кванте времени.

Рассмотрим движение частицы по оси времени  $t$ , при этом саму частицу мы можем и не наблюдать. Но можем фиксировать ее в настоящий момент времени со скоростью  $1/c$  все остальное время мы не наблюдаем ее (легкие частицы вообще проявляют себя в виде волн) и поэтому, все, что мы знаем

о частице, это действительная и мнимая составляющие комплексного представления этого движения.

На рис. 1 видно, что половину периода кванта времени в процессе это время мнимое и это указывает на то, что в кванте времени есть точка раздела прошлого и будущего, это переход с  $(-R)$  на  $(+R)$ , и эта точка находится ровно на половине периода кванта времени. Такая интерпретация границы – мига (прошлое – будущее) позволит понять и объяснить движение частиц вспять, предложенное Фейнманом.

Так глобальное время  $c$ , дискретизируя локальный процесс (в котором  $v \leq c$  по определению), проявляет состояние процесса в настоящий момент времени  $\tau_v = 1/v$  со скоростью  $1/c$ . Потому то на кванте времени частицы  $\tau = 1/v$ , движущейся со скоростью  $v \leq c$  квант времени  $1/c$  укладывается дважды рис. 1, поэтому и происходит пропадание частицы, движущейся в  $(+R)$  и появление частицы движущейся в сторону  $(-R)$ . При этом сама частица как двигалась, так и продолжает двигаться в том же направлении с комплексной скоростью  $|v|$ . Аналогичный эффект можно видеть в старых кинохрониках, когда частота кадров записи была ниже современных киноаппаратов, воспроизводящий пленку с более высокой частотой кадров мы видим вращение колес в обратную сторону движения автомобиля.

## Литература

- [1] Уитроу Дж. Естественная философия времени. М.: УРСС, 2000 г.
- [2] Бриллюэн Л. Научная неопределенность и информация. М.: Либрком, 2010 г.
- [3] Кузнецов С. И. Теория поглощения Уиллера – Фейнмана [chromos.msu.ru](http://chromos.msu.ru)
- [4] Грусицкий А.С. Время и бесконечность. М.: ИД “Наука”, 2015 г.
- [5] Характер физических законов Неравенство Белла - интернет



## СЕКЦИЯ IV.

Фундаментальная физика и философия



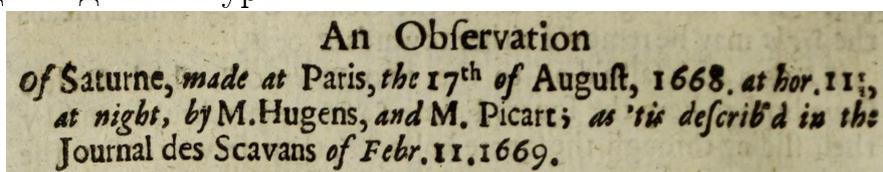
## СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИКА И ФИЛОСОФИЯ

А.П. Ефремов

*Институт гравитации и космологии РУДН*

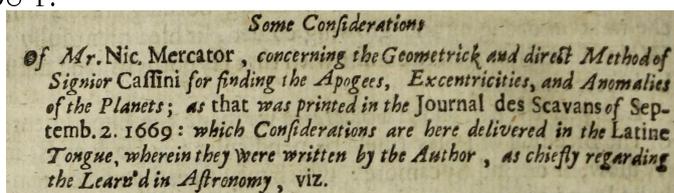
Взаимосвязь процессов эмпирического познания мира и рационального, эмоционального (а иной раз и трансцендентного) осмысления результатов этого познания многократно изучалась и обсуждалась. Одна из основных задач этих исследований – придание окружающему человека физическому космосу идеальных свойств объективности и предсказуемости, при том что из модели такого космоса полностью выпадает (в смысле объективности) собственно мыслительная способность индивидуума, являя собой некое “чудо”, пока не объясненное рационально. И если физические закономерности до последнего времени с той или иной степенью успеха выявляются (и проходят проверку на объективность и предсказуемость), то попытки навести аналогичный “физико-математический порядок” в экспоненциально быстро множащихся умах пока составляют проблему, кажется, даже для трансцендентных агентов влияния. И на наших глазах рушатся авторитеты. По сути, преданы забвению ироничный нигилизм Горгия и осторожный “*cogito-солипсизм*” Декарта, пылятся в архивах идеальные построения Беркли и Юма, стал скучен прагматичный позитивизм Конта, с негодованием отброшен туманный эмпириокритицизм Маха, а с ним – и враг его материализм. Хуже того, стройные и вроде бы вечные конструкции мировых религий подламываются и того гляди опадут, а резко помолодевшее (и постаревшее) человечество понемногу сбивается в секты с размытыми правилами бытия – от эзотерических грез до примитивной экзистенции. И незаметно формируется все покрывающая “новая религия”, идол ее – удовольствие, средство – потребление, а идея – достижение цели любыми средствами. Подобного рода процессы размывания идей, к сожалению, с неизбежностью начинают сказываться и на той области деятельности, которая, казалось бы, далека от меркантилизма – на занятиях “чистой наукой”, к которой относится и современная – в первую очередь, теоретическая – физика. И речь здесь, конечно, не идет о дельцах и ловкачах, которые, как и всюду, встречаются и в научной сфере. Речь об истинных ученых – научных работниках (как говорил Ландау), результаты честной работы которых заведомо точно проверяемы, поскольку их главным инструментом является математика, тождественно передающая всем людям абсолютную истину, найденную одним человеком. На первый взгляд все неплохо в физике, особенно в ее приложениях: создаются новые машины, информационные средства, все “автоматизируется”, вплоть до абсурдного (с точки зрения вероятных трансцендентных агентов) искусственного интеллекта. Однако следует заметить, что философская глубина, или если угодно, философская чистота

теоретических исследований претерпевает определенный кризис. Мир теоретической физики последних десятилетий наполнился, если так можно выразиться, стилем фэнтези. Это становится заметно при сравнении журнальных публикаций разных “научных эпох”, особенно если эти эпохи разделены веками. К счастью, такая возможность в нашей цивилизации есть: старейший в мире научный журнал *Philosophical Transactions of Royal Society* (Философские труды Королевского общества – Британской академии наук) издается в Лондоне без перерыва с 1665 года, то есть более 350 лет. Контраст тематики содержания публикаций XVII и XXI веков потрясающий. Вот несколько примеров принятых к публикации статей по физике и астрономии в первые годы издания журнала.



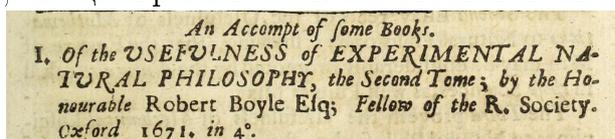
An Observation  
of Saturne, made at Paris, the 17<sup>th</sup> of August, 1668. at hor. 11<sup>h</sup>,  
at night, by M. Hugen, and M. Picart; as 'tis describ'd in the  
Journal des Scavans of Febr. 11. 1669.

М.Гюйгенс, М.Пикар: “Наблюдения Сатурна ночью в Париже 17 августа 1668 г.”



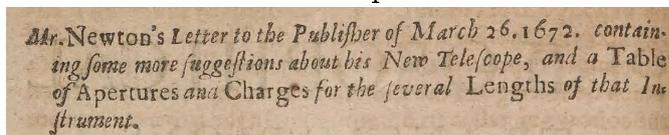
Some Considerations  
of Mr. Nic. Mercator, concerning the Geometrick and direct Method of  
Signior Cassini for finding the Apogees, Eccentricities, and Anomalies  
of the Planets; as that was printed in the Journal des Scavans of Sep-  
temb. 2. 1669: which Considerations are here delivered in the Latine  
Tongue, wherein they were written by the Author, as chiefly regarding  
the Learn'd in Astronomy, viz.

Н.Меркатор: “О геометрическом и прямом методе г.Кассини определения апогея, эксцентриситета и аномалий планет”, 1669 г.



An Account of some Books.  
I. Of the USEFULNESS of EXPERIMENTAL NA-  
TURAL PHILOSOPHY, the Second Tome; by the Ho-  
nourable Robert Boyle Esq; Fellow of the R. Society.  
Oxford 1671. in 4°.

Р.Бойль: “О пользе экспериментальной натурфилософии”, 1671 г.



Mr. Newton's Letter to the Publisher of March 26. 1672. contain-  
ing some more suggestions about his New Telescope, and a Table  
of Apertures and Charges for the severall Lengths of that In-  
strument.

И.Ньютон: “Некоторые дополнительные сведения о новом телескопе с таблицей апертур”, 1672 г.

Для сравнения приведем несколько наименований публикаций, планируемых тем же журналом в 2022 г. – пока без упоминания авторов, но они – известные исследователи.

“Some unusual wormholes in general relativity – некоторые необычные кротовые норы в общей теории относительности”. “Brane-world singularities and asymptotics in a five-dimensional fluid bulk – Сингулярности и асимптотика мира-на-бране в пятимерной теории с физической жидкостью”. “From pre- to post-big bang: an (almost) self-dual cosmological history – Почти самодуальная история космологии: до и после большого взрыва”.



Очевидно, едва ли не главной темой теоретической физики становится космология, при том что результаты этих исследований принципиально не проверяемы; более того сложно сказать, насколько такого рода модели вселенной “подгоняются” под имеющиеся экспериментальные данные. Безусловно, не стоит воспринимать приведенные примеры как строгую критику современной науки; построение математических моделей всегда интересно и это достойная работа: здесь можно вспомнить знаменитую вселенную Геделя, допускающую замкнутые временные линии, по сути, – допускающую машину времени. Но в таком случае, наверное, стоит говорить не о физической теории, а сугубо математической модели, и различать таким образом математическую и теоретическую физику; последняя, по мнению автора, должна непременно отражать физические реалии, подтверждаемые или открытые в рамках эксперимента – точно так, как это делали великие (теперь) исследователи прежних веков. Но все же и о философии. Если в прежние времена сама физика называлась философией (натурфилософией), и в этой своей части позволяла осмыслить строения мира и суть бытия, то сегодняшняя роль этой базовой науки, как представляется, сводится к некоторым сервисным, методическим функциям. Причины, вероятно, в том, что естественные, в первую очередь, физико-математические науки настолько далеко ушли в своей сложности, что стали непостижимы даже для коллег, работающих в близких областях, не говоря уж о представителях гуманитарных сфер. Однако задача построения современной, основанной на реальных природных явлениях, концепции устройства мира (и общества) на сегодняшний день представляется весьма насущной. Искаженные и размытые сведения, выдуманые (с нелучшими целями) химеры порождают хаос сначала в умах, а затем и в обществе. Тогда как стройная и понятная (пусть с упрощениями) система современных знаний о мире упорядочивает способы мышления, направляет ход действий и укрепляет, а не разрушает цивилизационные связи. Но сегодняшняя концепция должна включать систему знаний и о мире физическом, и, по-видимому, наравне с ним – об объективных структурах, которые условно, пользуясь прежней терминологией, можно было бы отнести к идеальным объектам (к таковым, по мнению автора, в первую очередь относится математика). И непростую работу по созданию такой стройной системы знаний и понятий должна взять на себя новая современная философия – наука позволяющая осознать место и “субъективный фарватер” человека, прокладываемый им путь в объективном физическом и “идеальном” мире. Некоторые базовые элементы такой концепции (виды объектов познания, типы процессов познания и их возможные результаты) сформулированы и будут кратко представлены в докладе.

## ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ В СВЕТЕ ОНТОЛОГИИ ХАЙДЕГГЕРА

С.Н. Жаров

Воронежский государственный университет, г. Воронеж  
zharov\_sn@mail.ru

Характерной чертой физики XX века является проблематизация онтологических оснований, которые нередко осмысливаются уже после нахождения адекватного математического аппарата и вытекающих из него предсказаний. В этой ситуации существует соблазн позитивизма, который готов превратить науку “в простое изъяснение частного или общего факта” [1, с. 73]. Действительно, в контексте простых расчетов можно обойтись без обращения к онтологическим основаниям, превращая реальность в математически описываемый “черный ящик”, на входе и на выходе которого фигурируют измеряемые величины. Однако физик, ищущий пути к новой теории, не может обойтись без подразумеваемой реальности, которая придает физический смысл математическим схемам. “Мы, – подчеркивал В. Гейзенберг, – хотим каким-то образом говорить о строении атома, а не только о наблюдаемых явлениях...” [2, с. 112]. Ключевой проблемой здесь является истолкование теоретических схем в терминах реальности. В рамках квантовой механики такое последовательное истолкование оказывается неосуществимым. Как отмечал В. А. Фок, дело сводится к описанию “присущих микрообъекту потенциальных возможностей” [3, с. 95]. С общефилософских позиций может показаться, что эта особенность не является чем-то принципиально новым. Ведь уже Аристотель вводит понятие *сущего в возможности*, полагая, что “. . . все изменяется из сущего в возможности в сущее в действительности. . .” [4, с. 301]. Однако есть принципиальное различие в концептуализации возможностей, даже если мы не будем учитывать характерное для Аристотеля доминирование целевых причин.

Дело в том, что квантовая механика использует понятие возможности в двух альтернативных контекстах. Непрерывное изменение квантового состояния предстает как *эволюция возможностей*. Переход этих возможностей в действительность связан с процессом измерения и носит скачкообразный и необратимый характер. В терминологии фон Неймана [5, с. 258–266] в квантовомеханическом описании фигурируют процессы двух типов – *процесс 2* (эволюция возможностей) и *процесс 1*, обычно именуемый редукцией волновой функции. Если *процесс 2* описывается уравнениями, то *процесс 1* вводится в теорию постулативно, “вручную”, поскольку в опыте реализуется лишь одно из возможных значений измеряемой величины. Там, где работает точное описание процесса, речь идет именно о *возможностях*. А там, где речь идет



об акте актуализации возможного, уравнения уже не работают. Как отмечал М. И. Подгорецкий, "... нам не известны даже теоретические критерии, позволяющие отличить измерительную ситуацию от неизмерительной, динамической" [6, с. 255].

Основная проблема связана не с вероятностным характером предсказаний, но с неполной переводимостью теоретических схем на язык реальных событий. Приглядимся к *процессу 2*. Он описывает эволюцию возможностей, соотнесенных с будущими, еще не состоявшимися событиями. Но, как отмечал еще Аристотель, всякая возможность содержится в какой-то действительности. Можем ли мы выразить ту реальность, которая несет в себе квантовые возможности и является собственной формой их бытия и действительности? Нет, не можем, хотя приходится учитывать действительность этих возможностей еще до их реализации (интерференция возможных альтернатив, изменяющая характер экспериментальных результатов). Иначе говоря, вопрос в том, чтобы понять *действительность самих возможностей в терминах действительности*. Впервые эту проблему в общем виде поставил Николай Кузанский (XV век). Речь идет о собственном бытии возможности, о той онтологической области, "где возможность есть действительное бытие" [7, с. 364].

Итак, мы не знаем, в терминах какого реального сущего можно выразить бытие квантовомеханических возможностей. Самый простой выход из этой ситуации состоит в том, чтобы довериться теории, просто проецируя ее конструкции на реальность. В самом деле, квантовые возможности могут интерферировать, обнаруживая способность к особому рода взаимодействию друг с другом. Что мешает нам истолковать описывающую их волновую функцию как выражение специфической реальности? В этом случае вероятностный характер перехода квантовых возможностей в действительность предстает как результат пересечения (в приборе) двух уровней реальности – квантового и классического.

Двухуровневый характер квантовомеханического описания был осознан уже при его создании. "... Как бы далеко ни выходили явления за рамки классического физического объяснения, все опытные данные... должны описываться при помощи классических понятий", – подчеркивал Н. Бор [8, с. 60]. Однако у нас не получается выразить в терминах реальности процесс измерения, в котором два указанные уровня встречаются друг с другом, что приводит к реализации одной из возможностей. Дело в том, что теоретическая схема, выражающая ход измерения, позволяет в определенных пределах произвольно сдвигать грань между указанными уровнями реальности. В гносеологическом плане эта грань есть не что иное, как граница между квантовым и классическим описанием. "Граница между наблюдаемой системой и измерительными приборами определяется... нашей постановкой вопроса... В известных пределах должна существовать полная свобода выбора ме-

ста, где производится указанное разграничение” [9, с. 43]. Позднее это было обосновано И. фон Нейманом, показавшим, что при описании измерения мы используем комбинацию *процессов 1 и 2* и можем сдвигать место *процесса 1* без изменения предсказываемых результатов [5, с. 306–324]. Одному и тому же реальному измерению могут соответствовать две разные схемы теоретического структурирования процесса, приводящие к одинаковому результату. Это говорит о неадекватности семантической объективации теоретических схем (см. мою статью [10]). Измерение завершается реальным событием (объективация одной из возможностей), однако у нас не получается представить внутреннюю структуру измерения в терминах реальности. Если считать реальной схему, в которой фигурируют *процесс 2* и *процесс 1*, то откуда берется неустранимый теоретический произвол в изменении места *процесса 1*?

Эта ситуация порождает две крайние трактовки, каждая из которых оказывается не вполне приемлемой. Первая состоит в сугубо информационном истолковании волновой функции, которая представляется как описание нашей информации о квантовом состоянии, но не как описание самого состояния (см., напр. [11]). На этом пути снимается острота квантовомеханических парадоксов, но платой оказывается забвение онтологического смысла. Об этом в свое время писал Фома Аквинский: “. . . как естественная, так и другие науки повествуют не о мыслимых формах, но о вещах” [12, с. 103]. Радикальной альтернативой является многомировая интерпретация, основанная на идеях Х. Эверетта [13]. В формулировке Б. С. Деви́тта (DeWitt), такой подход “изображает вселенную как непрерывно разделяющуюся на множество взаимно неразличимых но одинаково реальных миров, в каждом из которых измерение действительно дает определенный результат” [14, р. 155]. Такая интерпретация внутренне непротиворечива, однако, как замечает М. А. Марков, она “требует немалой оплаты” [15, с. 492]. Парадоксы снимаются за счет умножения миров, что не затрагивает наличную онтологию, поскольку в дальнейшем развитии эти миры не соприкасаются и никак друг на друга не влияют (в отличие, например, от интерферирующих квантовомеханических альтернатив).

Сегодня выдвигаются самые разнообразные идеи – от тотальной онтологизации до полной дезактивацией онтологических смыслов квантовой механики. Обращает на себя внимание подход А. Ю. Севальникова [16], где рассматривается возможность внепространственной и внетемпоральной трактовки онтологического референта волновой функции, исходя из геометрофизики Ю. С. Владимирова (см. [17, с. 179–194]). Здесь мы видим прямую связь метафизической интерпретации с новым направлением теоретико-физических исследований. Метафизика побуждает нас искать виды сущего, проясняющие онтологический статус квантовой теории. Но в данной ситуации вспоминается идея Хайдеггера о различении *бытия* и *сущего* и об отказе от приоритета



сущего в пользу неклассически трактуемого бытия. Несмотря на необычность этой идеи, она удивительным образом отвечает ситуации квантовомеханического описания.

Ключевым моментом здесь является неполная представимость квантовомеханических процессов в терминах реальных предметностей. Попытка такого представления приводит к тому, что теоретические схемы обнаруживают неоднозначность своей предметной структуры. Однако эти парадоксы исчезают, если мы интерпретируем уровень квантовых возможностей как *непредметное бытие*, не сводимое к системе чтойностей. Однако это бытие внутренне связано с определенностями сущего, которые реализуются в результате измерения. Важно подчеркнуть, что здесь мы не выходим за пределы известной физики. Да, теоретико-физическое мышление всегда предметно. Однако не-чтойное бытие выражено в теории через специфические отношения теоретических чтойностей. Это перекликается с хайдеггеровской идеей о непредметном бытии, ничуть не умаляя роль предметного рационального мышления. Ведь у Хайдеггера непредметное, не-чтойное *бытие* рассматривается в сопряжении с чтойно выраженным *сущим*. “Сущее – это есть нечто... Сущее, пожалуй, – но бытие?” [18, с. 272]. “Бытие сущего само не “есть” сущее” [19, с. 6], однако составляет внутреннее измерение последнего. “. . . бытие никогда не бытийствует без сущего и сущее никогда не существует без бытия” [20, с. 38].

Укажем на ряд совпадений между онтологией Хайдеггера и теми смыслами, которые присутствуют в парадоксах квантового описания. Речь идет не о прямом наложении хайдеггеровских идей на квантовую механику, но о выделении аналогичных проблемных сюжетов. Хайдеггеровское *Dasein* “понимает себя из возможностей” [19, с. 285], причем понимание здесь – это не акт познания, а акт существования, проекция на тот или иной способ бытия. “Взятое исходно экзистенциально, понимание означает: *набрасывающее-бытие к той или иной способности быть...*” [19, с. 336]. Аналогично в квантовой механике состояние системы предстает в терминах онтологической проекции на тот или иной способ измерения (разложение по собственным функциям оператора измеряемой величины).

Правда, налицо и различие в способах описания.

Качество хайдеггеровского бытия заключено не в его “что” (такое отсутствует), а в характере его действительности. Бытие не отвечает на вопрос “что”, не есть сущее, но внутренне связано с бытийствующим сущим. Поэтому хайдеггеровское описание акцентирует момент *невыразимости бытия в терминах чтойности*.

Напротив, в квантовой механике, и вообще в естествознании, *неопределенное* мыслится и описывается через *отношения между чтойностями*. Это связано с расчетной рациональностью: завершающий этап имеет чтойную

определенность, и чтобы мышление вышло к этому этапу, оно использует язык чуждоностей для выражения неопределенного промежуточного состояния. Поэтому выявление непредметных онтологических смыслов неотделимо от исследования способов их выражения в рамках предметных схем. В этом плане интересна теория нечетких множеств, где речь идет о предметном выражении неопределенности (см. [21]). Однако эта теории вряд ли выразит специфику квантовой неопределенности. Последняя переходит в определенность скачкообразным образом, а теория нечетких множеств исходит из того, что “переход от принадлежности к классу к непринадлежности происходит постепенно, не резко” [22, с. 6].

Завершением проведенного анализа являются не только сделанные выше выводы, но и вытекающая из них программа исследования. Необходимо понять, какими способами непредметное бытие может быть выражено в отношениях между теоретическими предметностями. Это позволит не только увидеть онтологические смыслы квантовой физики, но и по-новому взглянуть на онтологию непредметного бытия.

## Литература

- [1] Конт О. Дух позитивной философии. (Слово о положительном мышлении). Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. 256 с.
- [2] Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. М.: Наука, 1989. – 400 с.
- [3] Фок В.А. Начала квантовой механики. М.: ЛКИ, 2008. 376 с.
- [4] *Аристотель*. Метафизика // Аристотель. Соч.: в 4 т. М.: Мысль, 1975. Т. 1. С. 63–367.
- [5] Нейман И., фон. Математические основы квантовой механики. М.: Наука, 1964. 368 с.
- [6] Подгорецкий М. И. Существует ли квантовая теория прямых измерений? // Теория познания и современная физика. М.: Наука, 1984. С. 253–259.
- [7] Николай Кузанский. Охота за мудростью // Николай Кузанский. Соч.: В 2 т. М.: Мысль, 1980. Т. 2. С. 343–416.
- [8] Бор Н. Атомная физика и человеческое познание. М.: ИЛ, 1961. 152 с.
- [9] Гейзенберг В. Философские проблемы атомной физики. М.: Иностран. лит., 1953. – 136 с.
- [10] Жаров С. Н. Пути достижения объективной истины и избыточное содержание научной теории // Философские науки. 1986. № 2. С. 10–17.
- [11] Ковальчук А. Е., Ломсадзе Ю. М. Сущность измерения в квантовой теории // Вопросы философии. 1969. № 7. С. 77–87.



- [12] Фома Аквинский. О единстве разума против аверроистов // Фома Аквинский. Сочинения. 5-е изд. М.: Едиториал УРСС, 2011. С. 2–117.
- [13] Everett III Н. “Relative State” Formulation of Quantum Mechanics // Review of Modern Physics. 1957. Vol. 29. N 3. P. 454–462.
- [14] DeWitt B. S. Quantum mechanics and reality // The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1973. P. 155–165.
- [15] Марков М. А. О трех интерпретациях квантовой механики // Марков М. А. Избр. труды. М.: Наука, 2000. Т. I. С. 475–476.
- [16] Севальников А. Ю. Традиционная метафизика и квантовая механика // Метафизика. Научный журнал. 2017. № 1. С. 33–52.
- [17] Владимиров Ю. С. Пространство-время: явные и скрытые размерности. 2-е изд, перераб. и доп. М.: ЛИБРОКОМ, 2010. 208 с.
- [18] Хайдеггер М. Положение об основании. СПб.: Лаб. метаф. иссл. при филос. фак. СПбГУ: Алетейя, 2000. – 290 с.
- [19] Хайдеггер М. Бытие и время. М.: Ad Marginem, 1997. 452 с.
- [20] Хайдеггер М. Время и бытие: Статьи и выступления. М.: Республика. 1993. – 447 с.
- [21] Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. М.: Радио и связь, 1982. 432 с.
- [22] Заде Л.А. Предисловие // Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. М.: Радио и связь, 1982. С. 6–7.

## КОНВЕНЦИЯ И ВЕРА В ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКЕ

В.Н. Князев

*Московский педагогический государственный университет*

kvn951@inbox.ru

1. В современных условиях развитие фундаментальной физики не может происходить без проявлений роли конвенции и научной веры в познавательном процессе. В самом деле, когнитивные процессы скорее имплицитно содержат в себе то, на что немалая часть исследователей, по сути, не обращают рефлексивного внимания. Для профессиональных специалистов, работающих в фундаментальной теоретической физике конвенциональность имплицитно присуща их многообразным теоретическим знаниям, математическим методам и подходам. Напомню, что конвенция (от лат. *convention* – соглашение) есть принятие некоторых рассуждений в процессе научного поиска в качестве истинных, оперативно значимых, опираясь на традицию общепризнанного знания без прямого их доказательства. Трудно не согласиться В.Н. Порусом, который пишет: “конвенции заключаются теми учеными, которые образуют элитную группу, формируют мнения и принципы деятельности *научных сообществ*. Именно эти авторитеты формируют ценности, следование которым полагается целесообразным и потому рациональным” [1. С.370].

2. Разумеется, в рамках развивающейся науки рождение творческих гипотез настолько многообразно, что выражено в креативной деятельности конкретного ученого, который, с одной стороны, должен опираться на определенные принципы сложившегося знания (определенную парадигму), а с другой – должен выдвинуть и обосновать новую идею. С моей точки зрения на примере анализа классической механики А. Пуанкаре в своей работе “Наука и гипотеза” прекрасно показал взаимосвязь аксиом, принципов, законов как систему определений, имманентно пронизанных соглашениями (конвенциями), содержащими выраженную условность [2. С.79-94]. Не разделяя в целом идею конвенционализма Пуанкаре, отстаиваемую им в представлении аксиом и принципов науки как удобных соглашений, не имеющих ни опытного происхождения, ни абстрактно-математических постулатов, я обращаю внимание на неустранимость элемента конвенциональности в научном творчестве. Это касается и принципа инерции (так называемый “первый закон Ньютона”), “закона всемирного тяготения”, который совсем не “всемирный”, ибо не действует в масштабах Метагалактики и многих парадигмально-гипотетических построений физики XX века (проблема подлинной природы гравитации, электрического заряда, спина частиц, проблемы Большого взрыва, ускоренного расширения Метагалактики и др.).



3. В современной фундаментальной теоретической физике элемент конвенциональности можно усмотреть в конкурентных взаимоотношениях трех миропониманий, в основе которых лежат соответствующие дуалистические парадигмы. В самом деле, в современной физике разворачиваются теоретико-полевое, геометрическое и реляционное миропонимания. Выявляя их взаимодополнительность, Ю.С. Владимиров пишет: “Наличие трех дуалистических парадигм можно трактовать как своеобразное проявление принципа дополнительности трех метафизических парадигм, который в какой-то степени родственен принципу дополнительности Нильса Бора, сформулированному в квантовой механике... Однако при рассмотрении трех дуалистических метафизических парадигм принцип дополнительности Бора обобщается на дополнительность не двух сторон (составляющих) при сохранении неизменной третьей, а сразу на дополнительность всех трех точек зрения” [3. С.218]. Сам автор приводит аргументы и проводит исследования в рамках реляционного подхода, считая принципиально приоритетным именно это миропонимание. Поскольку этот подход сегодня активно разрабатывается, то его сторонники несут в себе уверенность в его научно-познавательную перспективу. В разных теоретико-физических подходах возникают разные модели интерпретаций таких проблем, как принцип Маха, близкодействие и дальное действие, электромагнитная или гравитационная природа пространства-времени и т.п. Именно в мировоззренческих интерпретациях подобных проблем (то есть в соотносении теоретической модели с реальностью) конкретные ученые реализуют взгляд, содержащий момент научной веры.

4. Вера и знание не только не взаимоисключают, но и дополняют друг друга. В научном познании вера играет важную роль не только в процессе выдвижения новых гипотез и затем теорий, но и в ходе их принятия научным сообществом в процессе дальнейшего признания как научных парадигм. Вера как бы “встроена” в научно-познавательную деятельность. Современная психология исходит из того, что вера образует центральное звено личности человека, своеобразно конструируя и структурируя внутренний мир человека. Научный склад ума, формируя научную картину мира, опирается на научные принципы и постулаты, но при этом не может дать окончательного ответа на вопросы, принципиально значимые для понимания мироустройства. Научные принципы конструируются, чтобы глубже понять саму действительность и теория, построенная на основе этих принципов, получила согласование с опытом. Содержательный смысл принципов открывается интеллектом как инсайт, ибо принципы теории “не могут быть выведены, логически получены внутри нее, а требуют выходящего за данную теорию обоснования” [4. С.37].

5. История науки явно свидетельствует о том, что гениальные открытия Н. Коперника, Г. Галилея, И. Ньютона, М. Фарадея, Г. Менделя, А. Эйнштейна, Н. Бора и др. завоевывали признание научного сообщества не сразу,

однако их авторы, веря в справедливость своих идей, настойчиво отстаивали их. Когда ученый выдвигает новые научно-теоретические гипотезы, то прежде всего лишь личностная уверенность (вера) в своей правоте может предшествовать будущему успеху и признанию инновационных идей научным сообществом. Первоначально же это состояние характеризуется явной неопределенностью. Другой срез веры связан с более глобальной эпистемологической позицией ученого, которую прекрасно выразил А. Эйнштейн: “Без *веры* (курсив мой – В.К.) в то, что возможно охватить реальность нашими теоретическими построениями, без *веры* во внутреннюю гармонию нашего мира, не могло бы быть никакой науки. Эта *вера* есть и всегда останется основным мотивом всякого научного творчества. Во всех наших усилиях, во всякой драматической борьбе между старым и новым мы узнаем вечное стремление к познанию, непоколебимую *веру* в гармонию нашего мира, постоянно усиливающуюся по мере роста препятствий к познанию” [5 С.543].

## Литература

- [1] В.Н. Порус. Конвенционализм // Энциклопедия эпистемологии и философии науки. М.: Канон+. 2009. С. 370-371.
- [2] А. Пуанкаре. Наука и гипотеза // Пуанкаре А. О науке. М.: Наука. 1990. С. 5-196.
- [3] Ю.С. Владимиров. Метафизика и фундаментальная физика. – Кн. 2: Три дуалистические парадигмы XX века. – М.: ЛЕНАНД, 2017.
- [4] В.Н. Князев. Категории как философские принципы // Проблемы философии: история и современность. Сборник статей по итогам научно-практической конференции с международным участием. М., 2018. С.34-40.
- [5] А. Эйнштейн. Собр. Науч. Трудов: в 4-х т. Т.4. М.: Наука, 1965.



# ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КВАНТОВОМЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕРОЯТНОСТИ И БИБЛЕЙСКИЙ КОНТЕКСТ СВОБОДЫ И СЛУЧАЙНОСТИ

**К.К. Копейкин**

*Санкт-Петербургская духовная академия,  
Санкт-Петербургский государственный университет*  
kirill.kopeykin@mail.ru

Прошло уже около 100 лет с тех пор, как в первой трети XX века появились теория относительности и квантовая механика, радикально изменившие наши представления о мироздании. Их создание в конечном итоге привело к технологической революции, продуктами которой мы пользуемся ежедневно. Мобильные телефоны и навигаторы, телевизоры и мониторы с плоским экраном, компьютеры, лазерные принтеры и интернет – всё это ставшие уже привычными плоды “первой квантовой революции”.

В XXI веке человечество, по мнению ряда экспертов, приближается к тому, что получило условное наименование “второй квантовой революции”. Мы должны научиться оперировать единичными квантовыми объектами: создавать транзисторы на одном атоме, управлять отдельными фотонами и т.п. Вторая квантовая революция должна позволить разработать новые информационные технологии, создать эффективные устройства квантовой криптографии, квантовые компьютеры и квантовые сенсоры, продвинуться в понимании природы психики и приблизиться к созданию искусственного интеллекта. Практически все развитые страны ведут поиск в этом направлении: в США подписан *National Quantum Initiative Act*, в Европейском Союзе запущен крупномасштабный исследовательский и инновационный проект *Quantum Flagship*, Россия, Индия и Китай также включились в квантовую гонку. Эксперты ожидают, что в результате “второй квантовой революции” произойдёт радикальная трансформация науки, промышленности и общества.

Как уже было сказано [1], сегодня основная сложность связана с тем, что исследования ведутся “на ощупь”, даже среди профессиональных физиков нет единого мнения по поводу оснований и интерпретации квантовой физики. Какая онтологическая реальность стоит за её математическими формулами? Что, собственно, описывает квантовая теория? Хотя с момента возникновения квантовой механики прошло почти 100 лет, полной ясности до сих пор нет, предложено множество различных вариантов интерпретации используемого математического аппарата. Если задуматься – это скандал! Казалось бы, такого можно было ожидать лишь от гуманитарной науки, исходно предполагающей множественность интерпретаций, но никак не от науки естественной.

Для преодоления возникшей ситуации нами было предложено вспомнить, что современное естествознание – и, в конечном итоге, квантовая механика и теория относительности – зародилось в очень специфической интеллектуальной среде. Как свидетельствует история науки, современная физика возникла в процессе исследования Природы как второй Книги Творца. Считалось, что первая Книга Бога – Библия – раскрывает замысел Создателя, вторая – Природа – говорит о Его могуществе [2. С. 16–21]. Сегодня уместно задуматься над тем, что новое – это хорошо забытое старое, и в поисках интуитивно прозрачного языка квантовой теории естественно обратиться именно к библейскому контексту [3].

Что Библия сообщает нам о природе мироздания? Ключевой библейский тезис заключается в том, что Бог творит мир актом Своей воли “из ничего” ( $\epsilon\chi\theta\acute{\iota}\nu\omicron\upsilon\tau\omicron\nu$ ,  $\epsilon\chi\eta\iota\eta\iota\lambda\omicron$ ) (2 Макк 7:28). Что это означает? Это свидетельствует о не-само-бытности всего сущего. Если, например, мастер изготавливает какой-либо предмет, скажем, стол из дерева, то этот стол и далее продолжает существовать независимо от мастера поскольку в своём бытии он “опирается” на ту материю, из которой был изготовлен; в приведённом примере – на дерево. Мир творится Богом “из ничего” в том смысле, что в своём существовании ему не на что “опереться”, кроме как на Создателя. Только Он – Сущий (Исх 3:14), лишь Он обладает бытием в полной мере, всё же остальное тварное бытие есть лишь в меру своей со-причастности истинному Бытию: “всё из Него, Им и к Нему” (Рим 11:36), “в Нем мы живём, и движемся, и существуем” (Дн 17:28). Можно сказать, что Библия уже с самого начала формулирует фундаментальный библейский принцип неабсолютности тварного бытия: ничто не само-бытно, всякое бытие относительно – и всё относительно Творца.

Вся история естествознания, начиная с Галилея, показывает, что его развитие шло по пути конкретизации и расширения области применимости принципа неабсолютности тварного бытия: от галилеевской относительности (инвариантности относительно инерциальных систем отсчёта, получившей строгую формулировку в классической физике) – к специальной теории относительности – затем к общей теории относительности (где эквивалентность гравитации и ускорения носит локальный характер) – и, наконец, к квантовой механике – к тому, что один из крупнейших физиков XX столетия академик Владимир Александрович Фок (1898–1974) называл принципом относительности к средствам наблюдения (Фок был профессором СПб.ГУ, создателем петербургской школы теоретической физики; его именем названы пространство Фока в квантовой теории поля, метод Хартри-Фока приближённого решения квантовомеханического уравнения Шрёдингера, уравнение Клейна-Фока-Гордона, обобщающее уравнение Шрёдингера для релятивистских бесспиновых частиц). Фок подчёркивал, что принцип относительности



к средствам наблюдения представляет собою универсальный принцип описания физических явлений как в классической теории (где относительность к средствам наблюдения совпадает с относительностью к системе отсчёта), так и в теории относительности и в квантовой механике [4].

Итак, рассматривая квантовую механику в сквозной исторической перспективе как закономерное звено цепи реализации принципа неабсолютности тварного бытия в физике мы с неизбежностью приходим к выводу, что физическая реальность существует не “сама по себе”, как нечто само-бытное (именно так привыкли мы воспринимать мир сквозь призму классической науки – как нечто само-сущее, состоящее из “тел”), но про-являет себя тем или иным способом по отношению к наблюдателю в зависимости от характера задаваемых им экспериментальных вопрошаний [5].

Обращение к библейскому контексту позволяет прояснить и природу квантовой случайности. Богословы всегда уделяли особое внимание проблеме свободы воли: как может человеческое произволение (отказ от которого неминуемо приводит к снятию с субъекта какой бы то ни было ответственности) сочетаться с наличием Божьего промысла и Его всеведением? В результате они пришли к выводу, что помимо “горизонтальной” детерминированности событий (воля Творца непреложна, полагали теологи, и потому созданные Им законы – неизменны, а значит все события, лежащие “в плоскости” этого мира, подчинены строгим закономерностям) возможны “вертикальные” вторжения в “горизонтальную” ткань реальности. Поскольку всемогущество Бога, по существу, означает индетерминированность, то случайные, ничем (кроме Промысла Божия, ведомого только Создателю) не детерминированные события, представляют собой акты божественного вмешательства в реальность, в том числе – акты, открывающие “зазор” для человеческого произволения [6. С.27]. Отсюда – полузабытая сегодня, но глубоко укоренённая в ветхозаветной традиции практика бросания жребия как способа узнавания воли Вседержителя: воля человека взаимодействует с волей Зиждителя (Исх 28:30; Чис 27:21; Притч 16:33; Дн 1:23-26).

В контексте христианской традиции в связи с обострённым вниманием к личности каждого индивидуума проблема соотносённости свободы воли и божественной благодати становится одной из центральных проблем богословской мысли. Пожалуй, наибольшей детализации её разработка достигает в эпоху схоластики, когда не было ни одного значимого богослова и философа, который не коснулся бы вопроса о благодати и свободе воли. Из этих рассуждений и выросла, в конечном итоге, современная теория вероятностей.

В квантовой физике, подчёркивал В.А. Фок, случайность присутствует двояко: с одной стороны – в виде вероятности, характеризующей присущие микрообъектам потенциальные (но пока не реализованные) возможности и относящейся к ещё не произведённым опытам. С другой стороны – в виде

статистики результатов уже произведённых серий опытов, сам тип которых определяется волевым выбором экспериментатора. Для того, чтобы дать прозрачное физическое толкование математического аппарата квантовой теории и прояснить понятие квантовомеханической вероятности Фок предложил различать в опыте три стадии: приготовление объекта, поведение объекта в фиксированных внешних условиях и собственно измерение. Соответственно можно выделить приготовляющую, рабочую и регистрирующую части прибора. Такое различие позволяет варьировать заключительную регистрирующую стадию (измерение), оставляя неизменными первые две.

Принцип относительности к средствам наблюдения означает, что для квантового объекта существует потенциальная возможность проявить себя так или иначе в зависимости от экспериментальной ситуации (например, обнаруживая волновые или корпускулярные свойства). При этом даже если квантовый объект в приготовляющей стадии опыта находится в фиксированных условиях результат измерения в общем случае не может быть предсказан с абсолютной достоверностью, но лишь с некоторой вероятностью. Наиболее полным результатом опыта будет распределение вероятностей серии измерений.

Варьируя заключительную стадию опыта можно производить измерения различных величин (например, энергии, импульса или координаты) исходя из одного и того же начального состояния квантового объекта. Каждой измеряемой величине соответствует своё распределение вероятностей. Все эти распределения вероятностей могут быть параметрически выражены через один и тот же вектор состояния, который не зависит от заключительной стадии опыта. В этом смысле вектор состояния представляет собою объективную (независящую от наблюдателя) характеристику состояния данного единичного квантового объекта непосредственно перед заключительной стадией опыта. Вектор состояния, по Фоку, даёт объективное описание всех присущих микрообъекту “объективно существующих потенциальных возможностей” того или иного результата взаимодействия квантового объекта с прибором. Но это объективное состояние ещё не является действительным, поскольку “объективно существующие потенциальные возможности” пока не осуществились. Переход от потенциально возможного к действительному происходит на заключительной стадии опыта. Для описания этого перехода необходимо многократно повторить опыт чтобы экспериментально осуществить различные варианты реализации “объективно существующих потенциальных возможностей”. В процессе статистической обработки такой серии измерений? вычисляется относительное число осуществившихся случаев того или иного поведения объекта; это число и является мерой вероятности данного варианта поведения объекта. Экспериментально полученное распределение вероятностей затем сравнивается с теоретическим, рассчитываемым исходя из вектора со-



стояния, дабы убедиться в адекватности такого описания.

Вызывающая множество недоумений редукция вектора состояния в результате измерения связана не с распространением какого-либо физического взаимодействия, а с изменением постановки вопроса о вероятностях. В произведённом опыте реализуется одна из “объективно существующих потенциальных возможностей”, описываемых исходным вектором состояния. Изменение постановки вопроса о вероятностях состоит в учёте осуществившегося результата, т. е. в учёте новых данных. А новым данным соответствует и новый вектор состояния. При этом принцип причинности не нарушается, поскольку в квантовой физике, как утверждает Фок, он относится к вероятностям, т. е. к потенциально возможным, а не к действительно осуществляющимся событиям [7].

Таким образом, в ситуации квантовомеханического эксперимента (и, вообще говоря, любого жизненного выбора) встречаются две свободы: свобода предоставляемых природой (точнее, её Творцом) возможностей и свобода выбора человека-экспериментатора. Результат их *взаимо-*действия оказывается абсолютно непредсказуемым (это иллюстрируется многочисленными теоретическими и экспериментальными доказательствами отсутствия так называемых “скрытых параметров”). Можно сказать, что квантовомеханическая случайность является истинной случайностью, непредсказуемой не потому, что нам неизвестны какие-то “скрытые параметры” реальности, а в силу самой своей природы. Истинная случайность не может быть предугадана поскольку до того, как какой-либо исход оказался реализованным, он не был предопределён и значит не существовал. Таким образом, истинная случайность есть чистый акт творения как результат пересечения двух воль: Божественной Воли, актом которой был сотворён этот мир *из ничего* (2 Макк 7:28), и свободной воли человека, сотворённого *по образу и подобию* своего Создателя (Быт 1:26). Человек возвращается в научную картину мира в качестве полноправного её участника, а теологическая интерпретация квантовой механики открывает перспективу разрешения фундаментальной проблемы взаимодействия материального и психического.

Это – принципиально новый взгляд на природу реальности! Он позволит уйти от бесконечных разговоров о “парадоксах” современной физики и сделать её интуитивно прозрачной, а значит – дать колоссальный импульс для её дальнейшего развития. Для осуществления глобального научного и технологического прорыва нужна глобальная идея! Именно в такой новой парадигме, а не в прежней, классической, следует взращивать творцов новой физики XXI века, века второй квантовой революции.

## Литература

- [1] Копейкин К.В., прот. Проблема интерпретации квантовой механики и

- вторая квантовая революция // Основания фундаментальной физики и математики: материалы III Российской конференции (ОФФМ-2019) / Ред. Ю.С. Владимиров, В.А. Панчелюга. М.: РУДН, 2019. С. 77–80.
- [2] Копейкин К.В., прот. Что есть реальность? Размышляя над произведениями Эрвина Шрёдингера. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2014.
- [3] Копейкин К.В., прот. Реляционная интерпретация квантовой механики и библейский тезис о творении *из ничего* // Основания фундаментальной физики и математики: материалы IV Российской конференции (ОФФМ-2020) / Ред. Ю.С. Владимиров, В.А. Панчелюга. М.: РУДН, 2020. С. 144–149.
- [4] Фок В.А. Принцип относительности к средствам наблюдения в современной физике // Вестник АН СССР. 1971. № 4. С. 8–12.
- [5] Копейкин К.В., прот. Библейский тезис о творении “*из ничего*” и реляционная парадигма в физике // Метафизика. 2021. № 2 (40). С. 57–64.
- [6] Гоманьков А.В. Библия и природа. Эволюция, креационизм и христианское вероучение. М.: ГЕОС, 2014.
- [7] Фок В.А. Об интерпретации квантовой механики // Успехи физических наук. 1957. Т. LXII. Вып. 4. С. 461–474.



## ПРОСТРАНСТВО-ВРЕМЯ В СОВРЕМЕННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗАХ

А.Н. Спаськов

*Институт философии НАН Беларуси, Минск*

spaskov.a@mail.ru

Современные физические гипотезы, претендующие на роль фундаментальной онтологии являются по сути попыткой синтеза наиболее успешных физических теорий – общей теории относительности и квантовой механики. При этом возможности построения новой физической теории связывают с разными вариантами модификации таких базовых понятий, как пространство-время, материя (частицы и поля) и движение и их обобщений в рамках дуалистических парадигм.

В суперструнных теориях, которые можно отнести к теоретико-полевой парадигме, проводится дальнейшая модификация идей атомизма и в качестве первичных материальных элементов всего сущего рассматривают релятивистские колеблющиеся суперсимметричные струны, спектр колебаний которых, определяет все многообразие физических свойств элементарных частиц [1].

В теории квантовой петлевой гравитации, которая развивается в рамках геометрической парадигмы, квантуют само понятие пространства-времени, наделяя его дискретной структурой с собственной динамикой на планковских масштабах [2].

В реляционной парадигме, математические основы которой были заложены Ю.И. Кулаковым, пространство-время рассматривается как физическая структура отношений между событиями, описываемая с помощью определителя Кэли-Менгера: “все геометрические понятия пространственно-временных отношений могут быть выражены через миноры из определителя Кэли-Менгера” [3, с.102].

Проблема природы времени имеет фундаментальное значение в этих “окончательных теориях” и играет, по мнению многих авторитетных ученых ключевую роль в понимании планковской физики. Эта проблема возникла уже в квантовой механике, в которой время – это не наблюдаемая величина, внутренне присущая квантовым объектам, и которой соответствует квантово-механический оператор, а макроскопический параметр, измеряемый лабораторными часами, ход которых подчиняется законам классической механики.

Время, само по себе, мы не наблюдаем и в классическом мире, но имеем доступ к восприятию различных видов движения на основе физического действия на наши органы чувств. Таким образом, уже в классическом подходе, проблема времени имеет два фундаментальных аспекта: онтологический

статус наблюдаемого объективного времени и субъективного времени самого наблюдателя, как необходимое условие любого наблюдения.

Но в квантовом мире эти два аспекта приобретают особое значение. Во-первых, в квантовой теории нет понятия квантового времени, а используется его классическое представление в виде эволюционного параметра волновой функции в уравнении Шредингера. Интересно отметить, что в последующей модификации уравнения Шредингера для стационарной Вселенной, известной как уравнение Уилера-Девитта, параметр времени отсутствует вообще. На основании этого результата некоторые физики приходят к заключению о безвременности предельно глубокого уровня реальности.

В другой интерпретации, предложенной Брайсом ДеВиттем, онтология времени непосредственно связывается с наблюдателем: «Понятие эволюции неприменимо к Вселенной в целом, так как нет ни одного внешнего по отношению к ней наблюдателя, так же как нет часов, не принадлежащих ей. . . без введения наблюдателя вселенная оказывается мертвой и не эволюционирующей со временем. . . Джон Уилер подчеркнул сложность ситуации, заменив слово наблюдатель на участник и введя понятие вселенной, наблюдающей саму себя» [Цит. по 4, с. 126].

Во-вторых – проблематична сама постановка вопроса о референте квантового времени. Это означает, что в теоретической схеме классической и квантовой физики используется понятие времени как некоторого универсального параметра движения. В математической формулировке законов движения, которые со времен Ньютона записываются в виде дифференциальных уравнений, используется практически то же самое ньютоновское понятие математического истинного времени, принимаемого в качестве абсолютного движения независимой ни от чего и недоступной наблюдению субстанции.

Так как абсолютное время ни от чего не зависит, то оно имеет универсальный характер в метафизическом обосновании классической и квантовой теории. Но с относительным временем, которое Ньютон ввел для практического употребления в качестве чувственно наблюдаемого эквивалента абсолютного времени, дело обстоит иначе, т.к. у нас нет такого эквивалента в квантовом мире.

Таким образом, тот инструментальный подход в понимании времени, который редуцировал его к показанию часов, устраивал физиков и сохранился в квантовой теории. Общая теория относительности, хотя и углубила представление о времени, но оставила без изменения концепцию относительного времени как измеряемой посредством часов длительности. Модификация в понимании времени здесь состояла в том, что течение времени, измеряемое часами, утратило свой абсолютный и независимый характер и стало зависимой от гравитационного потенциала величиной.

Попытки разработать квантовую теорию гравитации выявили принци-



альную несовместимость этих двух теорий и успешное решение этой проблемы многие физики связывают с радикальным изменением представлений о пространстве и времени на планковских масштабах. Первым претендентом на роль такой “окончательной теории” стала теория суперструн. Она возникла как красивая математическая теория в попытке применения квантовой механики и принципов теории относительности к описанию сильных взаимодействий. Можно сказать, что это был чисто математический подход к пониманию структуры реальности без какой-либо онтологической идеи и философского обоснования: “Дело обстояло не так, будто на кого-то сошло вдохновение и он догадался, что материя построена из струн, а затем начал строить соответствующую теорию; на самом деле теория струн была построена до того, как кто-то понял, что это такое” [5, с.167].

Но этот математический подход дал неожиданные онтологические следствия, так как привел к идее физических существностей нового типа – релятивистских квантово-механических струн. Они меняют наши представления о составе и построении материи, так как “обычные струны состоят из частиц – протонов, нейтронов, электронов. Но новые струны совсем другие: предполагается, что протоны и нейтроны состоят из них” [5, с.166].

Основная идея теории суперструн заключается в том, что элементарные частицы, описываемые в теории и регистрируемые в эксперименте как точечные объекты, являются, при более глубоком рассмотрении, которое требует экспериментальной точности на много порядков превышающей современные технические возможности, протяженными существностями: “Внутри каждой частицы — вибрирующее, колеблющееся, пляшущее волокно, подобное бесконечно тонкой резиновой ленте” [1, с.18].

Достоинством теории суперструн, является то, что она позволяет преодолеть противоречия между общей теорией относительности и квантовой теорией и свести все многообразие элементарных частиц к спектру квантовых состояний единой существности – колеблющейся струны. Но несмотря на математическую красоту и предельно глубокий уровень обобщения, эта теория до сих пор так и не получила ни одного экспериментального подтверждения.

Серьезным недостатком теории суперструн, в ее претензии на построение “теории всего”, является то, что “современная формулировка теории струн заранее предполагает существование пространства и времени, в котором струны (и другие объекты М-теории) движутся и вибрируют” [1, с.244]. Но, по мнению Б. Грина, возможно само порождение стандартных понятий пространства и времени можно будет объяснить в будущей теории как возникновение фона когерентных колебаний струн: “Разобравшись в том, как возникает пространство и время, мы могли бы сделать огромный шаг к ответу на ключевой вопрос, какая геометрическая структура возникает *на самом деле*” [1, с.244].

Альтернативный подход в объяснении природы пространства-времени развивается в теории петлевой квантовой гравитации. В этой теории “пространство представляет собой флуктуирующий рой квантов гравитации” и имеет зернистую структуру, а для описания влияния пространства на квантовые частицы вводится понятие спиновой сети [2, с.194]. Время в этой теории возникает как дискретное изменение структуры спиновой сети, историю которой называют спиновой пеной [2, с.215].

В развиваемой нами субстанциально-информационной онтологии предполагается, что базовую пространственно-временную структуру Вселенной образует множество простейших индивидуальных монад, которое задает первоначальное онтологическое основание ее существования. Эти монады (единичные непротяженные субстанции или пространственно-временные примитивы) находятся изначально в состоянии квантовой сцепленности (нелокальная связь), образуют пространственно-временную сеть планковских масштабов и могут спонтанно изменять свои собственные квантовые состояния на основе внутренне присущего им двоичного информационного кода. Это значит, что они могут локализоваться с вероятностью равной 1 в пределах планковских пространственноподобных и времени-подобных интервалов, задавая, таким образом, дискретную структуру пространства и дискретный ход времени. Таким образом, в этой модели изначально задается квантованное пространство-время с вероятностной мерой и псевдоевклидовой метрикой Минковского, что открывает некоторый альтернативный подход к построению теории квантовой гравитации.

Что касается психофизической природы пространства-времени, то это значит в данной модели, что элементарная длина возникает в представлении монад, как наблюдаемое в “квантовом восприятии” и переживаемое в их внутренней экзистенции чувство удаленности друг от друга, а элементарная длительность, как чувство изменения собственных ментальных состояний. Таким образом, мы подводим под понятия пространства-времени новую психофизическую онтологию.

Возможность психофизической интерпретации реальности на научной основе появилась после того, как была осознана фундаментальная роль наблюдателя в квантовой теории: “Оказалось, что на глубинном, фундаментальном, квантовомеханическом микроуровне физическая реальность ведёт себя вовсе не как мёртвая инертная “материя”, но, скорее, как реальность информационная, почти что квазипсихическая” [6, с.147].

Ньютон именно абсолютному пространству, а не инертной материи приписывает роль активного начала, называя его “сенсориумом Бога”: “не становится ли ясным из явлений, что есть бестелесное существо, живое, разумное, всемогущее, которое в бесконечном пространстве, как бы в своем чувствительном лице, видит все вещи вблизи, прозревает их насквозь и понимает их вполне



благодаря их непосредственной близости к нему?” [7, с.280–281].

То есть само абсолютное пространство и время Ньютон рассматривал как божественный орган восприятия материального мира. Сам по себе этот орган (т.е. пространство и время) никак не воспринимается, т.к он бестелесен (также как и трансцендентный Бог), но посредством него Бог воспринимает все материальные вещи. Не напоминает ли этот орган наш ум, который также изначально пуст, а при восприятии – наполняется разнообразными феноменами?

Но в отличие от нашего ума, способного только воспринимать феномены, Бог в своем уме способен их производить. А это и означает не самодостаточность материальных феноменов и творение материального мира из ничего. Библейская онтология, по мнению протоирея К.В. Копейкина, дает единственное надежное основание существования мира: “Библейское Откровение утверждает, что Бог созидает всё сущее Своим Словом *из ничего*. . . . В контексте богословской традиции *тварность* означает *несамо-бытность*. Мир творится Богом “*из ничего*” . . . в том смысле, что в своём существовании ему не на что “опереться”, кроме как на Бога” [6, с.147].

В основание субстанциально-информационной онтологии полагается единая субстанция, которая и порождает (генерирует) все многообразие феноменального мира. В нашем представлении субстанция – это нелокальная и единая сущность, которая проявляется локально в сингулярных точках-моментах пространства-времени. Эта модель пространства-времени аналогична понятиям абсолютного пространства и времени Ньютона, который считал их “сенсориумом Бога”. Но в отличие от ньютоновского абсолютного и непрерывного пространства и времени, имеющего субстанциальную природу, в нашей модели нелокальная и единая субстанция локализуется в множестве сингулярных точек-моментах, на базе которых и определяется реляционная сеть пространства-времени. Таким образом, в этом представлении устраняется логическое противоречие между субстанциальной концепцией Ньютона и реляционной концепцией Лейбница и достигается их онтологическое единство.

Реальность в этом представлении первоначально возникает как комплементарное единство элементарных врожденных идей “Я” и “не Я”, как некоторых противоположных квантовых состояний, внутренне присущих монадам. Это единство и порождает их собственное пространство-время, в пределах которого они существуют и данное им в элементарном восприятии. На основе этого представления и идеи множественности индивидуальных монад, обладающих элементарным чувством “Я” и “не Я” мы и можем построить реляционную модель первичного пространства-времени в формальном соответствии с реляционной концепцией пространства-времени Ю.С. Владимирова [8].

Мы развиваем, таким образом, монадологию Лейбница и рассматрива-

ем пространство-время как множество простейших монад, связанных между собой пространственно-временными интервалами планковских масштабов. Важной особенностью нашей концепции является то, что природа этих интервалов носит вероятностный характер. Это значит, что пространственная связь между двумя точечными монадами возникает как способность локализоваться в пределах планковской длины относительно друг друга с вероятностью равной 1. А временная связь между двумя внутренними состояниями одной и той же монады – как способность к локализации (отчетливому представлению) двух различных ментальных состояний с вероятностью равной 1.

Таким образом, мы можем дать следующие определения:

Пространство – это порядок сосуществования онтологически различных субъектов (объектов).

Время – это порядок сосуществования различных внутренних состояний, связанных с одним и тем же онтологически самотождественным субъектом.

Публикация подготовлена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (договор №Г20МС-031).

## Литература

- [1] Грин Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. М.: Едиториал УРСС, 2004. 288 с.
- [2] Ровелли К. Нереальная реальность. Путешествие по квантовой петле. СПб.: Питер, 2020. 304 с.
- [3] Владимиров Ю.С. Метафизика и фундаментальная физика. Кн. 2: Три дуалистических парадигмы XX века. М.: ЛЕНАНД, 2017. 248 с.
- [4] Эрекаев В.Д. Проблема времени в квантовой гравитации и квантовой космологии / Метавселенная, пространство, время [Текст] / Рос. акад. наук, Ин-т философии ; Отв. ред. В.В. Казютинский. – М. : ИФРАН, 2013. – 141 с.
- [5] Вайнберг, С. Мечты об окончательной теории: Физика в поисках самых фундаментальных законов природы: пер. с англ. М.: Едиториал УРСС, 2004. – 253 с.
- [6] Копейкин К.В. Реляционная интерпретация квантовой механики и библейский тезис о творении из ничего // Основания фундаментальной физики и математики: материалы IV Российской конференции. М.: РУДН, 2020. С. 144 – 149.
- [7] Ньютон И. Оптика, или Трактат об отражениях, преломлениях, изгибаниях и цветах света/ пер. с англ. с примеч. С. И. Вавилова. М.: Гостехиздат, 1954.
- [8] Владимиров Ю.С. Физика дальнего действия: Природа пространства-времени. – М.: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2016. 224 с.



# РЕЛЯЦИОННЫЙ ПОДХОД К КОМПЛЕКСНОЙ ПЛОСКОСТИ: КОНЦЕПЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ЧИСЛОВОГО КОНТИНУУМА

М.Г. Годарев-Лозовский

Российское философское общество, Санкт-Петербург  
godarev-lozovsky@yandex.ru; beskonechnost.info

Предложена концепция динамического числового континуума, которая включает исходные идеи, их развитие и некоторые приложения.

## 1 Актуальность концепции динамического числового континуума

Основной идеей предлагаемого подхода является реляционный характер комплексного пространства, т.е. его производность от населяющих это пространство объектов и их динамических отношений при существовании абстрактной статичной точки. Автор широко известной и уважаемой реляционной парадигмы в основании физики Ю.С. Владимиров уверен в неизбежности коренных изменений наших представлений о физической реальности – ведь об этом свидетельствуют неудачи многолетних попыток решения ряда фундаментальных проблем современной физики. Ю.С. Владимиров рассматривая математику и физику как единое целое отмечает, что любые структуры являются видами отношений, он строго обосновывает *производный характер понятия пространство-время* и спинорную структуру элементарных частиц [1].

Характерно, что центральным понятием теории сверхчисел С.А. Векшенова, является “абстрактное вращение”, которое рассматривается как целостный объект, обладающий внутренней динамикой и который характеризуется *единственным параметром – направлением вращения*. Допустимо предположить, что подобный, подход уже объяснив спин микрообъекта, может действительно привести, как полагает С.А. Векшенов, к разрешению проблемной ситуации с континуум-гипотезой. При этом, как мы полагаем, С.А. Векшенов не всегда вполне обоснованно противопоставляет понятия “континуум” и “множество” [2].

Действительно: “статичная” теоретико-множественная парадигма на первый взгляд исключает существование динамического континуума, ибо для меняющихся систем в различные моменты времени не выполняется аксиома экстенциональности, требующая тождественности множества самому себе. Однако если исключить временной параметр при гносеологическом рассмотрении множества, имеющего мощность континуума, то данное возраже-

ние против наличия динамических несчетных множеств логически полностью устраняется. Ведь мы ни в каком случае произвольно не добавляем к континууму новых, чуждых ему элементов, а, континуум по Г. Вейлю – это “среда свободного становления”.

Л.Г. Антипенко убедительно обосновывает возможность существования динамического осциллирующего континуума *взаимопревращения действительных и мнимых точек*. Ведь, например, существует известная взаимная принадлежность точек и прямых на проективной плоскости. Так же известно, что на вещественной прямой лежит несчетное множество мнимых точек. Вспомним, что Н.Н. Лузин определял точку как “бесконечную стягивающих интервалов” [3], но, ведь, еще Б. Риман полагал обратное: точка в движении порождает линию и пространство. По мнению Л.Г. Антипенко, фундаментальность свойств динамического континуума может объяснить взаимно однозначное соответствие между комплексными и вещественными числами, а также гравитационные взаимодействия [4]. Мы полагаем, что все перечисленные подходы могут являться научным основанием предлагаемой концепции.

Добавим к этому аксиому Лозовского: актуально бесконечное множество знаков непериодической дроби имеет мощность счетного множества, а потенциально бесконечное множество знаков периодической дроби имеет мощность конечного множества [5]. Эта аксиома имеет, в частности, следующее основание. С.В. Ларин еще в 2001 году строго математически обосновал: “. . . в записи  $0, c_1, c_2, \dots$  девятка не может повторяться бесконечное число раз подряд” так как “. . . это противоречит аксиоме Архимеда для рациональных чисел” [6]. В соответствии с аксиомой Лозовского можно допустить, что множество моментов прошлого времени взаимно однозначно соответствует множеству знаков непериодической дроби, а множество моментов будущего времени – множеству знаков периодической дроби.

## 2 Концепция динамического числового континуума

Примем следующую нетривиальную аксиому: *между динамическим идеальным континуумом (который обобщает равномоцный ему статический) и динамическим материальным континуумом – существует взаимно однозначное соответствие*.

Какие модели могут согласовываться с предложенной аксиомой?

1. Модель *континуального* пространства: движение точек и векторов образует линии, оси, неподвижное пространство, в котором существует также статичная точка.
2. Модель *не континуального* времени: счетное множество моментов актуально безначального прошлого сменяется в статичной точке потенциально бесконечным множеством моментов будущего.



3. Модель движения: относительно статичных точек непротиворечиво описывается движение: а) комплексного переменного и микрообъекта; б) астрономического тела в реальном пространстве.

Проиллюстрируем предложенные модели следующим образом.

1. Положительные и отрицательные вещественные числа производят непрерывные синхронные внутренние вращения в противоположных направлениях, что может объяснить квантовую запутанность спинов и ретроградное движение астрономических тел.
2. Комплексно-сопряженные мнимые числа производят сохраняющие ориентацию непрерывные встречные и синхронные круговые движения, что может объяснить не локальность, дальное действие гравитации и её “вихревую компоненту” [7].
3. Точка 0 вещественной оси, комплексной плоскости и на шкале времени неподвижна, что может объяснить течение времени из актуально безначального прошлого в потенциально бесконечное будущее.
4. Актуально бесконечно малая в смысле нестандартного анализа может быть аналогична умозрачительной неподвижной материальной точке, которая не вызывает анизотропии выделенной системы отсчета – микроволнового фона.
5. Противовращательные синхронные и непрерывные собственные движения конформно отображаемых комплексных плоскостей  $S$  и  $S'$  вполне могут инициироваться непрерывным движением точек всех возможных комплексных переменных по всем допустимым путям.

Какие возможны не прямые физические следствия из предложенных моделей?

1. Пространство, заполненное непрерывной материей, эквивалентно несчетному множеству элементов непрерывных гравитационных взаимодействий не равномоцных счетным множествам элементов иных известных фундаментальных взаимодействий. (Допущение математической не равномоцности фундаментальных взаимодействий – снимает проблему квантования гравитации) [5].
2. Не инвариантность пространственно-временных интервалов и инвариантность пространственно-временных масштабов (Это допущение, основано на обнаруженной экспериментально, *не инвариантности* скорости света относительно инерциальных систем отсчета, которая исключает справедливость релятивистского пространства-времени) [5].
3. Существование мировой материальной среды, взаимно однозначно соответствующей динамическому континууму – устраняет расходимости и скры-

тую массу.

4. Отсутствие расширения пространства-времени – устраняет космологическую сингулярность и темную энергию.
5. Движение точки в плоскости комплексного переменного может описать квантовое туннелирование микрообъекта [5].

### 3 Число и движение квантовой частицы

Мы полагаем: у туннелирующего квантового микрообъекта недостаточно счетного множества точек времени, чтобы двигаться темпорально и у него избыток несчетного множества точек пространства, чтобы двигаться траекторно, поэтому его движение математически мнимо [5].

Обычно математики полагают, что собственное движение – это преобразование пространства, не изменяющее его ориентацию. В.И. Арнольд приводит доказательство следующей теоремы: “Преобразование умножения на комплексное число с модулем единица является поворотом плоскости  $\{w\}$ ” [8]. Однако, Л.С. Понтрягин мыслит конкретнее: “Для того, чтобы дать геометрическое истолкование умножения комплексных чисел, нужно употребить операцию поворота вектора или, что тоже самое, комплексного числа. Повернув вектор  $z$  против часовой стрелки на угол  $\alpha$ , мы получим некоторый новый вектор...” [9].

Концептуально продолжим и расширим идею Л.С. Понтрягина, условно договорившись мыслить преобразующийся осевой вектор *всегда подвижным* относительно *неподвижной* точки-центра комплексной плоскости, а саму комплексную плоскость – представим производной от абсолютного движения осевого вектора. В заключение дополним эту картину бесконечно удаленной несобственной точкой  $\infty$ , которая, двигаясь порождает расширенную комплексную плоскость  $\hat{\mathbb{C}} = \mathbb{C} \cup \{\infty\}$

Проведя предлагаемый мысленный эксперимент, мы неожиданно обнаружим, что разрешили многовековые апории Зенона, связанные с движением некоторой величины в реальном непрерывном пространстве.

Известно то, что Э. Борель отмечал: невозможно за ограниченное время задать значение для всего несчетного множества вещественных значений переменного на отрезке  $[0;1]$  самой общей разрывной функции одного вещественного переменного. Однако, как утверждал еще К. Гаусс, существует непрерывный переход одного значения  $x$  к другому  $a+bi$ , который совершается по линии бесконечно многими способами и, мы полагаем, геометрически описывается этот переход по Л.С. Понтрягину: как путь точки плоскости комплексного переменного [10], [9]. При этом самадвигающаяся точка мыслиться в данном случае как переменная величина. Обратимся к физической стороне предлагаемой концепции.



1. Научный факт: в реальном пространстве траекторное движение микрообъекта отсутствует (интерпретация соотношения неопределенностей Гейзенберга).
2. Научный факт: время течет независимо от квантового скачка микрообъекта (интерпретация соотношения неопределенностей Гейзенберга).
3. Научный факт: в уравнении Шредингера присутствует мнимый коэффициент при производной от пути по времени, а волновая функция микрообъекта существенно комплекснозначна.

Возможный вывод по аналогии: движение точки плоскости комплексного переменного описывает туннелирование (квантовый скачек координат) частицы в реляционном по характеру пространстве микромира [5].

## Литература

- [1] Владимиров Ю.С. Метафизические основания математики. // Метафизика. 2018. № 4 (30). С. 8-21.
- [2] Векшенов С.А. От теории множеств к теории двойственности. // Метафизика. 2019. № 4 (34). С. 35-43. DOI: 10.22363/2224-7580-2019-4-35-43.
- [3] Лузин Н. Н. Современное состояние функций действительного переменного. М.-Л.: ГТТИ, 1933. С.27.
- [4] Антипенко Л.Г. Онтологический подход к обоснованию математики в свете неевклидовой геометрии Лобачевского. <https://beskonechnost.info/mathematic/146-antipenko.html> (дата обращения: 15.10.2021).
- [5] Годарев-Лозовский М.Г. Онтологический треугольник реляционной парадигмы. // Метафизика. 2021. №2 (40). С. 24–38 DOI: 10.22363/2224-7580-2021-2-24-38. С. 24-38.
- [6] Ларин С.В. Числовые системы. М.: Академия. 2001.160 с. С.79.
- [7] Шульц Э.О. К вопросу о мировом вихревом излучении. // ЖФНН. 2016 №12 (4). С.184-185.
- [8] Арнольд В.И. Геометрия кватернионов. М.: МЦНМО, 2017.143 с. С.10.
- [9] Понтрягин Л.С. Обобщения чисел. М.: Наука, 1986. 117 с. С. 8-22.
- [10] Даан – Дальмедико А., Пейффер Ж. Пути и лабиринты. М.: Мир, 1986. 431с. С. 339-340; 360-361.

# ВРЕМЕННЫЕ ВОЛНЫ. ВРЕМЯ И МАТЕРИЯ. ОПЫТ ЭКЗИСТЕНЦИАЛЬНОГО ПОСТИЖЕНИЯ

Г.Н. Гнедаш

Философский факультет МГУ имени М.В. Ломоносова  
ganna095@gmail.com

## 1 Человек как камертон времени

Автор не ставит в данный момент задачи рассказать, кто, что и когда думал и писал о времени; у меня другая цель. Обращаться к бесконечной истории философской мысли не предметно. В данном контексте мне интересен человек не как производитель многочисленных суждений, мыслей, рефлексий о времени, а именно как материальный объект, находящийся в нем; как чуткий природный материальный камертон, отражающий некие качества феномена природного времени. Выбор такого подхода кажется мне более конструктивным в плане постижения времени как природного явления. Мы, собственно, не можем иметь другого по отношению ко времени. В данном контексте имеет смысл не бесконечное пересказывание мыслей других о времени, а ценность чувственного опыта каждого человека.

## 2 Происхождение гипотезы.

Как и другие люди, я являюсь материальным объектом и тем самым природным камертоном, который схватывает время по-своему. В духе высокой философии можно было бы сказать об опыте экзистенциального постижения времени, появившемся у меня в результате страшной трагедии. Даже если это послужило спусковым механизмом, то не для новых абстрактных представлений, рефлексий и идей о времени. Полагаю, что в данном случае это привело к чрезмерному обострению органов чувств, которые схватывают именно природное время, неразрывно связанное с материей.

## 3 О существовании временных волн

По-видимому, они материальны, но данный вид материи мне не известен. Они могут приходить к нам как из прошлого, так и из будущего. Эти волны могут создавать “временные вещи” в восприятии человеком времени. *Не память*, не рефлексия, не восприятие человеком неких образов времени, создают его образы и его деление на прошлое, настоящее и будущее.



То, что я называю временными волнами, существует вне и независимо от нашего сознания. Они - первичны. *Они* конструируют нашу память (*не она их!*); и они же глубоко связаны с материей неизвестной мне природы.

Все мы знаем, что время дается человеку только в его восприятии (бессмертный Кант,) но я хочу сразу оговориться, что в своей гипотезе я настаиваю именно на ее *онтологическом* характере. Это не *образы* волн из восприятия, напротив, они *творят* наше *восприятие*. Но механизм этот мне неизвестен.

#### 4 Временные волны и промежутки между ними. Роль промежутков

Роль промежутка, то есть какого-то интервала между исчезновением материального объекта и исчезновением его времени, очень существенна.

На самом деле, вся антропология, вся историческая наука, построена как реконструкция *темпоральных вещей* на базе *материальных объектов*, причем это – *неживые* объекты.

История, историческая антропология, социальная антропология применяют этот метод.

А есть определенная теория, идущая от Вернадского (2) о том, что время – это накопление и развитие биомассы, и, соответственно, без *живой* материи ни о каком времени говорить не приходится. По сути, тут само время *зашифровано* в живой материи. Когда мы говорим о промежутке: допустим, материя исчезла, перешла в иное качество. Если речь идет о живом объекте – он уносит с собой время, восприятие времени им. *Но остается некий промежуток между исчезновением самого материального объекта и трансформацией времени.* Под последней я и подразумеваю временные волны. *Временные волны* творят эту материю, *сохраняют память* исчезнувших объектов и могут двигаться из прошлого, и из будущего, а возможно, и в будущее тоже. В данном случае речь может идти как о предвидении неких материальных событий, так, скажем, и о вещих снах. (Субъект в *настоящем* имеет некое *чувство* времени.) Эти временные волны – сгустки материи неизвестного генеза.

#### 5 Это реальность и реальность времени.

Как считает Дж. Уитроу (8), пожалуй, один из лучших классических авторов, писавший когда-либо о времени, существует конструкт представлений и восприятия человеком времени, построенный на *памяти*. Учитывая, что современной науке неизвестно, что такое память вообще и непонятно, фиксирует ли она только лишь представления и восприятие времени, либо же имеет отношение к проявлению собственно времени, можно предположить

обратное, а именно, что временные волны возможно и творят саму память, и происходит некий феномен, когда *память*, по сути, является производным этих *природных временных явлений* неясной этиологии.

## 6 К вопросу о структуре времени

В настоящее время известно несколько нетривиальных концептуальных моделей по поводу структуры времени. Например, концепция Fay Dowker (1) о гранулированности времени.

Александр Миланич (6) из МФТИ разработал интересные идеи о творении материи из пространства (в его модели существуют первоэлементы: точки, складывающиеся в структуры. Эти пространственные структуры являются, в свою очередь, базой для сотворения материи), в традициях Ф. Хойла. Правда, времени в концепции Миланича отводится роль подчиненной субстанции, но при этом понятно, что оно не может быть не связано с материей. Трудно в этом случае сказать о структуре времени, но ясно, что она будет оригинальной.

Замечательный современный физик, ученый-первопроходец, профессор физфака МГУ Ю.С. Владимиров (3) – создатель уникальной реляционной физической модели, согласно которой и пространство и время – не первичные сущности, а возникают из отношений. Не исключено, что в рамках данного подхода могут появиться интересные идеи о структурированности времени.

А недавно мы стали свидетелями зарождения новой гипотезы о времени, или зачатков нового научного знания о времени – был обнаружен так называемый *кристалл времени* (5). Случилось это в связи с созданием новых компьютеров, работающих на этих самых кристаллах, которые были открыты еще в 2012 году. А совсем недавно стало известно, что эти кристаллы ускоряют процессы во много раз. Но является ли это фантастическое убыстрение процессов изменением *самого времени*, определенно сказать невозможно.

Ведь в классических теориях о времени, за исключением теории Н.А. Козырева, в которой есть и *ход* и скорость времени, *время* не движется, а если движется, то это не *его скорость*, а сопряженных с ним явлений. Например света, электромагнитной индукции.

Люди, конечно, изучают время, но время ли они изучают и изучают ли они его? Вообще вопрос о структуре времени, пожалуй, ключевой в понимании времени; также очевидно, что в ближайшем будущем исследования времени как природного феномена будут осуществляться именно в этом направлении.

## 7 Несоизмеримость и несоразмерность времени космического и человеческого

Человеческое время и время космическое несоизмеримы и несоразмерны.



В романе Вячеслава Шишкова “Угрюм-река” (9) есть замечательная мысль по этому поводу. “Нет в пространстве ни столетий, ни тысячелетий. Прошло три длинных человеческих года. Прошло ничто.”

Мы как люди, конечно, понимаем, о чем тут речь.

А с точки зрения физики, речь, конечно, не только о бездонности пространства и невозможности его измерить, охватить вообще, но и о том, что в тех системах отсчета и измерений, которые существуют на Земле, в земной физике, мы не можем измерять ни пространство, ни, тем более, время в Космосе.

## В качестве приложения

### 8 Время и материя. (4)

Время – субстанция, но каким-то чудесным, непостижимым образом связанная с материей. Тела, их покой и движение, их изменения – как и фон и показатель движения собственно времени. (7) Без материи мы не можем говорить ни о каких свойствах как субъективного, так и объективного времени. Но мы склонны думать, что материальные изменения – лакмусовая бумажка собственно временных изменений. При этом материальные изменения – не исключено, могут являться какими-то сгустками (кусками) времени.

С исчезновением материи (в любом ее качестве, будь то вещество, энергия, плазма и т.д.) мы не можем воспроизвести ничего – даже временных картинок прошлого в нашей памяти – основного хранилища нашего субъективного времени: они элиминируются из него.

*С исчезновением материи – исчезает суть времени.* Исчезает время конкретного человека как материального объекта, и, может быть – как знать? – исчезают вместе с этим в никуда эти самые загадочные “куски времени” – вечной субстанции. А может, и нет...

Возможно, все это – *временные волны* и материя там другого рода, а мы просто не понимаем природу(ы) времени.

## Литература

- [1] Fay Dowker on a new theory of space-time Интервью BBC radio 9 мая 2017 года <https://www.bbc.co.uk/programmes/b08pdzjx>
- [2] Вернадский В.И. Труды по философии естествознания. М., 2000, стр.54-55
- [3] Владимиров Ю.С. Метафизика. М.БИНОМ, 2009
- [4] Гнедаш Г.Н., Иванов Д.А. Время и Вневременное. Материалы IV Российской конференции: Основания фундаментальной физики и математики, 2020, стр.177-184

- [5] Кристаллы времени <https://secretmag.ru/technologies/uchyonye-iz-google-soobshili-o-sozdanii-kristalla-vremeni-vnutri-kvantovogo-kompyutera-07-08-2021.htm>
- [6] Миланич А.И. Квант пространства. Труды 56 научной конференции: Общая и Прикладная Физика, Долгопрудный – Жуковский, 2013б стр.115-117
- [7] Тит Лукреций Кар. О природе вещей. М. Худ. литература, 1937
- [8] Уитроу Дж. М. Естественная философия времени. М., пер. с англ./общ. ред. М.Э. Омеляновского, УРСС, 2003
- [9] Шишков В.Я. Угрюм-река. 1933
- [10] Штерн Б.Е. Прорыв за край мира. Тривант, 2014, стр.8



## СЕКЦИЯ V.

### Общие соображения об основаниях физики и реальности



# СОБСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА И САМООРГАНИЗАЦИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ СИСТЕМ

**О.Б. Балакшин**

*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН*  
balakshin28@mail.ru

Исследуется проблема самоорганизации естественных систем и её связь с геномом живых систем. Используются методы метафизики, диалектика Гегеля и априорное познание И. Канта, явления золотого сечения, с оценкой Леонардо да Винчи и концепция собственных свойств, начатая Л. Эйлером.

В настоящее время получил развитие этап восстановления роли метафизики. Ю.С. Владимиров определил его как философское ядро теоретической физики, сформулировав основные принципы метафизики и их процессуальность [1]. Это подняло роль и значение философских оценок, допуская исключение материальных факторов. Основное стремление Гегеля построит диалектический метод, как полагал Л. Фейербах, заключалось в том, чтобы иметь картину мира и метод познания [2]. Гегель полагал, что мысль человека может содержать научную информацию о структуре и свойствах мирового первоначала. Он допускал реальность альтернативной парности материального и информационных “миров”. Логика есть одно из средств отображения мира, каков он представляется сам по себе. Истинной логикой является метафизика, как наука о категориях философии. Два столетия тому назад, он создал взаимосвязанную систему научных понятий, сохранившую в основном свое значение до сих пор. На основе уточненных понятий он стремился показать, что логические категории науки не случайны, а подтверждаются их реальной значимостью. Построение этой системы представляет основную задачу гегелевской логики. Поставив задачу познания мира, он не использует материальные законы. Гегель утверждает, что первичными истоками мира и жизни является диалектика триединства движения парных альтернатив. Оно подтверждается его вторым заключением: “наука есть обобщение эксперимента, а философия (метафизика) обобщает науку”. Следовательно, он допускает их связь, которые И. Кант отобразил в своем заключении об “априорности познания” [3]. Автор подтвердил эти взгляды численным прогнозированием самоорганизации свойств Периодической системы химических элементов Менделеева [4, 5].

Содержанием диалектики Гегеля является изменения исходной мысли в результате периодического взаимодействия её парных альтернатив. Траектория содержания мысли, следовательно, состоит в том, что имеется исходное понятие (тезис). Затем обнаруживается его противоречие и возникает противоположное понятие (антитезис). Это противоречие разрешается в новом понятии (синтез). Эти категории Гегель называет категориями бытия в широком

смысле слова. Таких категорий три: качество, количество и мера. Диалектика относится к изменению естественных систем, вскрывая важнейшее свойство Природы – самоорганизацию. Тождество, различие и противоположность конструируют основание, которое полагается как вещь. Она распадается на свойства. Когда свойства проявляют всеобщность (самостоятельность), понятие вещь становится явлением, например явление золотого сечения. Оно адекватно выражает диалектические свойства триединства Гегеля: “тезис – антитезис – синтез”, первичный этап самоорганизации естественных систем.

Если отмеченные результаты триединства существуют, то они должны проявляться и отображаться не только материально, но и структурно как информационная закономерность. В данном исследовании они обобщаются естественным явлением “собственные свойства”. Оно междисциплинарно, т.е. не зависит от физики и назначения задачи [7,8]. Широко используется в тематике: резонансов в механике, проблеме собственных свойств математики и др. Начало этой тематики связывается с исследованием Л. Эйлером 1744 году критической нагрузки гибкого стержня. Напомним, что последняя модель связывает между собой такие понятия математики как характеристическое уравнение, собственные значения (корни) и собственные вектора. Они формализуют две альтернативные направленности исследования: анализ траекторий самоорганизации и синтез матриц саморазвития систем.

До И. Канта познание связывали только с опытом на основе прямых ощущений. Он уточнил: “Опыт сам есть вид познания, требующий участия рассудка, правила которого я должен предполагать в себе еще до того, как мне даны предметы, стало быть, а priori” [3, с.88]. Восприятие предмета достигается его созерцанием, но мыслится он рассудком в его понятиях. Следовательно, познание является априорной формой нашего мышления, которое ограничено пространством и временем. Теория познания И. Канта может рассматриваться как синтез априорных форм мышления метафизики, но не всегда ясным правилам. Предметы познаются не как вещи сами по себе, а как виртуальные явления (информация) - феномены сознания. Первичные источники ощущений, недоступные познанию, он называет ноуменами, в отличие от феноменов - результатов синтеза. Таким образом, он признает существование информационного содержания метафизики, как бы параллельно материализму. Математика сохраняет априорную логику содержания ноуменов и преобразует её в количественную форму феноменов, но не гарантирует их научную значимость. Категории рассудка не распространяются на область ноуменов, например, абсолютные идеи разума (Природа в целом или Бог как абсолютное Существо) – это объекты мыслимые, но не познаваемые как предметы. Ноумены не отражают в деталях анализируемые объекты, например, потому, что их свойства запредельно сложны или неизвестны современной науке.

Гегель установил, что категории диалектики, известные в философии и



науке, не случайны, а определяют не только познание, но и информационно-логические свойства самой Природы, подтверждаемые опытом. Эти систематические категории неразрывны и поэтому отображают истоки естественного механизма самоорганизации Природы. Имеет место логическая триада Гегеля: “тезис – антитезис – синтез”. Триада определяет исходный, но типовой алгоритм процесса самоорганизации. Его истоки имеют два последовательных фактора отрицания и логически утвердительный результат окончания процесса. Поэтому его завершение знаменует как бы возврат к исходной форме, подтверждаемый появлением первого периода самоорганизации. Далее идет их повторение, т.е. подобные этапы с возрастающими периодами. Первичная форма анализа самоорганизации определяется триединством по Гегелю, содержащим два отрицания. Это значит, что “идея объединяет объективное и субъективное” [2, с.98]. Примем за ноумены три категории метафизики: парность альтернатив, триединство и инвариантность [4, 5,]. В результате получаем золотое (характеристическое) уравнение как – “геном” явления самоорганизации Природы. Диалектика происхождения уравнения оптимизирует корни, их прогрессии, ряды и сообщает им важные правила рекуррентности (возврат, итл.) подобия. Они обеспечивают травные результаты: сложения (или вычитанием) парных членов и умножения (или деления) золотых констант и их степеней. Д.И. Менделеев полагал, что наука начинается с измерения. Метрология при оценке масштаба натуральных чисел использует симметричное деление и получает единичный масштаб. Природа предпочитает, как известно, асимметричное деление параметров растений и живых систем. Период ЭКГ сердца человека (в покое) делится на время работы и отдыха золотыми константами и парными масштабами гармонии. Исходная прогрессия Люка обладает рядом замечательных свойств: строит свои ряды и воспроизводит множество подобных прогрессий и рядов Фибоначчи, парность которых обладает уникальным свойством – перевоплощением их друг в друга [4,]. Они явились предвестниками развития клеток, деревьев и подобных структур и свойств самоорганизации естественных систем [5]. Общим итогом явилось открытие и построение универсальной таблицы, определяющей координаты подобия самоорганизации естественных систем. Они связаны с переменными  $L, F, R$ , прогрессий Люка, Фибоначчи и их разностью, парными константами:  $F/L = 2, 236 = 1/0, 447$ ;  $R/L = 1, 236 = 1/0, 809$  и  $F/R = 1, 1808 = 1/0, 553$ . Физическими аналогами являются электрон, протон и нейтрон. Числители констант относятся как бы к верхней полусфере пространства подобия смежных прогрессий как в таблице Менделеева. При одном пропуске константы изменяются, например,  $2, 236 = 1, 618 + 0, 618$  на  $2, 237^2 = 5$  и т.д. [4, 5]. Самоподобие обеспечивает единство Природы как бы “всего совсем” за счет её элементов, образующих математические группы [10]. Эти информационные свойства самоорганизации и их материальное проявление неслучайно. Оно

отражает последовательность формирования первичных структур Природы. Подчеркнем внутреннюю активность каждого из “золотых чисел”. Их преобразующая роль подобна вирусу - изменяющего исходную систему под себя, они - в гармоническую. Нобелевский лауреат Р. Фейнман в своих лекциях подчеркнул связующую роль свойств таблицы Д.И. Менделеева и отсутствие их в исследованиях структуры ядра атома [6].

Анализ структуры модели генома с четырьмя буквами алфавита и его связи с закономерностями самоорганизации неживой материи привел к двум выводам. Самоорганизации химических элементов показала, что они следуют междисциплинарной форме концепции собственных свойств [7 – 8]. Это предполагает унификацию геномов на этой основе. Четыре буквы алфавита каждого единичного генома могут следовать модели собственных свойств с квадратной матрицей, характеристическое уравнение которого совпадает с золотым. Формула синтеза собственных свойств показала, что матрица системы есть результат саморазвития подобия. Диагональная матрица собственных значений является основным хранителем множества инвариантов информационных кодов самоорганизации, которые, как отмечает Нобелевский лауреат Э.Н. Вигнер, считаются законами Природы [11]. Начало синтеза имеет исходно симметричную формы. Установлено, что парные собственные вектора модальной матрицы единичные и лишены информационно-логического содержания. Метод саморазвития иллюстрирован двумя примерами: анализом первичной схемы развития и исследованием подобия развития биомеханической модели тела человека [9].

## Выводы

Открыта и построена универсальная таблица, определяющая пространственные координаты подобия самоорганизации естественных систем. Они являются координатами прогрессий Люка, Фибоначчи и их разности. Концепция собственных свойств Природы позволила разработать и структурно связать модели самоорганизации неживой и саморазвитие живой материи. Траектории самоорганизации кодируют группы траектории совместного назначения. Методы анализа концепции собственных свойств формируют саморазвитие материи. Они характеризуются последовательными, разветвляющимися и подобными траекториями. Результат отображается тремя переменными. Методы синтеза формируют саморазвитие живой материи. Они характеризуются неизвестными параллельными траекториями, множества которых кодируются матрицами анализа собственных значений самоорганизации. Результат может синтезироваться матрицами с возрастающими порядками. Остается неясным вопрос о возможности адекватного отображения химических соединений ген.



## Литература

- [1] Владимирова Ю.С. Метафизика. Москва. БИНОМ. Лаборатория знаний. 2002. С.534.
- [2] Гегель Г. Введение в философию. Изд. научной и учебной литературы УРСС. 2016.С.259.
- [3] Кант И. Критика чистого разума. // Соч.: В 6 т. Т3. М.: Мысль. 1964.
- [4] Балакшин О.Б. Начала саморазвития Природы и Периодическая система химических элементов. Д.И. Менделеева. Метафизика. Москва. 2020, № 3 (37).
- [5] Балакшин О.Б. Метафизика и междисциплинарные модели. Метафизика. Москва. 2021, № 3 (41).
- [6] Фейнман Р. , Лейтон Р., Сэнде М. Фейнмановские лекции по физике. Москва. УРСС. 2016. 1-2. С.438.
- [7] Уилкинсон Дж. Х. Алгебраическая проблема собственных значений. Изд. Наука. Москва. 1970.
- [8] Балакшин О.Б. Модальный синтез систем с заданными собственными свойствами. Проблемы машиностроения и надежности машин. № 6, 2011.
- [9] Балакшин О.Б. Гармония – новая роль в естествознании. Шестое издание, исправленное и дополненное. Москва, ЛЕНАНД, 2016. С.326.
- [10] Хамермеш М. Теория групп и её применение в физических Проблемах. УРСС. Москва. 2002.С.
- [11] Вигнер Э.Н. Инвариантность и законы сохранения.М.:УРСС: ЛЕНАНД. 2002. С.317.

# СВЯЗЬ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ ГОЛОГРАФИЕЙ И ДУАЛИЗМОМ “ВЕРОЯТНОСТЬ-ДЕТЕРМИНИЗМ”

С.В. Петухов

*Институт машиноведения РАН, Московская государственная консерватория*  
spetoukhov@gmail.com, petoukhov.com

Известно, что живые организмы обладают свойствами, напоминающими свойства голографии с ее нелокальной информатикой. Книга К.Прибрама “Языки мозга” о голографических принципах работы мозга подчеркивает, что голографическое описание не имеет себе равных для объяснения проблем восприятия, особенно проблем формирования изображения и фантастической способности распознавания. Существует масса физиологических данных в поддержку голографической концепции. Так, независимо от того, какую часть мозга крысы мы удалим, мы не можем разрушить воспоминания о том, как выполнять сложные действия, которым крыса научилась перед операцией. Но все физиологические структуры генетически наследуются, а потому естественно искать исходные голографические свойства в системе генетического кодирования. В этом поиске автор опирается на методы алгебраической голографии, используемые в теоретической физике и цифровой информатике.

К числу известных методов алгебраической голографии относится бит-реверсивная голография. Покажем согласованность с ней структурированной системы алфавитов ДНК, включающей взаимосвязанные алфавиты 4 нуклеотидов, 16 дуплетов, 64 триплетов, 256 тетраплетов и т.д. Под бит-реверсией понимается прочтение бинарных номеров в обратном направлении: например, 001 становится 100 (что соответствует десятичным числам 1 и 5). В БР-голографии используются  $(2^n \times 2^n)$ -матрицы, в которых все столбцы и строки последовательно пронумерованы бинарными числами и в которых содержится некоторое изображение. Чтение каждого из этих бинарных номеров в обратном порядке ведет к перенумерации столбцов и строк и их новому размещению с соответствующей трансформацией всего изображения в матрице. Если теперь часть ячеек этой матрицы будет закрашена, то повторное применение обратного прочтения бинарных номеров с перестановкой столбцов и строк восстановит исходное изображение до опознаваемого (см. пример на <https://habrahabr.ru/post/155471/>).

Генетическая информация на молекулах ДНК записывается последовательностью четырех нуклеотидов: аденина А, гуанина G, цитозина С и тимина Т. Эта четверка нуклеотидов наделена бинарно-оппозиционными молекулярными признаками: 1) два из этих нуклеотидов являются пуринами (А

и G), а два другие (С и Т) – пиримидинами. С позиций этих оппозиционных индикаторов  $C = T = 1, A = G = 0$ ; 2) два из этих нуклеотидов являются кето-молекулами (Т и G), а два другие (С и А) – амино-молекулами, что дает представление  $C = A = 1, T = G = 0$ .

Учитывая это, удобно представить ДНК-алфавиты 4 букв, 16 дублетов, 64 триплетов, 256 тетраплетов и пр. в форме квадратных таблиц, столбцы которых нумеруются бинарными индикаторами “пиримидин или пурин” ( $C=T=1, A=G=0$ ), а строки – бинарными индикаторами “амино или кето” ( $C=A=1, T=G=0$ ). В таких таблицах все буквы, дуплеты и триплеты автоматически занимают свое индивидуальное место (Рис. 1). Эти таблицы алфавитов ДНК оказываются членами тензорного семейства алфавитных матриц  $[C, A; T, G]^{(n)}$ .

|          |          |          |  |  |  |  |  |
|----------|----------|----------|--|--|--|--|--|
|          | <b>1</b> | <b>0</b> |  |  |  |  |  |
| <b>1</b> | <b>C</b> | <b>A</b> |  |  |  |  |  |
| <b>0</b> | <b>T</b> | <b>G</b> |  |  |  |  |  |

|           |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|           | <b>11</b> | <b>10</b> | <b>01</b> | <b>00</b> |
| <b>11</b> | <b>CC</b> | <b>CA</b> | <b>AC</b> | <b>AA</b> |
| <b>10</b> | <b>CT</b> | <b>CG</b> | <b>AT</b> | <b>AG</b> |
| <b>01</b> | <b>TC</b> | <b>TA</b> | <b>GC</b> | <b>GA</b> |
| <b>00</b> | <b>TT</b> | <b>TG</b> | <b>GT</b> | <b>GG</b> |

|            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|            | <b>111</b> | <b>110</b> | <b>101</b> | <b>100</b> | <b>011</b> | <b>010</b> | <b>001</b> | <b>000</b> |
| <b>111</b> | <b>CCC</b> | <b>CCA</b> | <b>CAC</b> | <b>CAA</b> | <b>ACC</b> | <b>ACA</b> | <b>AAC</b> | <b>AAA</b> |
| <b>110</b> | <b>CCT</b> | <b>CCG</b> | <b>CAT</b> | <b>CAG</b> | <b>ACT</b> | <b>ACG</b> | <b>AAT</b> | <b>AAG</b> |
| <b>101</b> | <b>CTC</b> | <b>CTA</b> | <b>CGC</b> | <b>CGA</b> | <b>ATC</b> | <b>ATA</b> | <b>AGC</b> | <b>AGA</b> |
| <b>100</b> | <b>CTT</b> | <b>CTG</b> | <b>CGT</b> | <b>CGG</b> | <b>ATT</b> | <b>ATG</b> | <b>AGT</b> | <b>AGG</b> |
| <b>011</b> | <b>TCC</b> | <b>TCA</b> | <b>TAC</b> | <b>TAA</b> | <b>GCC</b> | <b>GCA</b> | <b>GAC</b> | <b>GAA</b> |
| <b>010</b> | <b>TCT</b> | <b>TCG</b> | <b>TAT</b> | <b>TAG</b> | <b>GCT</b> | <b>GCG</b> | <b>GAT</b> | <b>GAG</b> |
| <b>001</b> | <b>TTC</b> | <b>TTA</b> | <b>TGC</b> | <b>TGA</b> | <b>GTC</b> | <b>GTA</b> | <b>GGC</b> | <b>GGA</b> |
| <b>000</b> | <b>TTT</b> | <b>TTG</b> | <b>TGT</b> | <b>TGG</b> | <b>GTT</b> | <b>GTG</b> | <b>GGT</b> | <b>GGG</b> |

Рис. 1: Члены тензорного семейства генетических матриц  $[C, A; T, G]^{(n)}$

Известен феноменологический факт, отмеченный Ю.Б.Румером, бинарно-оппозиционного разделения ДНК-алфавита 64 триплетов по их кодовым свойствам на два равных суб-алфавита: 32 триплетов с сильными корнями (т.е. триплетов, начинающихся с 8 дуплетов  $CC, CT, CG, AC, TC, GC, GT, GG$ ) и 32 триплетов со слабыми корнями (начинаются с остальных 8 дуплетов). В построенных матрицах ДНК-алфавитов 16 дуплетов, 64 триплетов и 256 тетраплетов отметим черным п-плеты с сильными корнями (Рис. 2).

|           |           |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|           | <b>11</b> | <b>10</b> | <b>01</b> | <b>00</b> |
| <b>11</b> | <b>CC</b> | <b>CA</b> | <b>AC</b> | <b>AA</b> |
| <b>10</b> | <b>CT</b> | <b>CG</b> | <b>AT</b> | <b>AG</b> |
| <b>01</b> | <b>TC</b> | <b>TA</b> | <b>GC</b> | <b>GA</b> |
| <b>00</b> | <b>TT</b> | <b>TG</b> | <b>GT</b> | <b>GG</b> |

|            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|            | <b>111</b> | <b>110</b> | <b>101</b> | <b>100</b> | <b>011</b> | <b>010</b> | <b>001</b> | <b>000</b> |
| <b>111</b> | <b>CCC</b> | <b>CCA</b> | <b>CAC</b> | <b>CAA</b> | <b>ACC</b> | <b>ACA</b> | <b>AAC</b> | <b>AAA</b> |
| <b>110</b> | <b>CCT</b> | <b>CCG</b> | <b>CAT</b> | <b>CAG</b> | <b>ACT</b> | <b>ACG</b> | <b>AAT</b> | <b>AAG</b> |
| <b>101</b> | <b>CTC</b> | <b>CTA</b> | <b>CGC</b> | <b>CGA</b> | <b>ATC</b> | <b>ATA</b> | <b>AGC</b> | <b>AGA</b> |
| <b>100</b> | <b>CTT</b> | <b>CTG</b> | <b>CGT</b> | <b>CGG</b> | <b>ATT</b> | <b>ATG</b> | <b>AGT</b> | <b>AGG</b> |
| <b>011</b> | <b>TCC</b> | <b>TCA</b> | <b>TAC</b> | <b>TAA</b> | <b>GCC</b> | <b>GCA</b> | <b>GAC</b> | <b>GAA</b> |
| <b>010</b> | <b>TCT</b> | <b>TCG</b> | <b>TAT</b> | <b>TAG</b> | <b>GCT</b> | <b>GCG</b> | <b>GAT</b> | <b>GAG</b> |
| <b>001</b> | <b>TTC</b> | <b>TTA</b> | <b>TGC</b> | <b>TGA</b> | <b>GTC</b> | <b>GTA</b> | <b>GGC</b> | <b>GGA</b> |
| <b>000</b> | <b>TTT</b> | <b>TTG</b> | <b>TGT</b> | <b>TGG</b> | <b>GTT</b> | <b>GTG</b> | <b>GGT</b> | <b>GGG</b> |

|             |              |             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|             | <b>1111</b>  | <b>1110</b> | <b>1101</b>  | <b>1100</b>  | <b>1011</b>  | <b>1010</b>  | <b>1001</b>  | <b>1000</b>  | <b>0111</b>  | <b>0110</b>  | <b>0101</b>  | <b>0100</b>  | <b>0011</b>  | <b>0010</b>  | <b>0001</b>  | <b>0000</b>  |
| <b>1111</b> | <b>CCCC</b>  | <b>CCCA</b> | <b>CCAC</b>  | <b>CCAA</b>  | <b>CACC</b>  | <b>CACA</b>  | <b>CAAC</b>  | <b>CAAA</b>  | <b>ACCC</b>  | <b>ACCA</b>  | <b>ACAC</b>  | <b>ACAA</b>  | <b>AACC</b>  | <b>AACA</b>  | <b>AAAC</b>  | <b>AAAA</b>  |
| <b>1110</b> | <b>CCCT</b>  | <b>CCCG</b> | <b>CCAT</b>  | <b>CCAG</b>  | <b>CACG</b>  | <b>CAAT</b>  | <b>CAGG</b>  | <b>CAAG</b>  | <b>ACCT</b>  | <b>ACCG</b>  | <b>ACAT</b>  | <b>ACAG</b>  | <b>AAGT</b>  | <b>AACG</b>  | <b>AAAT</b>  | <b>AAAG</b>  |
| <b>1101</b> | <b>CCTC</b>  | <b>CCTA</b> | <b>CCGC</b>  | <b>CCGA</b>  | <b>CATC</b>  | <b>CATA</b>  | <b>CAGC</b>  | <b>CAGA</b>  | <b>ACTC</b>  | <b>ACTA</b>  | <b>ACGC</b>  | <b>ACGA</b>  | <b>AATC</b>  | <b>AATG</b>  | <b>AAGC</b>  | <b>AAGA</b>  |
| <b>1100</b> | <b>CCTT</b>  | <b>CCTG</b> | <b>CCGT</b>  | <b>CCGG</b>  | <b>CATT</b>  | <b>CATG</b>  | <b>CAGT</b>  | <b>CAGG</b>  | <b>ACTT</b>  | <b>ACTG</b>  | <b>ACGT</b>  | <b>ACGG</b>  | <b>AATT</b>  | <b>AATG</b>  | <b>AAGT</b>  | <b>AAGG</b>  |
| <b>1011</b> | <b>CTCC</b>  | <b>CTCA</b> | <b>CTAC</b>  | <b>CTAA</b>  | <b>CGCC</b>  | <b>CGCA</b>  | <b>CGAC</b>  | <b>CGAA</b>  | <b>ATCC</b>  | <b>ATCA</b>  | <b>ATAC</b>  | <b>ATAA</b>  | <b>AGCC</b>  | <b>AGCA</b>  | <b>AGAC</b>  | <b>AGAA</b>  |
| <b>1010</b> | <b>CTCT</b>  | <b>CTCG</b> | <b>CTAT</b>  | <b>CTAG</b>  | <b>CGCT</b>  | <b>CGCG</b>  | <b>CGAT</b>  | <b>CGAG</b>  | <b>ATCT</b>  | <b>ATCG</b>  | <b>ATAT</b>  | <b>ATAG</b>  | <b>AGCT</b>  | <b>AGCG</b>  | <b>AGAT</b>  | <b>AGAG</b>  |
| <b>1001</b> | <b>CTTC</b>  | <b>CTTA</b> | <b>CTGC</b>  | <b>CTGA</b>  | <b>CGTC</b>  | <b>CGTA</b>  | <b>CGGC</b>  | <b>CGGA</b>  | <b>ATTC</b>  | <b>ATTA</b>  | <b>ATGC</b>  | <b>ATGA</b>  | <b>AGTC</b>  | <b>AGTA</b>  | <b>AGGC</b>  | <b>AGGA</b>  |
| <b>1000</b> | <b>CTTT</b>  | <b>CTTG</b> | <b>CTGT</b>  | <b>CTGG</b>  | <b>CGTT</b>  | <b>CGTG</b>  | <b>CGGT</b>  | <b>CGGG</b>  | <b>ATTT</b>  | <b>ATTG</b>  | <b>ATGT</b>  | <b>ATGG</b>  | <b>AGTT</b>  | <b>AGTG</b>  | <b>AGGT</b>  | <b>AGGG</b>  |
| <b>0111</b> | <b>TCCC</b>  | <b>TCCA</b> | <b>TCAC</b>  | <b>TCAA</b>  | <b>TACC</b>  | <b>TACA</b>  | <b>TAAC</b>  | <b>TAAA</b>  | <b>GCCC</b>  | <b>GCCA</b>  | <b>GCAC</b>  | <b>GCAA</b>  | <b>GACC</b>  | <b>GACA</b>  | <b>GAAC</b>  | <b>GAAA</b>  |
| <b>0110</b> | <b>T CCT</b> | <b>TCCG</b> | <b>T CAT</b> | <b>T CAG</b> | <b>T ACG</b> | <b>T AAT</b> | <b>T AAG</b> | <b>T AAG</b> | <b>G CCT</b> | <b>G CCG</b> | <b>G CAT</b> | <b>G CAG</b> | <b>G ACT</b> | <b>G ACG</b> | <b>G AAT</b> | <b>G AAG</b> |
| <b>0101</b> | <b>TCTC</b>  | <b>TCTA</b> | <b>TCCG</b>  | <b>TCCA</b>  | <b>TATC</b>  | <b>TATA</b>  | <b>TAGC</b>  | <b>TAGA</b>  | <b>GCTC</b>  | <b>GCTA</b>  | <b>GCCG</b>  | <b>GCGA</b>  | <b>GATC</b>  | <b>GATA</b>  | <b>GAGC</b>  | <b>GAGA</b>  |
| <b>0100</b> | <b>TCTT</b>  | <b>TCTG</b> | <b>TCTG</b>  | <b>TCCG</b>  | <b>TATT</b>  | <b>TATG</b>  | <b>TAGT</b>  | <b>TAGG</b>  | <b>GCTT</b>  | <b>GCTG</b>  | <b>GCGT</b>  | <b>GCGG</b>  | <b>GATT</b>  | <b>GATG</b>  | <b>GAGT</b>  | <b>GAGG</b>  |
| <b>0011</b> | <b>TTCC</b>  | <b>TTCA</b> | <b>TTAC</b>  | <b>TTAA</b>  | <b>TGCC</b>  | <b>TGCA</b>  | <b>TGAC</b>  | <b>TGAA</b>  | <b>GTCC</b>  | <b>GTCA</b>  | <b>GTAC</b>  | <b>GTAA</b>  | <b>GGCC</b>  | <b>GGCA</b>  | <b>GGAC</b>  | <b>GGAA</b>  |
| <b>0010</b> | <b>TTCT</b>  | <b>TTCG</b> | <b>TTAT</b>  | <b>TTAG</b>  | <b>TGCT</b>  | <b>TGCG</b>  | <b>TGAT</b>  | <b>TGAG</b>  | <b>GTCT</b>  | <b>GTCG</b>  | <b>GTAT</b>  | <b>GTAG</b>  | <b>GGCT</b>  | <b>GGCG</b>  | <b>GGAT</b>  | <b>GGAG</b>  |
| <b>0001</b> | <b>TTTC</b>  | <b>TTTA</b> | <b>TTGC</b>  | <b>TTGA</b>  | <b>TGTC</b>  | <b>TGTA</b>  | <b>TGGC</b>  | <b>TGGA</b>  | <b>GTTC</b>  | <b>GTTA</b>  | <b>GTGC</b>  | <b>GTGA</b>  | <b>GGTC</b>  | <b>GGTA</b>  | <b>GGGC</b>  | <b>GGGA</b>  |
| <b>0000</b> | <b>TTTT</b>  | <b>TTTG</b> | <b>TTGT</b>  | <b>TTGG</b>  | <b>TGTT</b>  | <b>TG TG</b> | <b>TGGT</b>  | <b>TGGG</b>  | <b>GT TT</b> | <b>GT TG</b> | <b>GT GT</b> | <b>GT GG</b> | <b>GG TT</b> | <b>GG TG</b> | <b>GG GT</b> | <b>GG GG</b> |

Рис. 2: Матрицы ДНК-алфавитов 16 дуплетов, 64 триплетов и 256 тетраплетов. Черным цветом отмечены п-плеты с сильными корнями.

Бит-реверс бинарных номеров столбцов и строк этих мозаичных матриц переставляет столбцы и строки, порождая семейство матриц, мозаика которых неожиданно состоит из повторения мозаики (4 × 4)-матрицы 16 дуплетов (Рис. 3).

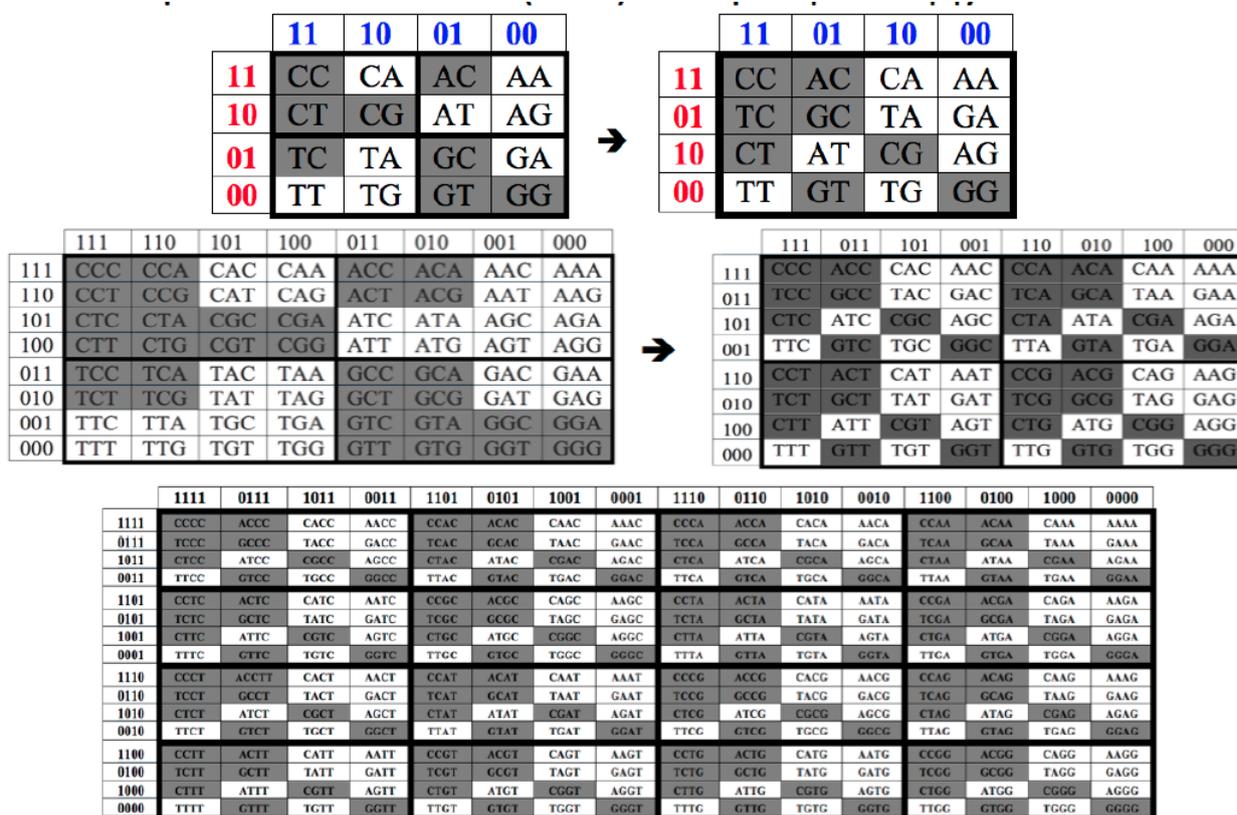


Рис. 3: Трансформация генетических матриц из Рис. 2 при бит-реверсе номеров их столбцов и строк, характерном для бит-реверсивной голографии.

Черные и белые ячейки матриц на рис. 3 отражают феномен оппозиции n-плетов с сильными и слабыми корнями, а потому могут представляться элементами +1 и -1 в них. Мозаики всех возникающих матриц ДНК-алфавитов неожиданно оказываются повторением мозаики (4 × 4)-матрицы алфавита 16 дуплетов, образуя “матричные кристаллы” (Рис. 4).

Этот повторяющийся генетический блок на Рис. 4 имеет содержательный алгебраический смысл. Он является суммой 4 разреженных матриц, набор которых замкнут относительно умножения и определяет соответствующую таблицу умножения, совпадающую с таблицей умножения алгебры 4-мерных сплит-кватернионов Кокла, известных с 1849 года (Рис. 5). Сплит-кватернионы давно используются в дисковой модели Пуанкаре для описания гиперболических движений в гиперболической геометрии Лобачевского.

Семейство блочно-унифицированных матриц ДНК-алфавитов, блоки которых сопряжены с дисковой моделью гиперболической геометрии, обнаруженное в связи с бит-реверсивной голографией, неожиданно перекликается

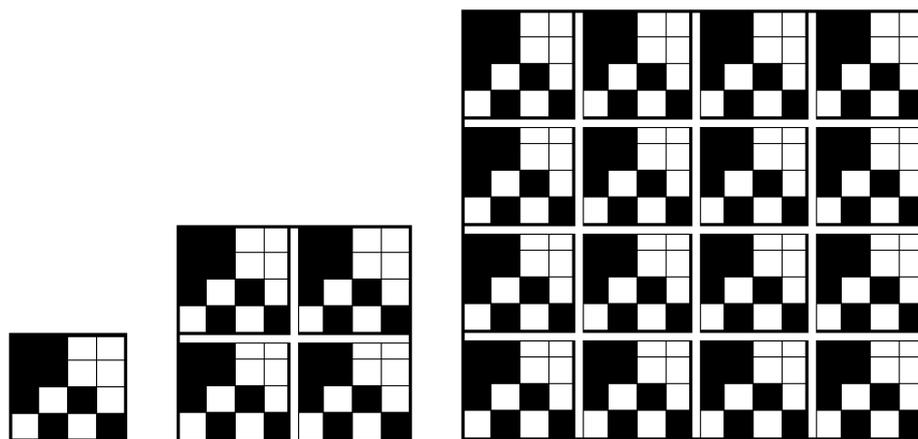


Рис. 4: Черно-белая мозаика генетических матриц ДНК-алфавитов 16 дуплетов, 64 триплетов и 256 тетраплетов из Рис. 2 при бит-реверсе двоичных номеров

с темой “голографических квантовых кодов, корректирующих ошибки”. Эта сопряженная тема развивается в Калифорнийском технологическом институте США в связи с той же дисковой моделью Пуанкаре и ее замощениями (Рис. 6). Данную тему возглавляет директор Института квантовой информации и материи Калтеха J.Preskill. Она включает в себя рассмотрение пространства-времени как квантового помехоустойчивого кода [5].

Выявление связей системы генетического кодирования с дисковой моделью Пуанкаре гиперболической геометрии Лобачевского свидетельствует о генетической основе известных фактов связи генетически наследуемых физиологических феноменов с гиперболической геометрией (см. обзор в [3]). Одновременно возникают новые подходы к развитию искусственного интеллекта на основе генетических алгебро-голографических формализмов.

Отметим еще, что отчасти с бит-реверсом бинарных номеров столбцов и строк в генетических матрицах (Рис. 1-3) связаны выявленные автором универсальные правила закономерной лимитированной стохастичности в процентном составе олигомеров в ДНК геномов высших и низших организмов [2, 3]. Это затрагивает фундаментальную тему дуализма “вероятность-детерминизм” в живых телах, многие генетически наследуемые процессы которых имеют стохастический характер. Например, известные выражения “генный шум” или “клеточный шум” отражают тот факт, что даже генетически идентичные клетки в пределах одной ткани обнаруживают разные уровни экспрессии белков, разные размеры и структуры в силу стохастического характера взаимодействий отдельных молекул в клетках. Этот стохастический характер генетического наследования проявляется, в частности, в том, что у всех людей отпечатки пальцев различны. В свете этого на живые тела можно смотреть как на феномен своеобразной блочно-стохастической организации, наследуемые блоки которой в целом (глобально) имеют детерминистский

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 1  | 1  | -1 | -1 |
| 1  | 1  | -1 | -1 |
| 1  | -1 | 1  | -1 |
| -1 | 1  | -1 | 1  |

$$= \begin{vmatrix} 1,0,0,0 \\ 0,1,0,0 \\ 0,0,1,0 \\ 0,0,0,1 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0,0,-1,0 \\ 0,0,0,-1 \\ 1,0,0,0 \\ 0,1,0,0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0,0,0,-1 \\ 0,0,-1,0 \\ 0,-1,0,0 \\ -1,0,0,0 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 0,1,0,0 \\ 1,0,0,0 \\ 0,0,0,-1 \\ 0,0,-1,0 \end{vmatrix} = \mathbf{j_0 + j_1 + j_2 + j_3}$$

|                |                |                 |                |                 |
|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| *              | $\mathbf{j_0}$ | $\mathbf{j_1}$  | $\mathbf{j_2}$ | $\mathbf{j_3}$  |
| $\mathbf{j_0}$ | $\mathbf{j_0}$ | $\mathbf{i_1}$  | $\mathbf{i_2}$ | $\mathbf{i_3}$  |
| $\mathbf{j_1}$ | $\mathbf{i_1}$ | $-\mathbf{j_0}$ | $\mathbf{i_3}$ | $-\mathbf{i_2}$ |
| $\mathbf{j_2}$ | $\mathbf{i_2}$ | $-\mathbf{i_3}$ | $\mathbf{j_0}$ | $-\mathbf{j_1}$ |
| $\mathbf{j_3}$ | $\mathbf{i_3}$ | $\mathbf{i_2}$  | $\mathbf{j_1}$ | $\mathbf{j_0}$  |

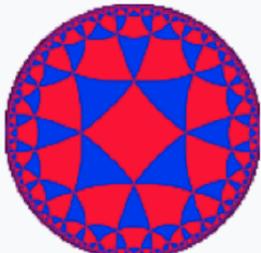
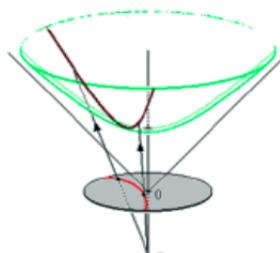



Рис. 5: Декомпозиция  $(4 \times 4)$ -матрицы, содержащей в черных (белых) ячейках числа  $+1$  ( $-1$ ), на четыре разреженных матрицы, набор которых замкнут относительно умножения и определяет показанную таблицу умножения алгебры 4-мерных сплит-кватернионов, используемых в дисковой модели Пуанкаре гиперболической геометрии. Показан символ этой модели Пуанкаре.

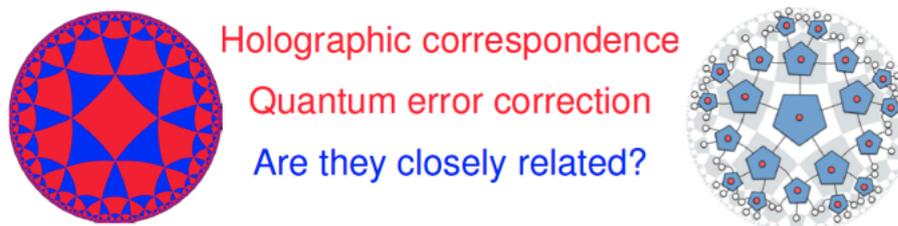


Рис. 6: Иллюстрация к теме голографических квантовых кодов из презентации на Американском физическом обществе в 2016 году. (<http://theory.caltech.edu/~preskill/talks/APS-March-2016-preskill.pdf>).

характер при том, что локально они стохастичны. Складывается впечатление о необходимости развития новых разделов теории вероятности и стохастических процессов для моделирования подобных биологических феноменов.

## Литература

- [1] Петухов С.В. Генетические основы алгебраической биологии, гештальт генетика и тетра-эйдосы Ю.И.Кулакова. Метафизика, №2, стр. 65-83, 2021.
- [2] Петухов С.В. Алгебраическая биология, гештальт-генетика, наследственный и искусственный интеллект. Биомашсистемы, т. 5, №1, стр. 82-147, 2021, [http://petoukhov.com/ab\\_itog.pdf](http://petoukhov.com/ab_itog.pdf).
- [3] Petoukhov S.V. Algebraic Rules for the Percentage Composition of Oligomers in Genomes. Preprints 2021, 2021010360, 84 pages, <https://www.preprints.org/manuscript/202101.0360/v3>



- [4] Petoukhov S.V. Tensor Rules in the Stochastic Organization of Genomes and Genetic Stochastic Resonance in Algebraic Biology. Preprints, 2021, 2021100093, 41 pages (doi: 10.20944/preprints202110.0093.v1).
- [5] Pastawski F., Yoshida B., Harlow D., Preskill J. Holographic quantum error correcting codes: toy models for the bulk/boundary correspondence. J. High Energ. Phys., 149, 2015.

## ДЕЙСТВИЕ В ДИСКРЕТНОЙ МОДЕЛИ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ

А.Л. Круглый

*ФГУ ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований РАН,  
Москва*

akrugly@mail.ru

В настоящем докладе рассматривается гипотеза о виде топологической структуры в дискретной модели пространства-времени, которая в континуальном пределе аппроксимируется минимальным значением интеграла действия в общей теории относительности. Континуальная аппроксимация автоматически получается в естественной системе единиц, где равны 1 скорость света, постоянная Планка и гравитационная постоянная, так как в последовательно дискретной модели все физические величины безразмерны и представляют собой число тех или иных дискретных элементов или их отношений.

В общей теории относительности действие  $S$  можно представить в виде суммы трех слагаемых

$$S = S_g + S_m + S_e \quad (1)$$

Первое слагаемое  $S_g$  представляет собой вклад гравитации и представляет собой интеграл по четырехмерной области пространства-времени  $\Omega$  от скалярной кривизны  $R$

$$S_g = \int_{\Omega} R d\Omega. \quad (2)$$

Скалярная кривизна определена так, что величина (2) неотрицательна. Второе слагаемое  $S_m$  представляет собой вклад нейтральной материи. Наиболее простой вид оно имеет для точечной частицы  $a$  массы  $m_a$

$$S_m(a) = -m_a \int_{L_a} d\tau_a, \quad (3)$$

где интегрирование по мировой линии  $L_a$  частицы  $a$  ведется по ее собственному времени  $\tau_a$ . Для распределенной материи аналогичное слагаемое имеет вид интеграла по четырехмерной области от плотности материи. Третье слагаемое представляет собой вклад электромагнитного взаимодействия. Запишем действие для электромагнитного взаимодействия двух точечных зарядов  $a$  и  $b$  в форме прямого межчастичного взаимодействия в пространстве Минковского (см., например, [1], раздел 13.1).

$$S_e(ab) = -e_a e_b \int \delta(s^2(x_a, x_b)) \eta_{\mu\nu} dx_a^\mu dx_b^\nu, \quad (4)$$



где  $e_a$  и  $e_b$  – электрические заряды частиц,  $\eta_{\mu\nu}$  – метрический тензор пространства Минковского. Интегрирование ведется по координатам  $x_a^\mu$  и  $x_b^\nu$  обеих частиц. Под знаком интеграла стоит  $\delta$ -функция квадрата интервала  $s$  между точкой  $x_a$  на мировой линии частицы  $a$  и точкой  $x_b$  на мировой линии частицы  $b$ , так как электромагнитное взаимодействие осуществляется только между точками, находящимися на световых конусах друг друга. Пространство Минковского выбрано в качестве примера, так как в этом случае действие (4) имеет наиболее простой вид. Интеграл (4) можно интерпретировать как континуальную аппроксимацию подсчета числа фотонов, которыми обмениваются частицы. Если заряды  $e_a$  и  $e_b$  являются элементарными, то в используемой естественной системе единиц их произведение есть постоянная тонкой структуры  $\alpha$ .

Итоговое действие получается суммированием вкладов вида (3) и (4) по всем частицам. В макроскопическом приближении других вкладов в действие нет.

Для реально реализующейся конфигурации действие (1) имеет минимум. Задача на минимум функционала (1) может рассматриваться как задача на безусловный экстремум. Но эта задача может рассматриваться как задача на условный экстремум [2]. Мы ищем минимум первого слагаемого, рассматривая второе и третье слагаемое как условия. Физически это означает, что мы задаем множество частиц и длины рассматриваемых отрезков мировых линий, и мы ищем геометрию, минимизирующую действие для этих заданных условий. Поскольку действие определено с точностью до произвольной константы, мы можем положить минимальное значение действия равным нулю. Тогда

$$S_g^{\min} = -S_m - S_e. \quad (5)$$

Дискретная модель пространства-времени представляет собой множество некоторых микроскопических дискретных структур, для которых задана динамика. Аналогично нерелятивистской статистической физике для макроскопической системы мы не можем описать динамику каждого микроскопического дискретного элемента и должны рассматривать их статистическое описание [2]. При этом аналогично термодинамике макроскопические уравнения являются уравнениями для средних и наиболее вероятных величин.

Основными понятиями нерелятивистской статистической физики является микросостояние и его вероятность в момент времени. Наблюдаемое макроскопическое состояние является множеством микросостояний и вероятность макроскопического состояния равна сумме вероятностей соответствующих микросостояний. В дискретной модели пространства-времени мы рассматриваем конечную систему дискретных элементов, которые аппроксимируются конечной областью пространства-времени. Микроскопическое состояние этой системы является не микросостоянием в момент времени, а микроскопиче-

ским вариантом процесса на конечном интервале времени. Макроскопический вариант процесса является множеством микроскопических вариантов, а вероятность макроскопического варианта процесса равна сумме вероятностей соответствующих микроскопических вариантов. В предлагаемом статистическом подходе минимальное значение действия означает действие для наиболее вероятного макроскопического варианта.

В нерелятивистской статистической физике простейшей моделью является идеальный газ. Аналогично, в статистике процессов простейшей моделью является множество статистически независимых элементарных событий. Каждое событие может произойти с некоторой вероятностью  $p$ , которая является константой модели. Предположим, что  $p \ll 1$ . Микроскопический вариант процесса состоит из  $N$  элементарных событий, и его вероятность  $p^N$ . Эта вероятность быстро убывает с ростом числа элементарных событий. Вероятность  $P$  макроскопического варианта процесса равна сумме вероятностей соответствующих микроскопических вариантов. В этой сумме доминируют члены с  $N$ , минимальным с точностью до микроскопических флуктуаций. Отбросив малые слагаемые с большими  $N$ , получаем

$$P = k(N_{\min})p^{N_{\min}}, \quad (6)$$

где  $k(N_{\min})$  – есть число микроскопических вариантов процесса с минимальным числом элементарных событий. Предполагается, что с ростом  $N$  число микросостояний  $k(N)$  растет медленнее, чем убывает вероятность микросостояния за счет умножения на вероятности  $p$ . Таким образом, физически реализуется макроскопический вариант процесса с минимальным числом элементарных событий, что в континуальной аппроксимации соответствует минимальному действию.

Действие  $S$  для независимых систем является аддитивной величиной. Также аддитивными величинами являются логарифм вероятности (6) и число элементарных событий  $N$ . Примем гипотезу, что дискретным прообразом гравитационного действия  $S'_g$  является число элементарных событий  $N$ . Штрих у обозначения действия обозначает дискретный прообраз, а отсутствие штриха – континуальную аппроксимацию. Таким образом, интеграл (2) от скалярной кривизны по области пространства-времени физически означает число элементарных событий в этой области. Нулевая скалярная кривизна означает отсутствие событий. В рассматриваемой модели пустое пространство-время является фиктивной сущностью без реальных событий. Реальным событиям соответствует только реальная материя.

Минимальное значение числа элементарных событий для заданной системы частиц означает, что имеются только события, составляющие заданные частицы, и отсутствуют какие-либо дополнительные события. Дискретный



прообраз равенства (5) запишем в виде

$$N_{\min} = -S'_m - S'_e. \quad (7)$$

Первое слагаемое справа можно интерпретировать как число событий, составляющих массивные частицы. Второе слагаемое справа можно интерпретировать как число событий, составляющих фотоны. Их сумма равна общему числу событий.

Дискретный прообраз действия (3) для точечной частицы равен числу элементарных событий, составляющих рассматриваемый отрезок мировой линии. При этом дискретный аналог массы есть число элементарных событий в единицу собственного времени. Дискретный аналог действия (4) равен числу фотонов, испущенных одной частицей и поглощенных другой, то есть числу событий испускания и поглощения фотонов.

В дискретной модели пространства-времени именно соотношения между дискретными величинами являются исходными. Соотношения между величинами в континуальной модели являются только аппроксимациями исходных соотношений между их дискретными прообразами.

Рассмотрим пример конкретной дискретной модели [3]. Выше рассматривались независимые элементарные события. Теперь учтем элементарные причинно-следственные связи между ними. Модель можно представить ориентированным ациклическим графом. Элементарные события представляются вершинами графа, элементарные причинно-следственные связи представляются ориентированными ребрами. Ребро направлено от вершины-причины к вершине-следствию. Ациклическость графа означает отсутствие ориентированных циклов, что отражает принцип причинности.

Рассматривается частный случай, когда полу степени входа и исхода каждой вершины не превышают двух, то есть каждой вершине инцидентно не более двух входящих и двух исходящих ребер. В бесконечном графе каждая вершина может иметь два входящих ребра и два исходящих. В конечном графе часть вершин имеет меньше инцидентных ребер. Например, должна существовать хотя бы одна максимальная вершина, которая не имеет исходящих ребер.

Будем рассматривать конечный граф как подграф бесконечного графа, у которого все вершины имеют полу степени входа и исхода равными 2. Тогда каждая вершина конечного подграфа или имеет два исходящих ребра, или одно или оба исходящих ребра заменены исходящими свободными валентностями. Эти исходящие свободные валентности соответствуют исходящим ребрам, которыми подграф соединяется с остальным бесконечным графом. Обозначим через  $M$  число ребер в конечном подграфе, а через  $n$  – число исходящих свободных валентностей. Очевидно, что имеет место следующее

равенство для числа вершин  $N$

$$N = \frac{1}{2} (M + n) \quad (8)$$

Аналогичные рассуждения справедливы для входящих ребер и входящих свободных валентностей. Равенство (8) выражает основное топологическое свойство рассматриваемого конечного графа, то есть сумму по всем вершинам их полу степеней исхода, включая свободные валентности.

Принцип наименьшего действия (1) включает в себе содержание общей теории относительности. Его дискретный прообраз должен выражать не менее фундаментальное свойство дискретной модели. Предположим, что в рассматриваемой дискретной модели равенство (8) является дискретным прообразом равенства (5). Число ребер является дискретным прообразом действия для нейтральной материи, а число исходящих (входящих) свободных валентностей является дискретным прообразом действия для электромагнитного взаимодействия.

Перепишем (8) в следующем виде

$$N = \frac{1}{2} (1 + \alpha') M \quad (9)$$

$$\alpha' = \frac{n}{M}. \quad (10)$$

Коэффициент  $\alpha'$  описывает вклад электромагнитного взаимодействия. Предположим, что при статистическом рассмотрении среднее значение  $\alpha'$  стремится к некоторой константе с ростом рассматриваемых графов. Эта константа должна быть идентифицирована с постоянной тонкой структуры, возможно, умноженной на некоторый коэффициент. В этой модели в действии (4) интеграл аппроксимирует число ребер. Таким образом, все ребра интерпретируются как распространение безмассовых частиц. Квадрат элементарного электрического заряда, равный постоянной тонкой структуры, является коэффициентом, который учитывает, какая доля ребер соответствует электромагнитному взаимодействию в низкоэнергетическом пределе, то есть для больших графов.

Заряды в действии (4) могут иметь разные знаки. При этом соответствующие ребра в дискретном прообразе действия должны не прибавляться, а вычитаться. Этот эффект может быть связан с особенностями аппроксимации графа континуальным пространством временем. Последовательно эта аппроксимация для моделей такого типа пока не построена. Общая схема заключается во вложении графа в континуальное пространство-время. При этом вершины графа отождествляются с некоторыми точками пространства-времени. Свойства пространства-времени должны отражать свойства вложенного графа. В частности, должна быть согласована причинность. Точки пространства-времени, с которыми идентифицированы вершины графа,



должны быть каузально связаны тогда и только тогда, когда каузально связаны соответствующие вершины. Поскольку континуальное пространство-время является только макроскопической аппроксимацией, это согласование причинности может выполняться не точно, а только в среднем. Некоторые ребра могут быть ориентированы противоположно направлению макроскопического времени. Такая модель будет буквально реализовывать идею анти-частиц, как частиц, движущихся обратно во времени. Вычитание некоторых величин в действии для электромагнитного взаимодействия может отражать особенности учета вклада ребер, ориентированных против макроскопического времени. Этот вопрос требует дальнейшего изучения.

Возможны различные варианты динамики рассматриваемой дискретной модели пространства-времени. Стремление величины  $\alpha'$  к некоторому предельному значению является следствием динамики и должно вычисляться в рамках этой динамики. Соответствие вычисленного предельного значения реальной величине постоянной тонкой структуры  $\alpha$  должно рассматриваться как критерий адекватности рассматриваемой динамики.

Работа выполнена по теме 36.20. Развитие методов математического моделирования распределенных систем и соответствующих методов вычисления. Код в системе формирования Гос. заданий МИНОБРНАУКИ 0065-2019-0007. Регистрационный номер в ЦИТиС АААА-А19-119011590093-3.

## Литература

- [1] Владимиров Ю.С. Реляционная концепция Лейбница – Маха. М.: ЛЕНАНД, 2017. – 232 с.
- [2] Krugly A.L. Statistical Physics and Thermodynamics of Processes in General Relativity// Gravitation and Cosmology, 2020, Vol. 26, No. 2, pp. 162–167.
- [3] Krugly A.L. A sequential growth dynamics for a directed acyclic dyadic graph // Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia, Series "Mathematics. Information Sciences. Physics". - 2014. - No 1. - P. 124-138, arXiv: 1112.1064.

# ОБ ИНФОРМАЦИОННОМ ПОДХОДЕ К РЕАЛЬНОСТИ

Л.П. Волкова

*Национальный исследовательский технологический университет “МИСиС”*

frolovbn@mail.ru

В статье рассматриваются понятие информации, его связь с понятием реальности. Анализируются и сопоставляются результаты исследований этих проблем другими учеными. Обсуждаются проблемы отношения человека к миру и определяющей роли информации в этом. Отмечается связь между мировоззрением и информацией, которая накоплена в определенной области науки. Подчеркивается обоснованность доказательств материальности сознания. Делается вывод о правомерности информационно-реляционного подхода к пониманию реальности.

## 1 Введение

Продолжая разговор о восприятии реальности в рамках информационно-реляционного подхода, подчеркнутого в очередной раз в нашей последней статье [1], следует также отметить работы других ученых, в которых этот подход обозначен. Так в работе [2], которую мы ранее упоминали в нашей статье, подчеркивается то обстоятельство, что основной вопрос философии в современной трактовке фактически звучит как “что первично: вещество или число?”. Именно в этой работе автор “увязывает” понятие информации с понятием реальности, отмечая, что синонимом “единой объективной реальности становится информационная реальность (бытие информации)...”. Соответственно, в наших статьях, называя новый подход информационно-реляционным, мы подчеркиваем, что он подтверждает “гипотезу об информационной основе мироздания” [1;3]. Развивая этот подход применительно к личности ученых, автор работы [4] говорит о том, что “развитие научных исследований формирует когнитивное метафизическое ядро личности ученого с установкой на самооценку научной деятельности. Когнитивное ядро может быть представлено в виде ряда взаимодействующих структур”. В попытке применения информационно-реляционного подхода к личности человека эта работа перекликается с нашей работой [5], в которой показана роль информации в социальных процессах уже применительно в целом к человеческому обществу. Кроме того, в этой же работе отмечено, что в качестве “физического (метафизического) первоначала” можно рассматривать и категорию информации.



## 2 Об определяющей роли информации, которая у каждого ученого накоплена и сконцентрирована в определенной области науки

Эту статью хочется посвятить памяти так неожиданно ушедшего от нас Александра Владимировича Коганова. Именно в этом разделе придется, анализируя его работы, отвечать на вопросы, на которые он сам уже не сможет ответить. Но мы имели замечательную возможность слышать его выступления на семинарах в МГУ, его последний доклад на семинаре по темпорологии незадолго до его ухода. Этот доклад также породил уверенность в том, о чем говорит заголовок этого раздела данной статьи. Не претендуя на попытку оценки значимости его работ для развития, как физики, так и математики, исследуем в указанном аспекте его высказывания, сделанные в докладе, основанном на его работах. Затронем те аргументы, которые в некотором смысле пересекаются с известными понятиями, о которых сказано и в нашей статье [3]. В его работах, а также в докладе, красной нитью проходит тема определений и эталонов. В частности, главными эталонами в докладе названы “носитель информации, свойства которого позволяют запоминать, хранить и изменять информацию” и “алфавит, содержащий различимые символы, которые используются как единицы информации”. Мы также в своей статье используем эти понятия, как основополагающие в информатике и теории информации, рассматривая более подробно свойства информации. При этом акцентируем внимание на таких свойствах, как новизна, полезность и самоорганизация информации [3]. Термины “носитель информации” и “алфавит” в статьях А.В. Коганова также являются общепринятыми, но предполагают большое разнообразие в реальности. Именно поэтому правомерно ли причислять их к эталонам? Отсюда некоторые вопросы возникают и при осмыслении других понятий. Так, например, в работе [6] было сказано: “Поэтому смысл начальных понятий надо пояснять предъявлением реальных предметов, действий или процессов непосредственно от учителя к ученику”. Но поскольку в этой статье речь идет о моделях, то возникают вопросы: учитель и ученик – это реальность или информация в виде математической модели? Как выделить смысл, подразумевая под ним информацию? Далее, в работе [6] сказано: “Добиться однозначной интерпретации можно только в процессе натурального обучения основам науки”. Но о какой именно науке идет речь? В статье речь идет о моделях и о разных допущениях. Как можно добиться “однозначной интерпретации”? В этом аспекте становятся понятными мировоззренческие споры многих ученых о первичных понятиях. Поскольку мировоззрение ученых, возникая в рамках определенной парадигмы, далее простирается за ее пределы по мере осознания необходимости системного подхода в исследованиях. Затем на первый план выходит очевидность связи “всего со всем”,

необходимость системного подхода к пониманию реальности окружающего мира. Именно это учитывается в первую очередь при разработке новых концепций и построении моделей. Поэтому необходимо рассматривать обсуждаемые метафизические проблемы во всей совокупности условий с точки зрения информационно-реляционного подхода [3]. Кроме того, все это согласуется с выводом о том, что “появляется возможность для нового варианта интерпретации квантового состояния как информации, получаемой субъектами, взаимодействующими через приборы с квантовыми системами. Эта информация и есть описание самой физической реальности, которая в то же время конструируется самим субъектом” [2].

### 3 Об отношении человека к миру

В своих работах мы также говорили о процессах самоорганизации такой неравновесной среды как информация, в результате которых “может зародиться то, что можно условно назвать “смыслом” [5]. Здесь также был сделан вывод о том, что определяющую роль имеют те знания и опыт, формально, та информация, которая у каждого ученого накоплена и сконцентрирована в определенной области науки.

Однако, возвращаясь к вопросам о мировоззрении и целостном подходе к реальности, следует упомянуть еще о некоторых выводах, сделанных как в наших работах, так и в работах других ученых. Прежде всего, следует отметить, что метафизика в настоящее время развивается как “философия естествознания человеческого интеллекта”, как “реальность и обратная связь, участвующая в формировании процесса жизни” [7]. О связи понятий “метафизика” и мировоззрение очень точно сказано, что именно философ формирует то, что носит название “мировоззрение” [8]. В этой же работе дается четкое определение и самому понятию: “Мировоззрение есть система взглядов на мир, на человека и, самое главное, на отношение человека к миру”. Но тогда какова роль информации, которая у каждого ученого накоплена и сконцентрирована в определенной области науки? Наверное, здесь на первый план выходит очевидность связи “всего со всем”. Именно поэтому можно ощутить необходимость системного подхода к пониманию реальности окружающего мира. И именно это должно в первую очередь учитываться при разработке новых концепций и построении моделей.

В этом подразделе уместно затронуть еще один интересный аспект о “квантовом наблюдении”, в котором “наблюдаемый объект со всеми своими объективными характеристиками существует независимо от наблюдателя”. Такое восприятие реальности и отношение человека к миру позволяет автору высказывания сделать удивительный вывод [9]: “Таким образом, мы можем представить этот акт первичного квантового наблюдения как раздвоение единого состояния на материю и сознание. Этот акт – проявление действия



субстанции, которая является единым источником идей, возникающих в сознании и их материального воплощения в физической вселенной”. Автор этой работы обращает внимание еще на одну интересную работу [10], отмечая, что многие ученые продолжают поиск чисто материальных первоначал, но уже на более глубоком квантовом уровне реальности. Например, А.И. Яковлев считает, что “сознание возникает в результате взаимодействия элементарных частиц”. Это перекликается с теми идеями, которые обсуждаются в нашей работе [3], если полагать, что в основе сознания тоже лежит информация.

#### 4 О материальности сознания

Уже во введении к работе [10] сообщаются основные отличия во взглядах ученых, которые в мировоззрении своем противостоят друг другу:

“Ученые разделились на два лагеря, по-разному толкующие природу сознания. Одни считают его материальным, другие – идеальным. Трудность и особенность его познания состоит в том, что материальное и идеальное имеют один и тот же источник происхождения, но содержит принципиальные различия в характеристике человека и его сознания. И то, и другое рождается в мозгу, путем электрического взаимодействия нейронов, образующих в них внутренний запас электричества, который и позволяет соединять нейроны в ассоциации... Все философы, даже хорошо знакомые с нейрофизиологической литературой, забывают эту роль *материально-энергетического фактора* в возникновении сознания, всех его форм. Материальное – это то, что обладает материальными атрибутами: телесностью, размером, весом, температурой, энергией и т.п. Идеальное с древнейших времен (Платон) трактовалось как бестелесное, безразмерное, не обладающее никакими ощущаемыми признаками. Материальное существовало в разнообразных вещах и предметах. Идеальное представлялось только как умопостигаемое”.

Далее в книге, со ссылкой на результаты исследований и работы известных ученых, обосновывается правомерность основного утверждения о материальности сознания. Анализируются исследования и работы таких ученых как П.А. Флоренский, А.Р. Лурия, П.К. Анохин и других известных ученых, работы которых, и даже сами их имена, уже обозначают тот круг исследований, ценность которых не вызывает сомнений. Поэтому, приводя аргументы столь многих исследований, автор работы [10] вполне закономерно делает следующий вывод: “Мозг – это орган, созданный эволюцией для восприятия и переработки энергии в сознание. Выполнить эту свою главную функцию он может только при помощи **нервного тока, психической энергии**, циркулирующих по многообразным мышцам и волокнам организма. Нервный ток, нервная энергия – специфические средства превращения энергии в сознание”.

## 5 Заключение

Как и раньше, основываясь на анализе близких по тематике работ известных ученых, мы убеждаемся в правильности сделанного нами ранее вывода о том, что “непрерывно происходящий процесс самоорганизации информации творит все, что происходит в мире, в космосе и в сознании” [3; 5]. В настоящей работе подчеркнута связь в реальности материи и сознания. Доказательство этой связи во всех работах, на которые мы здесь ссылаемся. Именно через попытку понять, что информация живет и действует в разных субстанциях, которые ранее противопоставлялись друг другу, можно ощутить и осознать этот “непрерывно происходящий процесс самоорганизации информации”.

Как представляется сейчас, Александр Владимирович Коганов все это знал, поэтому сделал попытку построить некий мост между теми огромными познаниями в математике и физике, которые у него были накоплены, и новыми информационными потоками. В докладе он четко определил, что математика “консервирует” информацию. Но его стремление к познанию истины всегда было очевидно. Именно про него можно сказать, что он мог всегда “подняться “над”, увидеть свой поиск, свой путь другими глазами”. И его обращение к метафизике тоже понятно, потому что именно, “оторвавшись от великолепия математических конструкций и физических теорий”, можно ощутить динамику, без которой нет жизни.

## Литература

- [1] Волкова Л.П. О мировоззренческих парадигмах. С. 160-165 в сборнике: Основания фундаментальной физики и математики: материалы IV Российской конференции (ОФФМ-2020) / под ред. Ю.С. Владимирова, В.А. Панчелюги. – Москва: РУДН, 2020 — 244 стр.
- [2] Яковлев В.А. Априоризм математики, физическая реальность и информация. Ж. Метафизика, № 1 (35), 2020 г., с. 52-64.
- [3] Волкова Л.П. От новой метафизики к основам фундаментальной физики. Ж. Метафизика, № 1 (35), 2020 г., с. 111-120.
- [4] Яковлев В.А. Ученый как исследователь и личность. Ж. Метафизика, № 1 (35), 2020 г., с. 121-132.
- [5] Волкова Л.П. Метафизика социальных процессов. Ж. Метафизика, № 2 (24), 2017 г., с. 28-41.
- [6] Коганов А. В. Математические модели в теоретической физике и их эталонная база. Ж. Метафизика, 2018, № 4 (30), с. 61- 70.
- [7] Волкова Л.П. Метафизика как основание философии естествознания. Ж. Метафизика, № 2 (32), 2019 г., с. 19-25.
- [8] Миронов В.В. Становление и смысл философии как метафизики. Аль-



- манах “Метафизика. Век XXI”. Вып. 2. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007, с. 18-40.
- [9] Спасков А.Н. Начальные условия существования психофизической Вселенной. С. 166-171 в сборнике: Основания фундаментальной физики и математики: материалы IV Российской конференции (ОФФМ-2020) / под ред. Ю.С. Владимирова, В.А. Панчелюги. – Москва: РУДН, 2020 — 244 стр.
- [10] Яковлев А.И. Материальность сознания. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2011. — 261 с. (Научная мысль). <https://bookree.org/reader?file=1335184&pg=20>

# СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОТКРЫТОЙ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ И ЕЁ УСКОРЕННОГО РАЗВИТИЯ

**А.С. Харитонов**

*профессор Международной славянской академии наук, образования, искусства и культуры, действительный член Академии геополитических проблем, член корреспондент РАЕН*

kharitonov358yandex.ru

Установлен процесс изменения вероятностей событий сразу в трёх классах переменных, приводящий к ускоренному развитию открытой сложной системы, взаимодействующей с эфиром.

Статистическая физика построена на постулате Л. Больцмана о равновероятности изоэнергетических событий и описывает опыт ускоренного движения частиц под действием внешней силы. Но её вывод об эволюции природы к максимальному хаосу противоречит опыту существования и развития живых и социальных организмов. Наше исследование посвящено разрешению этого фундаментального противоречия.

Постулат Л. Больцмана о равновероятности изоэнергетических событий справедлив только для модели равновесия материальных точек, как отметил сам Л. Больцман в 1903 г. Парадокс Рассела-Эйнштейна показал, что нельзя в основе квантовой физики принимать постулат о равновероятности Л. Больцмана и, следовательно, принимать модель статистического равновесия материальной точки за основу физики. Мы заменили этот постулат равенством мер хаоса и порядка, введя эти функции в научный оборот в 1971 г. Это позволило нам разработать модель статистического равновесия для цепной макромолекулы. У макромолекулы координаты и импульсы оказались более упорядоченными, а структурные события – менее упорядоченными, чем для модели газа. (Для газа - материальных точек - принято, что все степени свободы поступательные, заданы с вероятностью, равной единице, и структурная энтропия равна нулю). Меры хаоса и порядка, определённые в трёх классах переменных с учётом структуры, позволили сопоставить организации макромолекулы и растворителя, в котором она находится в статистическом равновесии. Мы получили закономерность развития: рост порядка для координат и импульсов компенсируется ростом меры хаоса для структуры или уменьшение термодинамической энтропии в двух классах переменных компенсируется ростом структурной энтропии в третьем классе переменных [3]. Другими словами суммарная статистическая энтропия для трёх классов переменных остаётся постоянной при изменении организации изолированной сложной системы.



Далее мы обнаружили, что равенство мер хаоса и порядка в трёх классах переменных является новым инвариантом для сложной системы, взаимодействующей с эфиром. То есть суммарная мера хаоса определяет область реализуемых событий, а суммарная мера порядка - меру область нереализуемых событий.

Этот инвариант допускает новый процесс для физики: спонтанное изменение доступности пространства вероятностей событий сразу в трёх классах переменных. Этот процесс описывается уравнением симметрии: насколько возрастает мера хаоса в одном классе переменных, настолько же она убывает в двух других классах переменных. Этот процесс протекает 6 разными способами ( $3!=6$ ), приводя, например, в случае развития к возбуждению новых структурных событий, компенсирующих “замораживание” событий для координат и импульсов. “Замораживание” одних событий и возбуждение иных событий в разных классах переменных характеризует необратимую эволюцию сложной системы.

При этом повторение шагов развития тремя мерами хаоса или порядка удовлетворяет уравнению рекурсии. Сумма трёх последующих величин в уравнении рекурсии равна нулю, удовлетворяя трёхсущностному инварианту сложной системы. Уравнение рекурсии приводит к изменению количества доступных вероятностей событий в каждом классе переменных, к росту памяти в системе, начиная с порядкового номера каждого события, и к золотому отношению для последующих членов ряда при  $n > 10$ . Где золотая пропорция характеризует оптимум преобразования солнечного излучения и устойчивость организации биологических объектов. Так, рекуррентные действия с золотой пропорцией относительно себя порождают два ряда Фибоначчи и ряд Люка. Последующие действия с числами из рядов Фибоначчи и Люка приводят к натуральному ряду, комплексным числам и к новым математическим конструкциям, например, к алгебраическим фракталам золотого сечения, взаимодействие которых удовлетворяет теореме Пифагора и позволяет строить геометрию без гипотез о существовании точки и линии [2].

Таким образом, в природе существует стохастический процесс - изменение доступности пространства вероятности событий, как трёхсущностное взаимодействие открытой сложной системы с эфиром. Этот процесс приводит к накоплению разных структур, которые являются элементами памяти и самоуправления в её организации. А согласованное взаимодействие структур может приводить к эффективному самоуправлению, скачкообразному ускоренному развитию её активных частей и, возможно, к возникновению живой природы. Существование этого процесса служит обоснованием для тектологии, науки об организации объектов природы по А.А. Богданову, а его описание построено на синтезе принципов дуализма и триединства [4].

Принцип триединства можно видеть в феноменологических свойствах фи-

зических тел. Каждое физическое тело имеет внутреннюю организацию с тремя видами энергии: кинетическую, потенциальную и структурную, три типа колебаний: продольные, поперечные и вихревые, три разные границы: для координат, импульсов и структуры, три класса переменных. Эти три разные границы могут обладать фрактальными свойствами и их “дыхание” может приводить к возникновению новых внутренних степеней свободы и к изменению организации открытой сложной системы. Такое “дыхание” трёх разных границ исключено из физического исследования статическими триадами и моделью материальной точки.

В биологии установлены факты: уход живого организма от состояния равновесия /Э. Бауэр/, внутренняя поисковая активность живого организма, устойчивость каждого оптимального, по золотой пропорции, этапа биологической эволюции /И.И. Шмальгаузен/, хиральность биологических макромолекул и сетевое самообучение живых организмов.

В археологии установлен факт ускоренного ухода популяции человека от равновесия за счёт роста памяти и механизмов обратной связи [5]. В итоге численность популяции человека ушла от гипотетического состояния равновесия в техноценозе на 5 порядков. Факт ускоренного развития популяции человека установлен на больших временах наблюдения, более 1000 лет, и описан рядом Фибоначчи с 7 млн. лет до 5 тыс. лет до новой эры. Ряд Фибоначчи – это геометрическая прогрессия с множителем, равным золотому сечению для  $n > 10$ . То есть биологической эволюции свойственны, с одной стороны, отсутствие равновесия и ускоренный уход от гипотетического состояния равновесия, с другой стороны, структурные преобразования и память об экстремальных преобразованиях, связанных с золотой пропорцией, и с третьей стороны, хиральное трёхсущностное становление. Актуализируется проблема возникновения и развития живых и социальных организмов с помощью мер хаоса и порядка в трёх классах переменных [1].

## Литература

- [1] Азроянц Э.А., Харитонов А.С., Шелепин Л.А. Немарковские процессы как новая парадигма. Вопросы философии, 1999, №7, с. 94-104.
- [2] Харитонов А.С. Структурное описание сложных систем // Прикладная физика, 2007, №1. С. 5-10.
- [3] Харитонов А.С. Структурные свойства макромолекулы в термостате. Прикладная физика. №1. 2008. с. 13-16.
- [4] Харитонов А.С. Математические начала синтеза принципов дуализма и триединства // Метафизика, 2012, №3. С. 147-155.
- [5] Щапова Ю.Л., Гринченко С.Н. Введение в теорию археологической эпохи. М. Труды исторического факультета МГУ. 2017, 235 с.



## МОЁ ВИДЕНИЕ СМЫСЛА ОБЩИХ И ФИЗИЧЕСКИХ ПОНЯТИЙ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОЙ ПАРАДИГМЫ

А.В. Ходунов

*НИИСИ РАН*

Долг каждого учёного – разъяснить основы своей науки там, где у людей менее образованных могут возникнуть опасные заблуждения (пример – маятник Фуко в космосе и плоская Земля). Прежде всего, надо уточнить понятие парадигма, которое ввёл Т. Кун в известной работе о структуре научных революций. Он называл парадигмой совокупность господствующих в отведённый им исторический период научных идей, взглядов, понятий и достижений, разделяемых и одобряемых большинством признанных учёных. Здесь важно каждое слово, особенно совокупность, т.е. система, ибо со временем понятие парадигма стало модным и получило расширительные толкования, что вызывает массу недоразумений. На мой взгляд, следует считать, что от и до определённых сроков парадигма - **одна**: она рождается, развивается, живёт и умирает как живое дерево, оставляя после себя свои плоды и семена. Её потомки: дети, внуки и далее, могут быть очень непохожи на неё, но несут в себе накопленное генетическое наследство.

Смена парадигм происходит незаметно для отдельных людей и групп лиц, т.к. познающим субъектом является всё человечество, а носителем – научное сообщество, и оно глядит на выращенное им дерево знания не одновременно и с разных сторон. Важно ощущение целостности такого отношения к научной парадигме: оно сродни религиозному чувству и опыту: Без этого трудно выбрать свой путь и идти по нему дальше.

Новые парадигмы вызревают в её тени, и их следовало бы называть претендентами на смену престола или иными гранями Реальности. Одними из самых общих понятий являются: Мир, Реальность, Вселенная, Идеальное, Материя, Пространство и Время, Среда.

Все эти понятия черезчур многозначны, и пытаться дать им достаточно ёмкие, но лаконичные и, тем более, исчерпывающие определения невозможно. Тем не менее, можно установить связь этих понятий и привести их в некоторую систему по степени общности. Все эти понятия – человеческие, а люди мыслят, создавая их идеальные модели. Несмотря на генетическое родство (от одной Евы), разные народы говорят и мыслят на разных естественных языках. При этом привести понятийные аппараты “к общему знаменателю” необычайно сложно. Сила современной парадигмы – в многоликом единстве научного знания и опыта, растущего как живое дерево. Основой модельного творчества становятся лингвистика, математика и метаматематика (как часть

современной математической логики). Но в Мире реальном, данном нам в ощущениях – с чем согласны все – от богословов до закоренелых материалистов – сосуществуют и Мир Материальный, и Мир Идеальный,

А что же физика? Вспомним мысль из наследия Д. Гильберта об его ученике, позже ставшем поэтом: ибо для занятия математикой у него не хватало фантазии. Теперь парадигма диктует иной подход к Реальности: практически все сюжеты голливудских фильмов о будущем заимствованы у учёных из физических кафедр университетов и их лабораторий. Именно физика не даёт возможности разным фантазёрам и их зрителям сойти с ума, учивая Физические законы и ограничения и на искусственную реальность.

Обсудим теперь физические понятия. Физический Мир – это Природа. Физическая Реальность – многолика: она – модельна и иерархична как матрица: старые, менее точные модели вкладываются в более широкие и общие как предельные случаи, однако плата за это – возрастание сложности по мере продвижения к более фундаментальным основам Природы. Самым сложным было осмысление начала нашей Вселенной: как и при рождении любого живого объекта наисложнейшим является его (генетический) код. Важны также и внешние условия: У неживого функционирующего объекта тоже нужен код: компьютер не запустится без включения источника энергии: нужно к  $T/2$  в динамике на каждую степень свободы его как физической системы – для инициализации и начального загрузчика – толчка и малого кода, развёртывающего основной код в начальное состояние оперативной памяти и рабочей области процессора. Этим актом загружают ядро операционной системы – СУПЕРВИЗОР (как одна из трёх ипостасей Бога), и система готова к работе.

Подобно этому живое семя не прорастёт без подготовленной почвы. Отличие компьютерных систем от живых – следующие:

1) компьютерные системы работают в основном на линейных принципах, избегая по возможности нелинейных процессов, ибо в последних энергия сбрасывается не просто управляемыми порциями. В живых системах чаще царит нелинейная гармония.

2) Эта гармония позволяет обращать информационные процессы, самоизолировать их, т.е. локализовать в пространстве и времени, давая возможности для реализации сложных видов рекурсии, вероятно, недоступным для современных компьютеров.

3) в живых системах достигается истинный параллелизм работы – не только квантовый, но и синергетический.

4) Из-за синергии в нелинейных системах проявляется их иерархичность и многовременной характер эволюции их подсистем, но теряются масштабируемость и нарушается масштабная инвариантность.

Тут прослеживаются далеко идущие аналогии с началом Вселенной, её



эволюцией и ответом на вопрос: откуда берутся Пространство и время?

Подобно живому или эмулируемому в вычислительной среде?

С физической точки зрения среда должна иметь уравнение состояния, число степеней свободы, спектр и плотность спектра состояний. Взаимодействие степеней свободы может быть и линейным, и нелинейным. Мир, в котором мы живём, в громадной степени линеен. Это наше счастье и наша Свобода. Боги, запустившие его в ход, повидимому, спрятали фундаментальные нелинейности глубоко от нас. Исаак Ньютон и Альберт Эйнштейн дали нам выбор альтернативы. У Ньютона абсолютное время существует само по себе и течёт равномерно и однородно безотносительно к чему-либо. Пространство – это “чувствилище Бога”, наполненное точечными материальными частицами и их сцепленными конфигурациями, материальными телами. Они движутся и управляются по предписанным Богом законам как единый большой механизм – Вселенная. На современном языке математик выразил бы это так: время – это бесконечная вещественная прямая  $\mathbb{R}$ , пространство – трёхмерное Евклидово  $\mathbb{R}^3$ , а его наполнение и движения – это промысел Божий через физические законы. Поэтому Мир Ньютона линеен и прозрачен как свет Божий: есть массы, позиции, скорости, ускорения и силы. Всемирная сила – Гравитация.

К сожалению, многие понятийные предрассудки пережили века и упорно застряли в сознании у многих наших современников. У Ньютона вся теория работает хорошо в нерелятивистской и неквантовой области. Новая парадигма 20 века – Мир Эйнштейна – специальной (СТО) и общей (ОТО) теорий относительности отвергает абсолюты, В современной парадигме НЕ СУЩЕСТВУЕТ ни АБСОЛЮТНОГО, ни ЕДИНОГО Времени, а пространство-время – динамично, подвижно. Дж. Уилер в известной книге “Гравитация” приводит такую аналогию современной раздувающейся Вселенной: Вселенная похожа на надуваемый воздушный шарик, к которому приклеены твёрдые мелкие монеты. Шарик – Вселенная, монеты – локально-лоренцевы системы СТО или ОТО, описывающие локальную физику в масштабах Галактики для наблюдателя в ней. ПАРАМЕТР РАСШИРЕНИЯ – так называемое “КОСМОЛОГИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ” – ОТВАЛИЛСЯ от нашей Вселенной и ушёл в Мир Идей, т.к. стал ненаблюдаем в целом, никто не может видеть, что происходит за горизонтом, а принцип причинности действует. Карты псевдориманова многообразия больше не сшиваются: пекулярные неоднородности гравитации рвут их по швам. Не случайно постоянная Хаббла “гуляет” от модели к модели. Часть общего причинного прошлого для нас умерла.

Что касается относительности локального времени, то в городке Денвер, штат Колорадо, есть организация, которая дважды в сутки петеводит сверхстабильные атомные часы (уход  $10^{-13}$  сек/год) на всех 31-ом спутнике глобальной навигационной системы The GPS. “Нельзя дважды войти в одну и

ту же реку” Геракли. (Положения планет и их скорости неповторимы в Солнечной системе, так же как расширяющаяся Вселенная). Хорошая система отсчёта – как у гениального Ньютона, только с ориентацией на неподвидны квазары.



# ВСЕЛЕННАЯ, ГЛОБАЛЬНЫЙ КЛИМАТ И ЧЕЛОВЕЧЕСТВО: ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА МОЖЕТ ВОССТАНОВИТЬ ЖИЗНЕННО ВАЖНОЕ ДОВЕРИЕ

И.С. Нургалиев

*член редколлегии журнала*

*“Пространство, время и фундаментальные взаимодействия”*

ildus58@mail.ru; www.stfi.ru

Данный доклад представляет собой развитие тезисов “Реляционные основы несингулярной космологии”, представленных на предыдущей конференции [1]. Информационным поводом являются бурные, драматичные процессы, обострившиеся именно в текущие месяцы, оголившие вопиющий разрыв между возросшим уровнем общей информационной грамотности людей и властей с одной стороны и желанием исследователей фундаментальных наук поделиться с ними тем, что они нового актуального узнали, поняли и могли бы поделиться для удовлетворения потребности подтянуть эту грамотность до потребности дня потеснив суррогатную компоненту информационного потока. Скрытым из глаз объяснением, как такой разрыв стал возможным, является, очевидно, политика, имеющая другие приоритеты, нежели просветительство.

Вынесенные в заголовок три подтемы, естественно, не могут в полной мере сызновабыть раскрыты в данном коротком докладе, поэтому помогут в этом ссылки на материалы предыдущих конференций из серии “Основания фундаментальной физики и математики” и другие публикации из предлагаемой подборки. Объяснением и оправданием такого почти “всеохватного” названия является желание обратить внимание на общность математической природы законов, описывающих столь на первый взгляд разные объекты. Нелинейность, *реляционность*, геометризруемость и другие свойства моделей с общим названием *успешная математизация описания* достойны быть упомянуты для привлечения внимания участников нашего форума.

## 1 Космология

Закон Хаббла должен быть заменен на тензорный закон [2-9]. Космологической сингулярности нет. Вселенная не представляет собой многообразие из прежних материальных точек, выстроенных идеально в Хабловский поток берущий начало из точки, а представляет собой многообразие материальных точек второго рода, которые вращаются, расширяются, сжимаются, сливаются, делятся, реагируют и называются галактиками.

## 2 Климат

Лежащий под Киотским протоколом научный анализ неполон. Динамика теплового баланса планеты Земля представляется значительно более сложным механизмом, нежели парниковый эффект, в основном определяющийся углекислым газом с существенным антропогенным составляющим [12]. Влияние самого теплового баланса на климаты разных масштабов происходит в сложной связи с географическими, геологическими и космическими факторами. Тепловые потоки описываются физическими фундаментальными кинетическими уравнениями, учитывающими разнородные среды, разнородные механизмы теплопередачи, включая турбулентную диффузию в потоке, его завихренность, кручение и другие составляющие геометрического описания пространства, материального и теплового потоков в виде компонент аффинной связности. В экспериментальном направлении изучения изменений климата автор предлагает использовать разворачивающиеся карбоновые полигоны, в частности, для размещения датчиков потока тепла. Причем следует измерять потоки тепла, как из Земли, так и вовнутрь Земли.

## 3 Демография

Демографический процесс описывается антилогистическим уравнением с ясным кинетическим содержанием [11-18]. Во многом математически так же ведет себя процесс развития пандемии. Понимание взрывного характера развития обоих процессов, впервые описано наиболее наглядно и понятно антилогистическим уравнением демографии. Общность квадратичного характера нелинейности демографического и пандемийного процессов связана с тем, что оба процесса основаны на необходимости *встречи двух людей*. Важно подчеркнуть, что объяснение этих простых фундаментальных истин, но скрытых от населения и от властей толстым слоем измышлений и умалчиваний способствовало бы сознательному поведению миллионов людей и спасало бы их жизни. Восстановление доверия между отдельными людьми, между государствами, также между народом и властью может быть достигнуто на распространении основ фундаментальной физики и математики на повседневную практику, в образовательные программы и на принципы современной политики.

## Литература

- [1] Основания фундаментальной физики и математики: материалы IV Российской конференции (ОФФМ-2020) / под ред. Ю.С. Владимирова, В.А. Панчелюги. – Москва: РУДН, 2020 — 244 стр. Стр. 55.
- [2] Nurgaliev I.S. Gravitation and Cosmology, 2010, Vol. 16, No. 4, pp. 313–315.



- [3] Nurgaliev I.S. Vorticity Induces Cosmological Term of Eternal Universe and Removes Darkness// Пространство, время и фундаментальные взаимодействия, Январь-март (1), 2013, стр.58-64.
- [4] Nurgaliev I.S. E PurSeMuove! // Ярославский педагогический вестник, 2012, №4, том 3, стр.7-12.
- [5] Nurgaliev I.S. Nonlinearities in the Universe. THE TWELFTH MARCEL GROSSMANN MEETING On Recent Developments in Theoretical and Experimental General Relativity, Astrophysics and Relativistic Field Theories. (In 3 Volumes), MG12 Meeting on General Relativity UNESCO Headquarters, Paris, France, 12 – 18 July 2009. P. 1748-1750. Published in 2012.
- [6] Nurgaliev I.S. Dark Energy Belongs to Vorticity, Deformations Could be “Dark Matter”. In: Modern Problems of Gravitation, Cosmology and Relativistic Astrophysics. International Conference. 27 June- 3 July, PFUR, Moscow, Russia. 2010. P. 112.
- [7] Nurgaliev I.S. Effect of Accelerated Expansion is Effect of Nonzero Average of Local Isotropic Rotation Square. RUSGRAV-14 14-th Russian Gravitational Conference –International Conference on Gravitation, Cosmology and Astrophysics June 27-July 2, 2011, UlPU, Ulyanovsk, Russia. p. 150-151.
- [8] Nurgaliev I.S. “Confirmation of Cosmological Bounces Predicted by Alexander Friedmann.” 8th Alexander Friedmann International Seminar on Gravitation and Cosmology, May 30 - June 3, 2011, Institute of Cosmology, Relativity and Astrophysics, Rio de Janeiro, Brazil. Published: International Journal of Modern Physics: Conference Series, Vol. 3 (2011), pp 281–285.
- [9] Nurgaliev I.S. “World as Flow: from Agro-ecological Micrometeorology to Cosmology” International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR), Volume-2, Issue-6, June 2014. pp. 57-61. [13] <https://all-andorra.com/ru/?s=Нургалиев>
- [10] Nurgaliev I.S., Valentini R., Vasenev I.I. Turbulent Model of Multi-Component Gaseous Flow in Agro-Ecologic Micrometeorology. Глобальный научный потенциал. № 7(40) 2014. Стр. 30-34. <http://globaljournals.ru/globalnyij-nauchnyij-potencial/arhiv/2014/>
- [11] Нургалиев И. С. Метафизика общественных наук и физическая кинетика демографии. Метафизика. 2017, 2 (24), стр. 58-68
- [12] Нургалиев И.С. Вихри новых рисков требуют пересмотра стратегий развития // Экономические стратегии. 2011, № 6, стр. 56-60. <http://www.inesnet.ru/article/vixri-novykh-riskov-trebuyut-peresmotra-strategij-razvitiya/>
- [13] <https://en-academic.com/dic.nsf/enwiki/3835721>
- [14] Нургалиев И.С. “Закон “двух сто миллиардных” в контексте гражданского

общества” / Материалы Межрегиональной научно-практической конференции “Гражданское общество: идеи, реальность, перспективы”. Казань; Зеленодольск, 2006. 27 апреля. С. 204-207.

- [15] Нургалиев И.С. Энергопотребление и народонаселение: “антилогистический” характер демографического процесса. В “Математические методы и модели в исследовании государственных и корпоративных финансов и финансовых рынков”. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 10-11 декабря 2015 года. Часть I. Уфа, Аэтерна 2015. Стр. 105-108.
- [16] Нургалиев И.С. Международный гелиофизический год - 2007 под эгидой ООН // Успехи физических наук. 2006. Т. 126. С. 566.
- [17] Лившиц Е.М., Питаевский Л.П. Физическая кинетика. М.: Наука, 1979.
- [18] Нургалиев И.С. Экологические контуры глобальной демографии с точки зрения социофизики. В сборнике: “Мир глазами ученых: Сборник трудов, посвященный 150-летию РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева. Москва, РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева. 2014, стр. 221-231.



## СЕКЦІЯ VI.

### История физики и основания математики



# МЕСТО В.ГЕЙЗЕНБЕРГА В ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Вл.П. Визгин

*ИИЕТ РАН*

Учитывая то обстоятельство, что нынешняя конференция по основаниям фундаментальной физики и математики посвящена 120-летию со дня рождения В. Гейзенберга, мы покажем, что он сыграл ключевую роль в развитии оснований современной фундаментальной физики, прежде всего, в создании современной теории элементарных частиц и взаимодействий между ними, которую до сих пор принято называть стандартной моделью (СМ). Изучение истории квантовой теории поля приводит к выводу о его значительный вкладе в развитие идей, приведших к возникновению СМ: от первых работ по квантованию электромагнитного поля и общей теории квантовых полей, а также проблемы расходимостей (в соавторстве с В. Паули и др., 1926-1930) до концепций матрицы рассеяния  $S$  (1942-1943) и единой нелинейной квантовой теории материи (отчасти в соавторстве с Г. Дюрром и др., 1950-е гг.) [1]. Современная теория частиц и фундаментальных взаимодействий между ними, именуемая стандартной моделью, создавалась в течение примерно 20 лет (1954 - 1974). Она включает в себя теорию электрослабых взаимодействий и квантовую хромодинамику, являющуюся теорией сильных взаимодействий. Обе части СМ – это квантовые теории неабелевых калибровочных полей, основы которой были заложены в ставшей классической работе Ч. Янга и Р. Миллса 1954 г. [2]. В этой статье – две ссылки на работы Гейзенберга: на его статью 1932 г., в которой, по существу было впервые введено понятие изотопического спина и соответствующая группа внутренней симметрии  $SU(2)$ , и на канонический метод квантования, развитый Гейзенбергом и Паули в 1929-1930 гг. Но сам Гейзенберг в середине 1950-х гг. испытывал серьезные сомнения в перспективности обычной квантово-полевой теории элементарных частиц (включая и ее калибровочное расширение). С одной стороны, уже в 1955 г. он знал о парадоксе с нулификацией взаимодействия в квантовой электродинамике, так же, как Л.Д. Ландау и И.Я. Померанчук, полагал, что это свидетельствует о кризисе теории поля и необходимости перехода к феноменологической теории  $S$  – матрицы, теории, разработанной им самим еще в 1942-1943 гг. [7] С другой стороны, Гейзенберг примерно в это же время выдвинул программу построения единой нелинейной квантово-полевой теории материи, которую поддержал В. Паули, а также развивали не только он с сотрудниками, но и некоторые американские (Р. Финкельштейн и др.)

и советские (Д.Д. Иваненко и др.) исследователи [8]. В 1958 г. от этой программы отошел Паули, и она, встретившись со многими трудностями, так и осталась нереализованной. Тем не менее, программа Гейзенберга в некоторых аспектах оказала существенное воздействие на развитие идей, приведшее к созданию СМ, в духе “ошибочностной” концепции развития научного знания С.И. Вавилова (“...на ошибках вырастает наука”). Речь идет, в первую очередь, об основополагающей роли принципов симметрии, которые и определяют нелинейное уравнение Гейзенберга, и лежат в основе стандартной модели [4]. Кроме того, это уравнение по своей структуре оказалось очень близким к уравнению, на котором основана теория сверхпроводимости (Гейзенберг также внес вклад в ее развитие), и это привело к “сверхпроводящим” моделям элементарных частиц и, соответственно, перенесению концепции спонтанного нарушения симметрии из теории сверхпроводимости в теорию частиц, прежде всего, в теорию электрослабых взаимодействий [3]. Мы видим, таким образом, что многие ключевые идеи СМ так или иначе восходят к Гейзенбергу. Но при этом он в 1960-е и даже 1970-е гг. явно недооценивал эвристическую силу  $SU(3)$  – симметрии, хотя именно он, введя изотопический спин, открыл  $SU(2)$ -симметрию, от которой прямой путь к ее расширению до  $SU(3)$ . Крайне скептически он относился и к таким частицам, казавшимися ему фантомными, как кварки, партоны, глюоны и др., которые были предсказаны, но так и не обнаружены экспериментально [5]. Можно ли в этом случае говорить о том, что 60-70-летний создатель квантовой механики и квантовой теории поля упустил возможности войти в число главных творцов стандартной модели, которыми стали его более молодые коллеги Ч. Янг, Р. Миллс, М. Гелл-Манн, Ю. Неэман, Дж. Цвейг, А. Салам, С. Вайнберг, Ш. Глэшоу, Ё. Намбу, П. Хиггс, Д. Гросс, Ф. Вильчек и др.? Это допустимо лишь до некоторой степени, лишь в том смысле, в каком мы говорим, что В. Паули знал о концепции неабелевых калибровочных полей примерно за год до Янга и Миллса, но отказался ее принять из-за кажущегося ее противоречия опыту [9]. И в заключение хотелось бы подчеркнуть редчайшую для физиков 2-й половины XX в. склонность Гейзенберга к философским проблемам физики [6]. Достояния внимания его философская эволюция от позитивизма в 1920-е гг. до платонизма (или пифагореизма) 1950-1960-х гг. Кроме того, в его философском понимании физики удивительным образом сочетались теоретико-познавательные позиции Н. Бора и А. Эйнштейна, которые казались противоречащими друг другу. И этот опыт философского осмысления фундаментальной физики был во многом унаследован такими творцами СМ, как С. Вайнберг, Ф. Вильчек и др.



## Литература

- [1] Вайнберг С. Квантовая теория поля. Т.1.Общая теория. М.: Физматлит, 2003 – 648 с.
- [2] Янг Ч., Миллс Р. Сохранение изотопического спина и изотопическая калибровочная инвариантность. //В кн.: Элементарные частицы и компенсирующие поля. Сборник статей. / Под ред. Д.Д. Иваненко. М.: Мир, 1964. С.28-38
- [3] Киржниц Д.А. Сверхпроводимость и элементарные частицы. // В кн.: Д.А. Киржниц Труды по теоретической физике и воспоминания. В 2 т. Т.1. М.: Физматлит, 2001. С.172-197
- [4] Гейзенберг В. Роль физики элементарных частиц в развитии современного естествознания. // В кн.: В. Гейзенберг. Шаги за горизонт. М.: Прогресс. 1987. С.134 – 149
- [5] Гейзенберг В. Космическое излучение и фундаментальные проблемы физики. // Там же. С.150-162
- [6] Овчинников Н.Ф. Ученый-мыслитель XX века. // Там же. Вступительная статья. С.5-22
- [7] Гейзенберг В. Современное состояние теории элементарных частиц. // Успехи физических наук, 1956. Т.60, в.3. С.413-424
- [8] Нелинейная квантовая теория поля. Сборник статей./ Под ред. Д.Д. Иваненко. М.: Изд. иностранной литературы, 1959 – 464 с.
- [9] Визгин В.П. У истоков стандартной модели в физике фундаментальных взаимодействий. // Исследования по истории физики и механики. 2019-2020. М.: Янус-К. 2021. С.249-293

## ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ о. ПАВЛА ФЛОРЕНСКОГО

В.Г. Дмитриев

В декабре 1937 года где-то в карельских лесах был расстрелян известный профессор электротехнического института, философ и священник Павел Александрович Флоренский, который даже в условиях Соловецкого лагеря, где он находился с 1934 года, не прекращал научную деятельность. Из его многочисленных писем можно узнать над какими проблемами он тогда работал. В частности, в апреле 1936 года, он написал своему сыну Кириллу, работавшего у академика В.И. Вернадского, интересное письмо, посвященное представлению о пространстве и времени. В нем он не только привел свое видение о неразрывности пространства и времени, но и ввел и обосновал новый термин – “*материя-энергия*”. Практически это письмо – отдельная работа, являющаяся по смыслу продолжением его работы “Мнимости в геометрии” [1], написанная им в 1921 году.

В преддверии 140-летия П.А. Флоренского, которое будет отмечаться 21 января 2022 года, представляет интерес ознакомиться с его воззрениями на этот непростой, с философской и научной точек зрения, вопрос. Здесь следует пояснить, что его сын Кирилл, работая у академика В.И. Вернадского, осуществлял связь между ним и П.А. Флоренским и именно с этой точки зрения следует рассматривать его письма, как переписку П.А. Флоренского с В.И. Вернадским.

Свое письмо [2] он начал так: “1936.IV.3. Соловки. № 55. Дорогой Кирилл, в виду предстоящей тебе работы по значению асимметрических соединений в процессах биосферы, я хотел написать тебе об общем смысле этой работы. . . . Трудность — в обширности этой темы и малых размерах моего письма”. Это заставило Флоренского предельно четко, а в некоторых местах фрагментарно выражать свои мысли в этой работе. “Итак, речь об асимметрии, как факторе природных явлений. Основной вопрос миропонимания — это вопрос о реальности или ирреальности (иллюзорности) пространства и времени. . . .” Здесь он ставит своей целью: “... Доказать реальность пространства-времени, . . .” После этого, приступает к доказательству: “Наиболее веское доказательство реальности пространства-времени лежит в указании на факт существования в природе асимметрии и необратимости. Асимметрия — в пространственном аспекте мира, необратимость — во временном. По нераздельности пространства и времени надо, собственно, и эти моменты, асимметрию и необратимость, объединить одним термином, и лишь в целях дидактических говорить о них порознь. — Что такое асимметрия? — Наличие в природе таких объектов, которые не



могут быть различены между собою никаким отвлеченно указуемым признаком (напр. правая и левая перчатка), т. е. сведением к какому-нибудь инородному понятию, а различаемы лишь в отношении друг к другу или к какому-либо другому случаю асимметрии же; однако асимметрические объекты действительно различны и не могут быть взаимозаменяемы, различие их реально, ... Их различие не субъективно. ... Всякий видит их различие и легко убеждается в его неустранимости. Но никто не может дать ответ на вопрос отвлеченно. Нельзя найти признак, который указывал бы, чего именно не хватает правой перчатке, чтобы она была левою. А что такие объекты подлинно различны, видно из факта их неконгруэнтности, т. е. пространственной несовместимости (в геом. смысле), невозможности вложить одну перчатку в другую". Хотя все элементы совпадения присутствуют, но тождества объектов нет, что приводит к заключению: "Такого различающего признака нет, хотя и есть бесспорный факт различия, не зависящий от нашей субъективности. Отсутствие признака доказывает, что пространство — не понятие; независимость от субъективных ощущений и желаний доказывает, что пространство — не психологический или психофизиологический комплекс. Оно реально...".

Дальше он дискутирует с Э. Кантом, введшим в оборот философский термин трансцендентного понимания, а точнее, невозможность понимания всего, что не основано на опыте: "... но тот же Кант в "Критике чистого разума" попытался уничтожить смысл отмеченного им факта асимметрии и повел объяснение в ложную сторону; чтобы уничтожить реальность пространства он вместе с нею уничтожил и реальность пространственного мира (того, который мы познаем), объяснив ее трансцендентальной иллюзией, т. е. вытекающей с необходимостью из строения разума...". Далее он перешёл ко времени, написав: "Асимметрия во времени есть необратимость. Быть — значит быть во времени; быть во времени — значит быть необратимым, т. е. историчным. А-В не есть В-А. Нельзя сказать, чем именно направление ... от прошлого к будущему отличается от направления обратного, все элементы процесса и порядок их — одни и те же в обоих случаях. И, тем не менее, несмотря на отсутствие различающего признака, эти направления существенно различны, и не зависят от нашего желания видеть процесс идущим навыворот, как в кино с движущейся в обратном направлении фильме. Необратимость процессов во времени обусловлена необратимостью самого времени. Асимметрия и необратимость столь же реальны, как и нерасчленимы на элементарные признаки. Можно лишь описывать одну асимметрию через другую и одну необратимость посредством другой; но мы всегда опираемся при этом на свойства реальности того же порядка. ... таково пространство-время, т. е. реальность." Вот здесь в своих рассуждениях он вводит новый термин, на-

писав далее: “Необратимость времени, как всеобщий факт, проявляется в частности и 2-ым принципом термодинамики или в расширенном смысле, принципом рассеяния материи-энергии (. . . ибо материя характеризуется признаками энергии, а энергия — признаками материи, . . .). . . Она обладает свойственным ей стремлением деконцентрироваться, т. е. понижать свою концентрацию, свое содержание в пространстве с течением времени, как в отношении данной точки пространства, так и в отношении данного направления (в широком смысле — любой линии, любой поверхности), т. е. ослаблять четкость своего расчленения, т. е. переходить из упорядоченного состояния (распределения) в менее упорядоченное. Всякий процесс природы, идущий сам собою, необратим; . . . если говорить о процессе, не изолированном в отвлечении, а на общем фоне природы, т. е. как он существует в действительности. Проходя свое течение от А к В, он не может тем же путем пройти его от В к А. Обратимых процессов НЕТ, они — только в курсах отвлеченных дисциплин, существующих ради дидактических целей. Параллельно с этим расширенным принципом рассеяния энергии-материи, т. е. принципом необратимости, надлежит твердо высказать и соответственный принцип для пространства: симметричных явлений нет, не то, чтобы их случайно не было, а не может быть, по сути дела. Быть во времени — значит быть необратимым. Быть в пространстве — значит быть асимметричным. А т. к. всякая реальность — во времени и в пространстве, то она обязательно и непреложно необратима и несимметрична. Быть во времени-пространстве есть синоним быть необратимым и асимметричным”.

Это свое утверждение он объясняет знакомым еще по его ранней работе методом, которым он, будучи студентом, еще в 1902 году доказывал геометрический смысл мнимых чисел в книге “Мнимости в геометрии”, опубликовав её ровно 100 лет назад в 1921 году. Он пишет: “Это эквивалентные утверждения, поясняющие друг друга, но не определяющие в смысле логики. На языке аналитической геометрии они могут быть еще пояснены третьим утверждением, а именно на основе отнесения данной реальности, “одной и той же” по всем отдельным признакам, либо к правой, либо к левой системе координат — между собою реально различным (они осуществляются какими-либо телами), несмотря на их логическую неразличимость. Тут выступает новый ряд фактов. Что значит “асимметричное тело не тождественно другому, парному, правое—левому”? . . . Это значит, никаким перемещением нельзя их совместить. Аналитически, линейными преобразованиями координат (а это и есть аналитическая схема перемещения) одно тело не м. б. переведено в другое (см. в “Мнимостях”). Если мы обращаемся к плоскости, как к двумерному пространству, то треугольник “равный другому” не м. б. никаким перемещением в плоскости, совмещен с ему равным, и площадь



*одного положительна, а другого отрицательна*”. Это случай поляризованной поверхности, который он рассматривал еще студентом, вводя понятие мнимой поверхности, но дальше рассматривает и симметричный случай: “*Иначе говоря, один контур ограничивает некоторую часть плоскости. Не выходя из плоскости, нельзя переменить знак площади. Один контур ограничивает некоторую часть плоскости от всей остальной и указывает на ограничиваемое им содержание, тогда как другой, “такой же”, отграничивает всю плоскость от некоторой ее части и указывает на недостаток содержания в полноте плоскости, т. е. величину дыры. Иначе говоря, контуром плоскость делится на внутреннюю часть и на внешнюю часть. Выйдя же из плоскости в трехмерное пространство, можно совместить треугольники, и положительная площадь покроет, но уже не площадь, а соответственную ей дыру. Подобным же образом из двух симметричных поверхностей одна ограничивает тело и указывает на некоторое содержание, а другая — указывает на изъян, недостаток и, собственно, ограничивает все то, что не есть это тело, или такое же тело. Совместить эти поверхности можно было бы лишь обращаясь к четырехмерному протяжению, и тогда каждая точка тела легла бы на соответствующий ей точечный изъян. Но нормали к граням будут обращены в противоположные стороны. Внешнее для одной поверхности есть внутреннее для другой, и наоборот. Такой выверт тела в физических условиях существования невозможен, по крайней мере, покуда речь идет об эвклидовом пространстве. Невозможность его опирается на принцип рассеяния материи-энергии. Ведь если рассеяние материи-энергии говорит о деконцентрации, т. е. о выходе из внутреннего во внешнее, то изменение смысла нормалей, превращающее внутреннее во внешнее и внешнее во внутреннее, означало бы процесс концентрации, стекания материи-энергии в определенные места, т. е. указывало бы на обращенность мирового процесса, на историю навыворот. Т. о. принцип деконцентрации необходимо влечет за собою и принцип асимметрии, как, равно, и обратно. Это принципы эквивалентные и составляющие вместе основное начало единой мировой среды — пространства-времени”.*

Так через хорошо известные и наблюдаемые физические явления Флоренский доказывает наличие и необходимость асимметрии, далее продолжая систему доказательств переходит ко времени. “*Формально, для выворачивания тела требуется изменение смысла 4-й координаты пространства-времени, а именно времени. Для этого тело должно было бы иметь скорость, превосходящую скорость света, для чего, при своем возрастании, скорость тела должна была бы пройти через значение  $V = C$ , а для этого требуется бесконечно большая сила и бесконечно большая работа. Но какой же смысл, т. е. реальный (а не формальный), физический может иметь утверждение, что отрицательная площадь или отрицательный объем есть недостаток, изъян?*

Лишь тогда, когда указано, в чем конкретном это есть недостаток, можно говорить и о физич. смысле асимметричного тела (или плоской фигуры). То, в чем имеется изъян, должно быть указано конкретно, ибо лишено смысла указание, что тебе чего-то не хватает, если ты не знаешь, что есть то, чему чего-то не хватает. . . . . Не может не хватать “вообще”. Между тем, плоскость, пространство эвклидовское мыслятся как пределы расширения чего-то конкретного, и, как пределы, не имеют определенного физическ. содержания. Поэтому “внутри” и “вне”, как полагаемые асимметрией, неизбежно влекут за собою требование определенности содержания как того, так и другого, если говорить физически, а не формально. Иначе говоря, физическое пространство-время не может не мыслиться хотя м. б. и чрезвычайно большим, но, тем не менее, обладающим каким-то определенным содержанием. А это ведет к утверждению кривизны пространства-времени.

*На более узком случае поверхности, как двумерного пространства, или трехмерного пространства-времени, . . . . Физически немислима плоскость, как граница между телом (внутри) и другими телами (вне): то, что мы называем плоскостью, есть лишь грань замкнутой поверхности, многогранника, или весьма большой замкнутой криволинейной поверхности, ибо плоскостью тело не определяется, а если бы определялось, то утратился бы смысл слов “внутри” и “вне”. Замкнутой же м. б. лишь поверхность кривая или состоящая из граней. Она обладает среднюю кривизною обязательно отличною от нуля, и таковы все поверхности физического смысла. Подобно этому и пространство м. б. в физическ. смысле лишь кривым, т. е. со среднюю кривизною не нулевою, и если этого не было бы, то потерял бы смысл принцип рассеяния”.*

Доказав, что любое реальное пространство принципиально обладает кривизной, переходит к получающимся из этого выводам: “*В отношении плоскости различие смысла направления нормалей на обеих ее сторонах условно, ибо качественно они не различимы; если мы их различаем, то только потому, что мыслим плоскость как предельный случай кривой поверхности. Но у кривой поверхности различение сторон не условно, а лежит в природе самой поверхности. “Вне” и “внутри” в этом случае вполне определено и не зависит от нашего произвола, будучи обусловлено знаком средней кривизны на той и на другой стороне поверхности. А если так, то тогда понятно, что кривизна поверхности есть физический фактор явлений. Выразусь как будто сравнением, но на самом деле по существу: существует потенциал формы, ибо форма создает силовое поле, определяющее ход явлений. Форма есть фактор, кривизна формы-поверхности есть потенциал поля этого фактора там, где он достигает наибольшего значения”.*

Это важный для практики вывод, показывающий на необходимость учета кривизны поверхности реальных объектов, участвующих в элек-



трических, химических и других взаимодействиях и далее разъясняет это: *“Отсюда вытекает необходимость изучения структур природных и искус(ственных) образований, как определяющих характер и ход явлений. . . . Моя мысль совершенно определенная: структура материи, как ее временно-пространственная форма, т. е. форма в движении и изменении, характеризует собою свойства данного материального образования и есть причина разворачивающихся явлений. Все процессы происходят на поверхности, на границе между ВНУТРИ и ВНЕ, но эта граница гораздо сложнее, чем кажется при невнимательном рассмотрении. . . . Далее продолжает: *“... о кривизне. Поскольку пространство не существует без времени, постольку же кривизна поверхности не есть абстрактная кривизна геометрии, а кривизна по всем координатам, т. е. и по времени. Ход явлений на поверхностях разной кривизны различен. Это очевидно на основании общих положений. . . . Это доказывается точным опытом. Как рядом исследований вообще, так и моим. . . . Мною в частности доказано это для скорости химических реакций и для электрохимического потенциала. . . . для указанных явлений установлены экспериментально соответствующие функциональные зависимости от кривизны. . . . можно вывести эту зависимость в общем виде, исходя из принципа тождества законов природы, в каком бы пространстве мы ни жили”*.*

Вот такое глубокое, научное, аналитическое и философское письмо, рассматривающее с единых позиций пространственно-временные зависимости материального мира, было написано Флоренским. Еще через полгода в октябре 1936г. он напишет об этом: *Принципиально же: скорость  $d(\text{олжна})$  измениться так, чтобы компенсировать изменение кривизны во времени (“скорости времени”),. . . . М. б. это тебе не будет понятно, но все же сохрани в памяти, когда-либо поймешь это мое принципиально важное соображение”*.

В этом же письме он, о предложении В.И. Вернадского заменить термин “асимметрия” на “диссимметрия”, пишет: *“.. Термин асимметрия не вполне точен, я согласен в этом с В. И., но диссимметрия мне не нравится, как слово, составленное из латинского и греческого. Лично для себя я иногда применяю термин *ingruentia*, *ингруэнтность*. . . .”* Это показывает, что вопрос о пространстве и времени обсуждался им с В.И. Вернадским.

## Литература

- [1] Флоренский П.А. “Мнимости в геометрии” М. “Лазурь” 1991г.
- [2] Дмитриев В.Г., “Восхождение “. . . к низинам””. М. Буки-Веди. 2015г. С. 220 -229.

## МАТЕМАТИКА: ОТ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ К ТЕОРИИ КАТЕГОРИЙ

С.Я. Серовайский

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан*  
serovajskys@mail.ru

Развитие математики тысячелетиями шло в сторону унификации знаний и поиска первооснов. Собственно, это было предопределено самим духом математики. Действительно, любое математическое утверждение должно быть строго доказано. Доказательство же представляет собой некоторую стройную логическую цепочку утверждений, каждое из которых должно опираться на утверждения, уже обоснованные ранее. Этот принцип использовался повсеместно, по крайней мере, начиная с работ первых древнегреческих математиков – Фалеса и Пифагора.

При этом неминуемо возникает вопрос – а что находится в самом начале? Понятно, что самые первые положения никак не могут быть логически доказаны, поскольку им ничего не предшествует. Следовательно, они просто принимаются на веру, исходя из опыта и интуиции исследователя. Аксиоматический подход, присутствующий в работах Гиппократы и Евдокса, в достаточно совершенной форме был изложен Евклидом.

Однако, хотя “Начала” Евклида включали в себя отдельные положения арифметики и даже алгебры, предметом рассмотрения здесь была все-таки геометрия. Будучи одной из важнейших математических дисциплин, всю математику она далеко не исчерпывала. А поскольку у ведущих математиков не возникало сомнений, что арифметика и геометрия являются частями чего-то единого целого, напрашивалась мысль о том, что основания математики находятся где-то глубже.

На пути поиска первооснов математики чрезвычайно важную роль сыграло введение специальной символики для описания математических объектов. В зачаточной форме оно присутствовало уже в работах Евклида и Диофанта. Но систематически символику стал применять Виет, с которого, возможно, и начинается математика нового времени. Значительные усовершенствования в язык математики внес Декарт, которому вместе с Ферма к тому же удалось связать геометрию с другими разделами математики. Разработка основ аналитической геометрии в немалой степени предопределила бурное развитие практически всех математических направлений со второй половины 17 века по начала 19 века. А после работ Больцано и в еще большей степени Кантора в математику прочно вошла теория множеств.

За несколько десятилетий на теоретико-множественную основу были поставлены практически все ведущие направления математики – арифметика,



алгебра, геометрия, анализ, топология. . . Кризис оснований математики начался 20 века, связанный с особенностями важнейших теоретико-множественных понятий, был достаточно болезненным. Однако он был в значительной степени преодолён по ходу разработки аксиоматической теории множеств. Теория множеств получила всеобщее признание в качестве основания всей математики и прочно вошла в учебники. Математика достигла пика своего развития.

А потом как-то незаметно подступило ощущение, что математика фактически застыла в своем развитии. Да, бурно развивались направления прикладной математики, в немалой степени стимулируемые развитием компьютерных технологий. Но они практически не затрагивали ее фундаментальные направления. За последние полвека бывали и чрезвычайно яркие события – решение проблемы четырех красок, классификация простых конечных групп, доказательство теоремы Ферма, обоснование гипотезы Пуанкаре. Однако они производят впечатление отдельных изолированных результатов, отличающихся фантастической сложностью и крайней громоздкостью. Вследствие этого они оказались доступными лишь крайне ограниченной группе узких специалистов, не затрагивая интересы абсолютного большинства работающих математиков. Основания математики они определенно не поколебали. Складывалось впечатление, что после, по крайней мере, двух с половиной тысячелетий бурного развития математика достигла какого-то предела. . .

Но что-то назревало. . . В 1961 году выдающийся французский математик Жан Дьёдонне, один из основоположников группы Бурбаки, заявил: “*Возможно, сейчас математика стоит на пороге второй революции. . . , оценить область применения и все последствия которой еще рано*”. Под первой революцией явно понималась теория множеств. А что же могло быть такого, сравнимого с ней? На пороге чего, возможно, стоит математика? Что же это за загадочное Нечто, область применения и последствия которого еще даже невозможно оценить?

У Бурбаки мы встречаем такое “определение” множества: “*Множество состоит из элементов, имеющих некоторые свойства и находящихся в каких-то отношениях между собой или с элементами других множеств*”. Итак, при описании множества самое важное – это его внутренняя структура, то, что оно из чего-то состоит. Именно наличие каких-то индивидуальных свойств у элементов множества, а также связи между элементами предопределило повсеместное применение теоретико-множественного аппарата. Однако в середине 20 века появился иной подход, в определенной степени альтернативный теоретико-множественному.

В первой половине двадцатого века среди всех математических дисциплин наиболее бурно развивались алгебра и топология. Алгебраические и топологические объекты существенно различаются по своим свойствам. Алгебра обычно оперирует с дискретными и конечными структурами, в то вре-

мя как для топологии в большей степени важны свойства непрерывности и бесконечности. На стыке столь разных направлений зародилась алгебраическая топология, в которой топологические свойства объектов устанавливаются средствами алгебраического аппарата. Работая над конкретными проблемами алгебраической топологии, Самюэль Эйленберг и Сондерс Маклейн, ввели понятие категории. Достаточно быстро выяснилось, что теория категорий предоставляет возможность единообразно описывать важнейшие понятия различных математических теорий. Далее, один из крупнейших математиков 20 века, активный участник группы Бурбаки и ученик Дьёдонне Александр Гротендик, исходя из потребностей алгебраической геометрии, ввел понятие топоса, являющегося теоретико-категорным аналогом понятия множества. А потом Уильям Ловер установил, что средствами теории топосов может быть описана математическая логика. Но это уже означает, что основания математики могут быть представлены не на теоретико-множественной, а на теоретико-категорной основе.

В чем же состоит разница между теоретико-множественным и теоретико-категорным подходами? Как уже отмечалось, теория множеств исходит из внутренней структуры объекта, сводя свойства множества к характеристике его элементов. В теории категорий важна не внутренняя структура объекта, а его связи с другими объектами аналогичной природы. Каждая конкретная категория состоит из набора в некотором смысле однотипных объектов, а также морфизмов, характеризующих связи между объектами этой категории и сохраняющих ее определяющую структуру. Так, категория упорядоченных множеств состоит из всевозможных упорядоченных множеств и связывающих их монотонных операторов – преобразований, сохраняющих порядок. Категория векторных пространств определяется векторными пространствами и действующими на них линейными операторами – преобразованиями, сохраняющими алгебраические операции. Категория топологических пространств оперирует с топологическими пространствами – множествами, в которых имеет смысл понятие близости элементов, и непрерывными операторами – преобразованиями, сохраняющими свойства близости. Ключевым здесь является понятия изоморфизма – взаимно однозначного отображения, сохраняющего определяющую структуру объекта как в прямом, так и в обратном направлении. В рамках конкретной теории (упорядоченных множеств, векторных пространств, топологических пространств и др.) могут быть установлены те и только те свойства объектов данной категории, которые сохраняются при соответствующих изоморфизмах. Тем самым свойства исследуемого объекта устанавливаются не в процессе анализа составляющих его элементов, а путем установления его изоморфизма с некоторыми более простыми модельными объектами, свойства которых уже установлены.

С помощью теории категорий устанавливается также единство многих



конструкций, встречающихся в разных разделах математики. В частности, подмножества, подгруппы, подпространства той или иной природы являются подобъектами объектов соответствующей категории. Произведения обычных множеств, групп, колец или метрических пространств являются частным случаем произведения объектов различных категорий. Пользуясь общим определением фактор-объекта и конкретизируя категорию, мы приходим к понятиям фактор-множества, фактор-группы, фактор-топологии. Тем самым успешно реализуется унифицирующий принцип – сведение многого к одному.

Теоретико-категорный подход оказывается весьма результативным в значительной степени потому, что он позволяет обеспечить связь между различными категориями. Ключевым здесь является понятие функтора, переводящего объекты и морфизмы одной категории в объекты и морфизмы другой категории. Тем самым устанавливаются взаимодействия между различными математическими теориями, позволяющие использовать аппарат одной теории для развития другой теории. Собственно, в этом ключе и работает алгебраическая топология, в рамках которой зародилась теория категорий. В частности, любому топологическому пространству здесь сопоставляется некоторая группа гомологий, а каждому непрерывному оператору, связывающему два топологических пространства, сопоставляется гомоморфизм соответствующих групп гомологий. В результате с помощью достаточно хорошо разработанного алгебраического аппарата было решено значительное количество глубоких топологических проблем, не поддающихся анализу иными средствами.

Теория категорий позволяет переосмыслить многие математические понятия, позволив дать полное описание многих математических объектов без обращения к их внутренней структуре, к свойствам составляющих их элементов. В частности, под предпорядоченным множеством, лежащем в основе исследования свойств упорядочения, можно понимать категорию, любые два объекта которой связаны не более, чем одним морфизмом. Чрезвычайно важное алгебраическое понятие моноида в новой интерпретации превращается в категорию, состоящую из единственного объекта, а глубочайшее понятие группы – в категорию, состоящую из единственного объекта, в которой все морфизмы являются изоморфизмами. Теоретико-категорное понятие сайта в некотором смысле обобщает понятие топологии, а топос оказывается теоретико-категорным аналогом понятия множества.

С теоретико-категорным подходом напрямую связана концепция “чёрного ящика”, широко применяемая в кибернетике и ее приложениях. Она используется для анализа систем, внутреннее устройство и принцип действия которых остается неизвестным. При этом о свойствах рассматриваемой системы можно судить по ее отклику на то или иное внешнее воздействие. Входя-

щие сигналы здесь соответствуют морфизмам с концом в данном объекте, а выходящие сигналы – морфизмам с началом в данном объекте.

В некотором смысле соотношение между теоретико-множественным и теоретико-категорным подходами аналогично соотношению между классическим и обобщенным решениями задач математической физики. В частности, классическое решение представляет собой достаточно гладкую функцию, удовлетворяющую в каждой отдельной точке соответствующему уравнению и имеющимся краевым условиям. Обобщенное же решение предполагает выполнение единственного интегрального равенства, охватывающего всю рассматриваемую область сразу. Характерно, что в данное равенство входит некоторая функция, не имеющая прямого отношения к рассматриваемой задаче и являющаяся произвольной. Ее можно интерпретировать внешнее воздействие на систему, а соответствующие ей значения самих интегралов – как отклик системы на это внешнее воздействие.

Хотя со времени цитированного выше утверждения Дьёдонне прошло уже шестьдесят лет, мы по-прежнему еще не можем в полной степени оценить все последствия возникновения теории категорий, а также возможные направления ее применения. Но уже сейчас ясно, что она не только вносит свежую струю в развитие математики, но и выходит далеко за ее пределы. Во многих направлениях физики теоретико-категорный подход представляется более естественным, чем теоретико-множественный: там, где наибольший интерес представляет не внутренняя структура объекта, а его реакция на воздействие извне. Глубокие приложения теории категорий просматриваются и в информатике. В частности, она играет фундаментальную роль в функциональном языке Haskell. Насколько же серьезные изменения произойдут в математике под влиянием теории категорий, покажет время.



## ПРИНЦИП МАХА В ТЕОРИИ ЧИСЕЛ

О.Г. Лисин

Двух пространственных измерений, по-видимому, недостаточно, чтобы обеспечить возможность зарождения таких сложных существ, как мы

С. Хокинг

Хотя принцип Маха исходно относится к физической вселенной, допускается его обобщение по теоретико-числовой аналогии. В его геометрической интерпретации на целочисленной решетке с наблюдателем вскрывается внутренняя структура натуральных чисел вплоть до их канонического разложения на простые сомножители.

Построение натурального ряда строго определяется аксиоматикой Пеано, позволяя перенумеровать все числа от первого до последнего. Но упорядочение многомерных чисел: рациональных, комплексных, кватернионов и т.д., как счетных множеств, зависит от способа, по которому все их множество предварительно разбивается на отдельные подмножества, которые, в свою очередь, и состоят из отдельных чисел. Например, счет несократимых рациональных дробей на целочисленной решетке с наблюдателем осуществляется при круговом обзоре аналогично сканированию звездного неба по узлам решетки с взаимно простыми координатами. Часть решетки из видимых узлов, или примитивов, группируется по лучам зрения в радиальном направлении с индивидуальным параметром в виде азимутального угла. Вся решетка представляется как объединение цепочек, т.е. одномерных объектов, состоящих только из вершины, если она отстоит от наблюдателя в направлении луча дальше, чем от границы решетки; в противном же случае в цепочку добавляются скрытые узлы, отстоящие от наблюдателя на расстоянии в кратное число раз дальше, чем вершина. Распределение всех узлов на решетке описывается двузначной индикаторной функцией примитивов  $I(r)$ :

$$\begin{aligned} I(r) &= 1, \text{ если НОД } (x, y) = 1 \text{ (примитив),} \\ I(r) &= 0, \text{ если НОД } (x, y) > 1 \text{ (скрытый узел).} \end{aligned} \quad (1)$$

Иногда в задачниках по теории чисел эту функцию определяют в рамках модели леса деревьев, “правильно посаженных и наблюдаемых из центра”, как часть дискретного распределения, связанная, к примеру, с видимым лесом (или скрытым как дополнение до всей решетки). Ее структуру можно представить как результат следующих действий. Берут линейку, равномерно размеченную натуральным рядом чисел, и приставляют к ней такую же под

прямым углом так, чтобы образовался квадрант координатной плоскости с решеткой точек-узлов. Если смотреть на него “с угла”, то в рамках геометрической оптики по закону центрального проектирования увидят всю структуру решетки (точнее, ее четверти), которая состоит из видимых точек. А чтобы согласно поговорке “увидеть за деревьями скрытый лес”, нужно подняться из плоскости, предварительно удалив все примитивы. Но ограничение натуральными числами в модели леса представляется довольно искусственным, и проще распространить ее на всю плоскость с положительными и отрицательными координатами точек, выполнив зеркальные отражения начального квадранта вокруг обеих координатных осей.

Формируемые при круговом обзоре плоскости узоры из видимых и скрытых узлов выглядят весьма запутанными, и обычно они как геометрический объект игнорируются. И в то же время они могли бы быть наглядной интерпретацией многих положений теории делимости чисел. Так, в учебнике [1], стр. 46, выписана приведенная система вычетов по модулю 42:

$$1, 5, 11, 13, 17, 19, 23, 25, 29, 31, 37, 41. \quad (2)$$

Вычеты связаны со своим модулем тем же соотношением взаимной простоты, что и обе координаты видимых деревьев. Поэтому та же самая последовательность (2) из 12 чисел обнаруживается в первом квадранте леса на рис. 1, если на его вертикальной внешней стороне с абсциссой 42 найти все 12 видимых узлов и определить их ординаты. Или если на его горизонтальной стороне с ординатой 42 определить абсциссы примитивов (здесь скрытые узлы обозначены на рисунке заливкой, а примитивы пустые, наблюдатель в нижнем левом углу отмечен кружком, риски на координатных осях нанесены с интервалом 10 единиц).

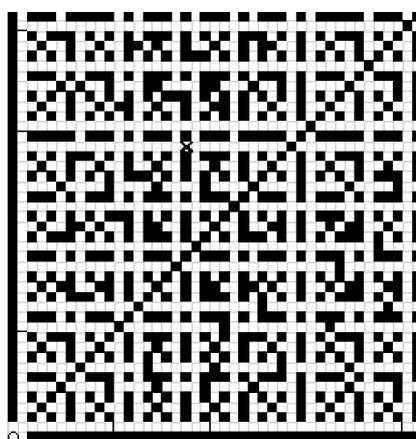


Рис. 1:

В соответствии с симметрией квадрата очевидна симметрия индикатора  $I(\mathbf{r})$ , как и функции НОД  $(x, y)$ , относительно зеркального отражения вокруг



координатных осей и биссектрисы квадрантов:

$$I(x, y) = I(\pm x, \pm y) = I(y, x). \quad (3)$$

Это означает, что распределение индикатора обладает 8-кратной избыточностью, допуская изучать всю его структуру в пределах полуквадранта, или сектора с угловой шириной  $\pi/4$  радиан. В первом квадранте два таких сектора  $x > y$  и  $y > x$  содержат примитивы, взаимно однозначно сопоставимые соответственно или с правильными несократимыми рациональными дробями  $y/x$ , или с неправильными дробями, обратными первым. Аналогично и в других квадрантах.

Если все правильные дроби между 0 и 1 со знаменателем, не превышающим  $m$ , расположить в порядке возрастания, получим ряд Фарея  $F_m$ . Известно выражение для определения текущего члена  $m''/n''$  ряда Фарея  $F_N$  по двум его предыдущим членам  $m/n$  и  $m'/n'$  (см. [2], стр. 176):

$$\frac{m''}{n''} = \frac{[(n + N)/n'] * m' - m}{[(n + N)/n'] * n' - n} \quad (4)$$

Отсюда легко получить для пронумерованных примитивов  $r_i(x_i, y_i)$  на полуквадранте  $0 \leq y < x \leq N$  рекуррентную формулу в векторном виде:

$$[h]r_{i+2} = \left[ \frac{N + x_i}{x_{i+1}} \right] * r_{i+1} - r_i \quad (5)$$

К этой рекуррентности нужно добавить два начальных вектора, например,  $r_0 = (1, 0)$  и  $r_1 = (N, 1)$ . Эта формула определяет в качестве траектории обзора ломаную линию, последовательно соединяющую все примитивы полуквадранта. Если же начальные векторы определить как  $r_0 = (1, -1)$  и  $r_1 = (N, 1 - N)$ , сектор обзора удвоится до  $\pm 45^\circ$ , как и длина ряда Фарея, дополненного отрицательными дробями. Но можно так удлинить траекторию обзора, чтобы она при полном обзоре в  $2\pi$  радиан проходила через все примитивы, ограниченные квадратной внешней границей. Для этого в предыдущей формуле при каждом переходе через биссектрису нужно изменять направление орта:

$$[h]r_k = \left[ \frac{N + \max(|x_{k-2}|, |y_{k-2}|)}{\max(|x_{k-1}|, |y_{k-1}|)} \right] * r_{k-1} - r_{k-2}. \quad (6)$$

При радиальном переходе  $N-1 \rightarrow N$  в каждом полуквадранте, в чем и заключается эволюция индикатора  $I(x, y)$ , происходит удлинение ряда Фарея на величину функции Эйлера  $\varphi(N)$ . Она равна числу новых несократимых дробей, к которому приводит увеличение знаменателя на 1, или числу новых примитивов на каждом из 8 полуквадрантов решетки. Начало эволюции

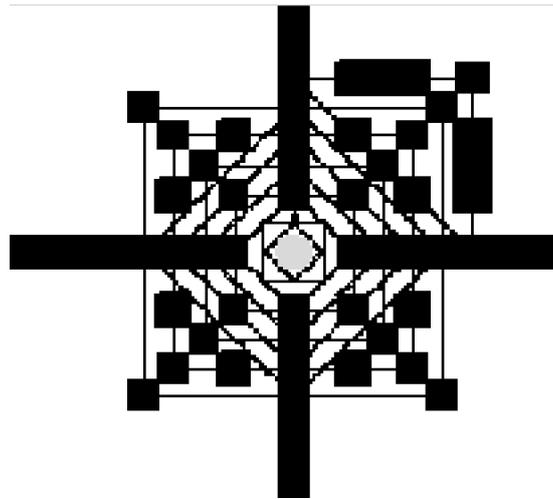


Рис. 2: Индуктивное построение распределения видимых узлов на решетке

$I(x, y)$  для расширенного ряда  $F_5$  полностью и для  $F_6$  частично проиллюстрировано на рис. 2.

Примитивы решетки группируются не только в однородные цепочки, неравномерно отстоящие друг от друга, см. выше. Внешне противоположный способ, приводящий к тому же результату в виде  $I(\mathbf{r})$ , заключается в группировке погеометрическому месту точек-примитивов, составляющих одномерные подмножества замкнутых оболочек вокруг наблюдателя с однозначным законом модуляции по радиусу при круговом обзоре каждой оболочки в отдельности. Например, к ним относятся эквидистантные оболочки в виде квадратов с центром в начале координат и с вершинами или на координатных осях (вписанные квадраты), или на биссектрисах координатных углов (описанные квадраты). Вдоль конкретной оболочки узлы распределены равномерно с интервалом, определяемым размером ячеек. Их расстояние до наблюдателя задается в обобщенной, неевклидовой, метрике. Именно, пусть для замкнутых оболочек в виде вписанного квадрата порядка  $m$  “расстояние”, или удаленность, для каждого узла квадрата  $r(x, y)$  задается выражением

$$\rho(r) \equiv m = |x| + |y|, \quad (7)$$

и его вершины расположены на координатных осях, а для описанного квадрата –

$$\sigma(r) \equiv m = \max(|x|, |y|) \quad (8)$$

с вершинами на биссектрисах, и здесь  $m$  есть любое натуральное число. Анализ показывает, что каждая пара вписанного и описанного квадрата имеет одну и ту же структуру узлов из примитивов и скрытых узлов. Распределение индикатора  $I(\mathbf{r})$  из (1) универсально в том смысле, что не может зависеть от способа упорядочения (4), (5) или по цепочкам. Хотя по числу узлов квадраты различаются вдвое, а по длине сторон в евклидовой метрике – в  $\sqrt{2}$



раз. В результате все множество узлов  $\mathbf{r}$  представляется как объединение подмножеств квадратов (4) или (5) от  $m = 1$  до максимального.

Итак, если модель цепочек заключается в разложении решетки на неравномерно расположенные подмножества, элементы которых имеют однородную структуру (вершина и узлы за ней с одним и тем же интервалом), то разложение по квадратам (4) или (5) обратно в том смысле, что оболочки распределены однородно, но структура узлов в каждой из них псевдохаотична. Во втором случае решетка с наблюдателем представляется как объединение множества оболочек, каждая из которых, в свою очередь, есть объединение ортов по мультипликативному базису простых чисел в их бесконечномерном пространстве.

Известно, что распределение правильных дробей в ряде Фарея симметрично относительно средней точки  $\frac{1}{2}$ . Отсюда следует, что индикатор  $I(\mathbf{r})$  обладает т.н. медианной симметрией в каждом полуквадранте, что приводит уже к 16-кратной избыточности. Поэтому распределение примитивов по сторонам квадратов однозначно определяется четвертьквадрантом. Вместо системы вычетов (2) достаточно ограничиться ее половиной:

$$1, 5, 11, 13, 17, 19, \quad (9)$$

а продолжение оказывается симметричным относительно узла с координатой  $42/2 = 21$ . Во всех 16 четвертьквадрантах примитивы распределены вдоль оболочки  $m = 42$  так же, как в (6). Предлагаемая нумерация по другому индексу узлов  $m$  позволяет индуктивно проследить эволюцию  $I(\mathbf{r})$  с удалением от наблюдателя на один шаг.

На рис. 2 наблюдатель в центре обозначен полутонкой заливкой, первые 5 описанных квадратов – тонкими линиями, вписанных – пунктиром, скрытые узлы – черной заливкой. За единичный элемент принимается первичная клетка из 4 примитивов на координатных осях, представляющая собой минимальный вписанный квадрат. Для него  $\rho(\mathbf{r}) = 1$ . Ему соответствует описанный квадрат  $\sigma(\mathbf{r}) = 1$ , состоящий из 8 примитивов. Все узлы, расположенные на осях и биссектрисах за ними, относятся к скрытым в сторону от наблюдателя. Далее согласно смене метрики необходимо определить переход к следующему элементу. Пусть он заключается в следующих шагах.

1. Выделить на координатных осях 4 примитива  $(\pm 1, 0)$  и  $(0, \pm 1)$ , ближайшие к наблюдателю. Это исходный элемент, условная “единица”.
2. Все расположенные за ними узлы отнести к скрытым.
3. Стороны вписанного квадрата  $\rho(\mathbf{r}) = 1$  с вершинами из п. 1 проектировать на вертикальные и горизонтальные стороны описанного квадрата с тем же удалением  $\sigma(\mathbf{r}) = 1$ .

4. Выделить на координатных осях 4 скрытые узла с удалением  $\rho(\mathbf{r}) + 1$ , примыкающие снаружи к описанному квадрату из предыдущего пункта.
5. Стороны вписанного квадрата  $\rho(\mathbf{r}) + 1$  с вершинами из предыдущего пункта проектировать на вертикальные и горизонтальные стороны описанного квадрата с тем же удалением  $\sigma(\mathbf{r}) + 1$ .
6. Повторять п.п. 4, 5.

Построение на решетке функции  $I(\mathbf{r})$  или распределения взаимно простых чисел, позволяет графически решить две важнейшие задачи теории чисел. Первая из них – составление последовательности простых чисел. Известное решение с помощью вычислительного алгоритма решета Эратосфена почти буквально (за исключением размерности) переносится на поиск по  $I(\mathbf{r})$ , если вместо отсева чисел на линейке натурального ряда применить на плоскости отсев из исходной сплошной решетки тех узлов, которые относятся к подрешеткам простых чисел. Первая подрешетка отсеивает узлы с четными координатами, кроме остающегося узла  $\mathbf{r}(2, 2)$ . В результате полного отсева получают готовое распределение  $I(\mathbf{r})$ . Далее используется необходимый и достаточный признак простоты числа: оно по определению не может иметь общих делителей ни с каким меньшим натуральным числом, кроме единицы. На решетке в таких сечениях полуквadrанта между координатной осью и биссектрисой все узлы имеют взаимно простую с числом переменную координату, и поэтому эти узлы суть примитивы. И наоборот, наличие в сечении между биссектрисой и координатной осью скрытых узлов означает, что фиксированная координата есть составное число. Важно, что по такому признаку последовательность простых чисел воспроизводится полностью вплоть до границы решета, в отличие, например, от другого графического способа с использованием спиральной скатерти Улама. Хотя данный способ не может конкурировать в составлении архива простых чисел с вычислительными методами, он, выполняя “программу-максимум”, более предпочтителен по сравнению с поиском формулы для простых чисел [3].

Другой внешний признак, отличный от периодичности по лучу зрения, – это равномерность распределения скрытых узлов по всему сечению квадранта. Он означает, что фиксированная координата есть простое число или его степень. Но главное заключается в том, что неравномерное распределение в сечениях выявляет в закодированном виде внутреннюю структуру чисел, когда они представлены в виде канонического разложения на простые сомножители. Раскодировка осуществляется на примере рис. 2 следующим образом. Выбирают сечение, фиксированная координата которого равна заданному числу, и на нем находят скрытый узел, ближайший к координатной оси. Его расстояние от оси  $p_1$  совпадает с первым множителем разложения. В общем случае луч зрения на этот узел пройдет через несколько других



скрытых узлов, ближе расположенных к наблюдателю. По числу таких узлов определяется степенной показатель для сомножителя  $p_1$ , а самый близкий из них задает новое сечение, по которому вновь выполняется процедура для следующего сомножителя  $p_2$ . Если таких узлов нет, переходят сразу к узлу первого сечения, следующему по близости к оси. И так далее. Это приводит к геометрической факторизации любого члена натурального ряда.

В первом квадранте рис. 2 показано также начальное построение равноудаленных квадратов для  $m = 6$ . Лучи зрения к 2 новым примитивам на каждой стороне вписанного квадрата и на каждой половине стороны описанного квадрата не перекрываются узлами на всех предыдущих уровнях. Новые лучи зрения должны проходить между всеми предыдущими, и в этом смысле вся вселенная чисел определяет ее новые элементы. В этом заключается основное правило эволюции: если при построении каждого нового элемента важно лишь количественное его значение, достаточно ограничиться натуральным рядом с его близкодействием. Многомерные же числа содержат полную информацию о внутренней структуре членов натурального ряда и поэтому определяются не только предыдущим элементом (оболочкой), но всей их предыдущей совокупностью. Это и есть принцип Маха в теоретико-числовом приложении. С его помощью наглядно проявляется обязательность дальнего действия.

Вытекающая из самого построения определяющая роль наблюдателя вполне сопоставима с квантово-механическим принципом априорного детерминизма, согласно которому физическая величина принимает определенное значение только после выполнения ее измерения. Внутренняя структура чисел объективно определяется выбором начала отсчета, и вся их кажущаяся хаотичность строго детерминирована.

Наращивание и отсеивание элементов представляют собой конструктивно как бы два противоположных способа изучения структуры решетки. Важное отличие между ними заключается в необходимости для отсеивания априорно задавать конечный размер решетки, а это мешает анализу эффекта наращивания, или эволюции. При этом внутренняя структура чисел выявляется как бы из самой себя, начиная от первичной клетки из 4 примитивов и вплоть до псевдохаотической Флатландии любого размера.

Резюмируя, можно повторить: при счете важно близкодействие, при анализе структуры – дальнее действие.

## Литература

- [1] Виноградов И.М. Основы теории чисел. М.: “Наука”, 1981.
- [2] Грэхем Р., Кнут Д., Паташник О. Конкретная математика. Основания информатики. М.: Мир, 1998.
- [3] Матиясевич Ю.В. Формулы для простых чисел // Квант. 1975, №5, С.5–13.

*Научное издание*

ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ  
ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ

Издание подготовлено в авторской редакции