

*На правах рукописи*

**Бабенко Инна Анатольевна**

**СОПОСТАВЛЕНИЕ ОСНОВАНИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ И  
РЕЛЯЦИОННОЙ ПАРАДИГМ**

Специальность 01.04.02 - Теоретическая физика

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук

**Москва 2021**

Работа выполнена в Учебно-научном институте гравитации и космологии  
Федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН)

**Научный руководитель** – **Владимиров Юрий Сергеевич**,  
доктор физико-математических наук,  
профессор

**Официальные оппоненты** – **Аристов Владимир Владимирович**,  
доктор физико-математических наук,  
профессор, заведующий сектором  
кинетической теории газов Вычислительного  
центра РАН.

**Кречет Владимир Георгиевич**,  
доктор физико-математических наук,  
профессор, работает в должности профессора  
на кафедре физики ФГБОУ ВПО  
Московского государственного  
технологического университета  
“СТАНКИН”.

**Круглый Алексей Львович**,  
кандидат физико-математических наук,  
сотрудник отдела прикладной математики и  
информатики ФГУ ФНЦ Научно-  
исследовательского института системных  
исследований РАН.

Защита состоится «1» сентября 2021 г. в 15-30 часов на заседании диссертационного  
совета ПДС 0200.004 при Российском университете дружбы народов по адресу:  
115419, г. Москва, ул. Орджоникидзе, д. 3.

С диссертацией можно ознакомиться в УНИБЦ (Научная библиотека) Российского  
университета дружбы народов по адресу: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.  
6.

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
ПДС 0200.004  
кандидат физико-математических наук

*С.А. Будочкина*

# I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

## Актуальность темы исследования

После произошедших в начале XX века революций в физике (создания специальной теории относительности, открытия общей теории относительности и квантовой механики) стали активно развиваться исследования в рамках двух постепенно сформировавшихся физических (метафизических) парадигм: 1) доминировавшей на протяжении всего XX века теоретико-полевой парадигмы и 2) занявшей достойное место в физике лишь во второй половине XX века геометрической парадигмы. В основе теоретико-полевой парадигмы лежали принципы квантовой теории поля, тогда как в рамках геометрической парадигмы развивались принципы общей теории относительности.

Геометрическая парадигма активно развивалась в 20-е годы XX века после известных подтверждений общей теории относительности, нахождения Фридманом космологических решений уравнений Эйнштейна, открытия обобщений римановой геометрии Г. Вейлем, А. Эддингтоном, Э. Картаном, создания Т. Калуцей 5-мерной модели гравитации и электромагнетизма. В те годы возлагались большие надежды на развитие этих теорий, как в общем мировоззренческом плане, так и в ожидании экспериментальных следствий. Однако в первой половине XX века надежды на получение новых экспериментальных результатов в рамках геометрической парадигмы не оправдались.

Иначе обстояло дело в параллельно сформировавшейся тогда теоретико-полевой парадигме. На ее принципах было получено множество значимых результатов прикладного характера. Это привело к тому, что в 30-х – 50-х годах интерес к исследованиям в рамках общей теории относительности и ее обобщений утих, и главные исследования проводились в рамках теоретико-полевой парадигмы. На основе ее принципов развивались радиофизика, квантовая теория поля, теория элементарных частиц, ядерная физика.

Интерес к теории гравитации и вообще к геометрической парадигме стал возрождаться только к началу 60-х годов, когда после достигнутых успехов в 40-е – 50-е годы на основе квантовой теории поля и специальной теории относительности (особенно в ядерной физике) возникли надежды на дальнейший технический прогресс на основе учета закономерностей также общей теории относительности. В 1957 году в США была проведена первая международная гравитационная конференция, в 1959 году во Франции была проведена вторая международная конференция, был создан международный гравитационный комитет для координации исследований в области общей теории относительности и гравитации. С тех пор стали регулярно раз в три года проводиться Международные гравитационные конференции.

Вслед за этим исследования в этой области стали активно поддерживаться властями и в нашей стране. В 1961 году в Москве на базе МГУ имени М.В.

Ломоносова была проведена 1-я Советская гравитационная конференция, при научно-техническом совете Минвуза СССР была создана секция гравитации для координации гравитационных исследований в нашей стране, а в 1989 году было создано сначала Всесоюзное, а затем Российское гравитационное общество, регулярно созывающее конференции и совещания по данной проблеме в нашей стране.

В итоге оказалось так, что в течение всего XX века (и до настоящего времени) фундаментальная теоретическая физика развивалась в двух параллельных направлениях (парадигмах), опиравшихся на различные принципы и разный математический аппарат. Многим было очевидно, что долго это продолжаться не может. Предпринимались многочисленные попытки объединения принципов этих двух парадигм. Эта проблема многими воспринимается как проблема квантования гравитации. Многие пытались ее решить в рамках дальнейшего развития принципов этих парадигм, однако это не привело к успеху.

К началу XXI века рядом физиков, все чаще стали высказываться мысли о необходимости поисков иных принципов. Анализ показал, что ряд отличных от ныне общепринятых принципов уже давно высказывался некоторыми известными мыслителями: Г. Лейбницем, Э. Махом и другими. Таковыми являются принципы, составляющие третью, реляционную парадигму, оказавшуюся на обочине мировых исследований в XX веке. Они опираются на три составляющие: 1) на реляционную трактовку природы пространства-времени, 2) на описание физических взаимодействий в рамках концепции дальнего действия и 3) на принцип Маха. Известно, что эти принципы сыграли немаловажную роль в развитии физики в XX веке, в частности, при открытии специальной теории относительности, затем при создании Эйнштейном общей теории относительности, а позже при разработке Фейнманом своеобразной формулировки квантовой механики.

Имеется достаточно оснований полагать, что к настоящему времени созрели условия для возрождения идей реляционной парадигмы. Об этом свидетельствуют высказывания ряда известных зарубежных авторов: Ли Смолина, К. Ровелли, Б. Грина, Р. Пенроуза и других. В нашей стране развивали исследования в реляционном духе Ю.И. Кулаков (его идеи поддерживал академик И.Е. Тамм), Г.Г. Михайличенко, Г.В. Рязанов. В последнее время принципы реляционной парадигмы активно развиваются Ю.С. Владимировым.

Данная диссертация в значительной степени также посвящена анализу и развитию идей реляционной парадигмы, а также сопоставлению их с идеями геометрической парадигмы. Последнее обусловлено тем, что диссертация выполнена в Институте гравитации и космологии РУДН, ныне фактически являющимся одним из ведущих центров гравитационных исследований в нашей стране.

## **Степень разработанности темы исследования**

Данная диссертация, выполненная под руководством профессора Ю.С. Владимирова, продолжает обширный цикл исследований по данной тематике, проведенных в его группе, в частности, А.В. Соловьевым, С.В. Болоховым, Д.А. Терещенко и другими.

Особо следует подчеркнуть, что для развития идей реляционной парадигмы необходим адекватный математический аппарат, которого долгое время не хватало сторонникам этой парадигмы. Основы такого аппарата были заложены в последней трети XX века в работах отечественных авторов Ю.И. Кулакова, Г.Г. Михайличенко и В.Х. Льва. Этот аппарат был создан в двух формах: в виде теории унарных систем отношений (на одном множестве элементов) и в виде теории бинарных систем отношений (на двух множествах элементов). Для описания закономерностей физики микромира аппарат бинарных систем отношений в группе Ю.С. Владимирова был обобщен на случай комплексных отношений. Эти результаты использованы в данной диссертации.

## **Обусловленность выбора темы исследования**

Выбор данной тематики обусловлен тем, что в нашей группе, возглавляемой Ю.С. Владимировым, уже был достигнут некий прогресс в решении ряда проблем. Во-вторых, многие из них, так или иначе, связаны с необходимостью учета выводов общей теории относительности, то есть тематики Института гравитации и космологии, где готовилась эта диссертация.

На основе, разработанной в нашей группе последовательной реляционной теории у нас обсуждается широкий круг проблем фундаментальной физики -- от закономерностей физики микромира (описания свойств элементарных частиц и квантовой физики) до закономерностей космологического масштаба.

## **Цель исследования**

Целью исследования является сопоставление двух подходов к физической реальности: широко известного геометрического и менее известного реляционного, который в последнее время все больше привлекает внимание исследователей, занимающихся проблемами фундаментальной физики. Этот подход основан на идеях, отстаивавшихся в трудах Г. Лейбница, Э. Маха и ряда других мыслителей.

## **Основными задачами исследования являются:**

1. Анализ двух пониманий природы пространства-времени – реляционного и субстанциального.
2. Сопоставление достоинств теорий геометрической и реляционной парадигм.
3. Обсуждение достоинств и недостатков геометрической и реляционной парадигм в рамках физики микромира.

4. Сопоставление описаний физических взаимодействий в рамках двух парадигм (геометрической и реляционной), опирающихся на разные концепции (близкодействия и далекодействия).

5. Обсуждение роли принципа Маха в реляционной парадигме, а также в геометрической парадигме, где этот принцип способствовал созданию общей теории относительности.

6. Сопоставление способа введения масс в многомерных геометрических моделях и в рамках последовательной реляционной теории.

7. Теоретическое обоснование гипотезы Сазерленда–Эйнштейна в двух подходах: геометрическом и реляционном.

**Объект исследования:** Основания реляционной и геометрической физических парадигм и выявление их следствий, важных как в общем мировоззренческом плане, так и для выявлений их экспериментальных следствий.

**Предмет исследования:** Соотношение гравитационного и электромагнитного взаимодействий в рассматриваемых физических парадигмах (картинах мира).

### **Научная новизна исследования**

В работе сделан шаг в направлении выявления возможностей реляционной парадигмы.

Впервые в научной литературе исследована возможность теоретического обоснования гипотезы Сазерленда–Эйнштейна в реляционной и геометрической физических концепций.

### **Теоретическая и практическая значимость исследования**

Теоретическое значение диссертации состоит в выявлении ряда преимуществ теорий реляционной парадигмы по сравнению с теориями более привычной геометрической парадигмы.

В данной диссертации рассмотрен ряд прикладных вопросов, связанных с происхождением магнитных полей астрофизических объектов. Предложены обоснования гипотезы Сазерленда–Эйнштейна, согласно которой магнитные поля массивных астрофизических объектов обусловлены малой разностью зарядов протона и электрона по абсолютной величине. Это сделано в рамках двух вариантов геометрического подхода: 1) в упрощенном варианте 6-мерной теории Калуцы–Клейна и 2) в рамках 5-мерной теории Калуцы со скаляризмом, а также в рамках реляционного подхода.

### **Методологическая основа исследования**

Решение поставленных задач осуществлялось с опорой на обширную теоретическую базу фундаментальных оснований геометрического и реляционного подходов.

## **Защищаемые положения.**

В работе обосновываются и выносятся на защиту следующие основные положения:

- 1) Сопоставление принципов геометрической и реляционной парадигм.
- 2) Демонстрация справедливости в реляционной парадигме всех четырех «чудес теории Калуцы».
- 3) Обоснование гипотезы Сазерленда–Эйнштейна в рамках 5-мерной теории Калуцы со скаляризмом.
- 4) Обнаружение того факта, что относительная разность электрических зарядов электрона и протона определяется через число Эддингтона.

## **II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

Диссертация состоит из Введения, 5 глав, Заключения и Приложения. Библиографический список содержит 146 источников. Объем рукописи составляет 112 страниц.

**В первой главе диссертации** обсуждено принципиальное различие геометрической и реляционной парадигм по первым двум составляющим реляционного подхода:

- 1) пониманию природы пространства-времени;
- 2) выбору концепции, в рамках которой описываются физические взаимодействия.

1. В геометрической картине мира принято субстанциальное понимание природы пространства-времени, согласно которому пространство-время представляет собой самостоятельную физическую категорию, так или иначе наделенную свойствами материи в виде эфира или самостоятельно. Это неоднократно подчеркивалось классиками геометрической парадигмы с момента ее создания.

Субстанциальный взгляд на пространство-время отражается в изложениях общей теории относительности. Явно или неявно полагается наличие двух множеств. Одно множество определяется точками-событиями с участием материальных объектов, а второе (непрерывное) множество представляет 4-мерное множество арифметических точек. Физическая теория строится посредством отображения множества физических точек-событий с соответствующими свойствами материальных объектов (скоростей, импульсов, токов и т. д.) на множество арифметических 4-точек. Таким образом, физические объекты приобретают свои характеристики через значения четверки координат априорно заданного арифметического множества.

В реляционном подходе к физической реальности не предполагается наличия самостоятельного арифметического пространства, – постулируется существование лишь одного множества материальных объектов или событий с их участием. При этом полагается, что между любой парой элементов  $i$  и  $k$  этого множества заданы парные вещественные отношения  $\alpha_{ik}$ . Кроме того, постулируется, что парные отношения между элементами не произвольны, а удовлетворяют некому алгебраическому закону, который связывает парные отношения между  $r$  элементами, где  $r$  называется рангом, заменяющим понятие размерности в обычной геометрии.

Далее постулируется принцип феноменологической (в терминологии школы Ю.И. Кулакова) или фундаментальной (в терминологии группы Ю.С. Владимирова) симметрии, состоящий в том, что закон системы отношений выполняется для любой выборки из  $r$  элементов рассматриваемого множества.

В работах группы Кулакова были найдены все возможные виды парных отношений и соответствующие им законы унарных систем вещественных отношений рангов 3, 4 и 5. Так, для ранга  $r=5$  было показано, что существует 10 (и только 10) видов. Они оказались соответствующими 10 видам известных (или мало известных) 3-мерных геометрий. К их числу принадлежат 3-мерная геометрия Евклида, геометрия Лобачевского, геометрия Римана (постоянной положительной кривизны) и ряд других геометрий.

2. Аналогично двум трактовкам природы пространства-времени имеются две концепции описания физических взаимодействий: близкодействия и дальнодействия. Более того, строго говоря, выбор трактовки природы пространства-времени диктует использование конкретной концепции описания взаимодействий. Так, субстанциальной трактовке пространства-времени соответствует концепция близкодействия, а реляционная трактовка диктует использование концепции дальнодействия. В этой главе показаны многовековые дискуссии о выборе той или иной концепции.

В геометрической и теоретико-полевой парадигмах, где используется готовое пространство-время (плоское или искривленное), физические взаимодействия описываются в рамках концепции близкодействия, тогда как в реляционной парадигме физические взаимодействия описываются на основе концепции дальнодействия. В этой главе охарактеризованы свойства подобных теорий, ныне называемых теориями прямого межчастичного взаимодействия.

Концепция дальнодействия в настоящее время, как и вся реляционная парадигма, оказалась на обочине магистральных исследований в теоретической физике. Сторонниками концепции дальнодействия были создатели реляционной парадигмы Г. Лейбниц и Э. Мах.

В рамках обеих парадигм имеет место стремление к построению объединенной теории гравитации и электромагнетизма, но по-разному понимается их соотношение. В геометрической парадигме доминирующим

является гравитационное взаимодействие, а электромагнетизм выступает как своеобразное следствие обобщения гравитации, а в реляционной парадигме гравитация выступает как своеобразное следствие электромагнетизма. В данной главе показывается, как, исходя из этого, различным образом понимается путь достижения единства гравитации и электромагнетизма в двух рассматриваемых парадигмах.

**Во второй главе «"Чудеса Калуцы" в двух картинах мира»** производится сопоставление достоинств теорий геометрической и реляционной парадигм, причем это делается на основе сопоставления наиболее развитых вариантов в этих парадигмах. В рамках геометрической парадигмы таковым является 5-мерная теория гравитации и электромагнетизма Т. Калуцы, а в рамках реляционной парадигмы таковым является развитая в последнее время теория электрогравитации Ю.С. Владимирова.

Для обсуждения главных достоинств сопоставляемых теорий избраны названные нобелевским лауреатом А. Саламом четыре главные "Чуда теории Калуцы", которые, как ему представлялось, говорят в пользу использования именно геометрической парадигмы. В этой главе демонстрируется, что аналогичные "чудеса" имеют место и в последнем варианте реляционной теории.

Первое «чудо теории Калуцы» состоит в том, что пятнадцать 5-мерных уравнений Эйнштейна распадаются на десять 4-мерных уравнений Эйнштейна, на четыре 4-мерных уравнения второй пары Максвелла для электромагнетизма и одно дополнительное скалярное поле геометрического происхождения. В параграфе 2.2.2 данной главы показывается, что аналогичное «чудо» имеет место и в электрогравитации, где минорами из закона ток-токовых отношений описываются слагаемые в действиях фоккеровского вида, обуславливающие электромагнитные, гравитационные и скалярные взаимодействия. Показано, что в работах ряда авторов: Р. Фейнмана, Я.И. Грановского и А.А. Пантюшина, Ф. Хойла и Дж. Нарликара ранее уже строились теории прямого межчастичного взаимодействия трех видов, которые в теории электрогравитации возникают единым образом.

Второе «чудо Калуцы» состоит в том, что в правой части десяти 4-мерных уравнений Эйнштейна автоматически возникает тензор энергии-импульса электромагнитного поля, который в стандартной общей теории относительности вводится волевым образом. Салам называл лишь электромагнитный вклад, однако к этому следует добавить возникновение еще тензора энергии-импульса скалярного поля. В реляционном подходе это «чудо» также описывается минором второго порядка, однако не диагонального, а соседнего с ним, но содержащего диагональное слагаемое. В итоге получается трехчастичное слагаемое в фоккеровском действии, описывающее электромагнитное взаимодействие двух заряженных частиц в гравитационном поле третьей частицы.

Третьим «чудом теории Калуцы» было названо то, что четыре из пяти 5-мерных уравнений геодезических линий совпадают с общепринятыми

уравнениями движения частиц в присутствии электромагнитного и гравитационного полей. Пятое (скалярное) уравнение геодезической (в упрощенном варианте теории Калуцы) означает постоянство отношения электрического заряда частиц к их массе. В теории электрогравитации из действия фоккеровского типа посредством вариационного метода осуществляется переход к уравнениям движения заряженной частицы, которое можно трактовать как уравнение геодезической линии в линеаризованной общей теории относительности в присутствии электромагнитного поля. Аналогичный результат получается и для случая учета скалярного взаимодействия.

Четвертое названное Саламом «чудом теории Калуцы» состоит в том, что в этой теории дается обоснование общепринятых калибровочных электромагнитных преобразований, которые в 5-мерии автоматически возникают из допустимых в теории преобразований пятой координаты.

В теории электрогравитации также показывается что эффективный векторный потенциал автоматически удовлетворяет условию калибровки Лоренца. При этом следует отметить, что в теории прямого электромагнитного взаимодействия типа Фоккера потенциалы электромагнитного взаимодействия по сути являются вторичными понятиями, и имеют смысл лишь в местах расположения заряженных частиц. При сопоставлении теорий двух парадигм вскрывается ряд важных далеко не очевидных обстоятельств.

**В третьей главе «Физика микромира в реляционной и геометрической парадигмах»** обсуждено описание микрообъектов, т. е. фактически затрагивается вопрос о соотношении двух парадигм в рамках закономерностей квантовой теории. Для этой цели в начале этой главы приведено обобщение теории систем отношений на случай бинарных систем комплексных отношений, предназначенное для замены классических пространственно-временных отношений в физике микромира.

Применение этого математического аппарата позволяет дать физическую интерпретацию дополнительным параметрам в многомерных моделях физических взаимодействий. Для геометрического подхода в рамках 5-мерных теорий Т. Калуцы и О. Клейна дополнительные координаты фактически обусловлены уподоблению заряда и массы координатам и импульсам.

Обоснование дополнительных размерностей в рамках реляционного подхода тесно связано с решением главной задачи реляционного подхода — вывода классических пространственно-временных представлений из самостоятельной системы понятий и закономерностей физики микромира. В этом подходе элементарные частицы, из которых строится окружающий нас мир, по своей природе оказываются электрически заряженными, тогда как атомы и построенные из них нейтральные объекты уже являются нейтральными объектами. Это дает основание считать электрические заряды и токи, приписываемые дополнительной (пятой) размерности, проявлением более первичных свойств материи, тогда как присущие классическому миру явные

размерности и скорости нейтральных объектов следует считать вторичными понятиями.

**В четвертой главе «Массы частиц в двух парадигмах»** производится сопоставление представлений о зарядах и массах частиц в рамках геометрического и реляционного подходов.

В данных парадигмах принципиально различными способами вводятся массы элементарных частиц, что соответствует принципиальному различию оснований теорий этих парадигм. В геометрической парадигме массы вводятся на основе использования дополнительных размерностей искривленного пространства-времени, а в реляционной парадигме массы определяются на основе принципа Маха, т. е. посредством учета глобальных свойств всего окружающего мира и пропорциональности квадрату электрического заряда. В реляционном подходе масса фактически приобретает электромагнитный характер.

**Наконец, в пятой главе «Обоснование магнитных полей астрофизических объектов»** во главу угла ставится обсуждение гипотезы Сазерленда–Эйнштейна о происхождении магнитных полей Земли и других астрофизических объектов. Эта гипотеза впервые была высказана в самом начале XX века Сазерлендом. Согласно этой гипотезе, магнитные поля обусловлены различием электрических зарядов электрона и протона.

Затем, в 1925 году А. Эйнштейн (неизвестно был ли он знаком с работами Сазерленда) высказал предположение об очень малом (вне пределов разрешимости аппаратурой того времени в лабораторных условиях) различии значений зарядов по абсолютной величине тяжелых положительно заряженных протонов и легких отрицательно заряженных электронов. Это приводит к возникновению избытка заряда у достаточно массивных астрофизических объектов, а их вращение обуславливает генерацию магнитного поля, которое частично компенсируется поверхностными отрицательными зарядами. Очевидно, что гипотеза Эйнштейна соответствовала гипотезе Сазерленда.

В этой главе гипотеза Сазерленда–Эйнштейна, а именно формирование магнитного поля массивных астрофизических объектов вследствие малой разности зарядов протона и электрона по абсолютной величине, теоретически обосновывается, во-первых, в рамках двух вариантов геометрического подхода: 1) в упрощенном варианте 6-мерной теории Калуцы–Клейна и 2) в рамках 5-мерной теории Калуцы со скаляризмом и, во-вторых, также в рамках реляционного подхода.

Так, в упрощенном варианте 6-мерной теории Калуцы–Клейна взаимодействие частиц описывается через диадный оператор 4-мерного дифференцирования, инвариантного при преобразованиях двух дополнительных координат и ковариантного относительно 4-мерных преобразований. В выражении, описывающем вышесказанную комбинацию из пятимерного вектора монады, а также комбинацию, которая описывает еще одно калибровочное поле,

предлагается отождествить с векторным потенциалом электромагнитного поля. Это приводит к возникновению чрезвычайно малых поправок в значение электрического заряда из-за того, что возникающий при дифференцировании по  $x^4$  (по клейновской дополнительной координате) вклад оказывается пропорциональным массе частицы. Он на много порядков меньше номинального значения заряда. Легко показать, что в рамках рассмотренного класса многомерных геометрических моделей масса  $m$  индуцирует дополнительный («массовый») электрический заряд

$$\Delta q = 2m \cdot G^{1/2}.$$

Этот вывод соответствует гипотезе Эйнштейна о наличии малой зарядовой асимметрии элементарных частиц. Учитывая массу электрона, получаем отношение дополнительного заряда к основному:

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

Очевидно, что такая поправка в электромагнитное взаимодействие частиц лежит далеко за пределами точности лабораторных экспериментов в начале XX века. Однако, для больших электрически квазинейтральных масс, когда электрические заряды частиц двух знаков в среднем компенсируются, «массовый вклад» в электромагнитное взаимодействие оказывается существенным.

В этой главе также показывается обоснование разницы зарядов и в рамках 5-мерной теории Калуцы со скаляризмом. Этот вариант теории отличается от варианта с дополнительными условиями, которые применяются с целью соответствия теории Калуцы с общепринятой ОТО с электромагнетизмом. Для перехода к этому варианту 5-мерия следует исключить условие постоянства 15-й компоненты 5-мерного метрического тензора  $G_{55}$ . В этом варианте теории появление напряженности скалярного поля играет важную роль в пятом (скалярном) уравнении геодезической, где оно оказывается ответственным за переменность отношения электрического заряда к массе.

Наличие скалярного поля геометрического происхождения сразу же вызывает следующую принципиальную проблему, связанную с тем, что, согласно монадному методу 1+4-расщепления, физическим смыслом наделяются величины, инвариантные при допустимых преобразованиях дополнительной координаты и ковариантные относительно допустимых преобразований четырех классических координат. Условие цилиндричности метрики по  $x^5$  вызывает расширение множества таких величин, поскольку таким свойством обладает потенциал скалярного поля. Следовательно, таковыми являются все величины, получаемые из калибровочно инвариантных умножением на произвольную функцию от пятнадцатой компоненты метрического тензора  $G_{55}$ . В связи с этим возникает вопрос: какие конструкции из геометрических характеристик должны быть сопоставлены с физическими величинами, главным образом, с метрическим тензором и с тензором электромагнитного поля.

В данной главе показывается, что этот вопрос по-разному решался в ряде вариантов 5-мерных теорий со скаляризмом при переходе к 4-мерной (наблюдаемой) метрике посредством различных конформных преобразований. В варианте 5-мерия, развиваемого в группе Ю.С. Владимирова, показывается, что из решений 5-мерных уравнений Эйнштейна со скаляризмом следует зависимость скалярного поля от массы гравитирующего источника. Это означает, что электромагнитные поля, создаваемые электроном и протоном, оказываются отличными друг от друга, что может служить подтверждением разности их электрических зарядов, соответствующей гипотезам Сазерленда и Эйнштейна.

Исходя из изложенного, можно сделать вывод, что в рамках геометрической парадигмы в 5-мерии со скаляризмом открывается возможность теоретически обосновать выдвинутую Сазерлендом и Эйнштейном гипотезу (из полуинтуитивных соображений) о разности электрических зарядов электрона и протона.

Особо следует отметить, что эта гипотеза позволяет обосновать также наблюдаемые изменения магнитного поля Земли: дрейф полюсов, изменение напряженности магнитного поля Земли и даже явление инверсии магнитных полюсов. Это может быть связано с изменением условий на планете

Гипотезу Сазерленда-Эйнштейна, наиболее глубоко и полно можно осмыслить с позиций реляционной парадигмы, точнее с учетом ее третьей, составляющей – принципа Маха. Согласно этому принципу, масса электрона выражается 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:

$$\frac{F_{эл}(e, p)}{F_{грав}(e, p)} = \frac{e q_p}{G m_e m_p} \simeq \sqrt{N} = 10^{40},$$

и учитывая, что, согласно произведенным оценкам в рамках возможностей геометрической парадигмы  $\Delta q/e \simeq 10^{-21}$  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 в виде ряда разложения по степеням числа Эддингтона:

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

При этом второе слагаемое в круглых скобках оказывается ответственным за происхождение магнитных полей Земли и других астрофизических объектов, а третье слагаемое – за наличие гравитационных взаимодействий.

В этой главе диссертации приведены результаты ряда экспериментов по обнаружению разности электрических зарядов электрона и протона в лабораторных условиях. Таковыми были эксперименты в первой половине XX

века Р.А. Милликена, А. Пиккарда и Е. Кесслера, а также Ж. Кинга, Ж. Цорна, Г. Чемберлена, В. Хьюза и ряда других авторов во второй половине XX века. Последние эксперименты показали, что относительная разность зарядов должна быть порядка  $10^{-21}$ . То есть на сегодняшний момент равенство зарядов по абсолютной величине между электроном и протоном сохраняется до 21 знака.

**В приложении** приведены основные свойства магнитных полей Земли и других астрофизических объектов, объяснение которых предлагается обсудить на основе Гипотезы Сазерленда - Эйнштейна.

### **Основные выводы и результаты работы**

1. В связи с тем, что в реляционном и геометрическом подходах используются принципиально различные понимания природы пространства-времени (реляционное или субстанциальное) обращено особое внимание на тот факт, что в геометрической парадигме доминирующим является гравитационное взаимодействие, тогда как в реляционной парадигме ключевую роль играет электромагнитное взаимодействие. Это определяет главное различие путей объединения этих двух видов физических взаимодействий в теориях двух рассматриваемых парадигм.

2. Если в теории Калуцы – наиболее развитом варианте геометрической парадигмы – объединение гравитационного и электромагнитного взаимодействий достигается путем увеличения размерности используемой геометрии, то в реляционной теории электрогравитации это осуществляется путем увеличения ранга миноров из определителя в законе ток-токовых отношений (в законе геометрии Лобачевского). Электромагнетизм описывается минорами наименьшего (первого) ранга, а гравитация – диагональными  $2 \times 2$  (и выше) минорами.

3. В теориях реляционной парадигмы выполняются все четыре «Чуда теории Калуцы», которые по образному определению Салама свидетельствуют о важности геометрической парадигмы. Это подтверждает уверенность в значительных возможностях реляционной парадигмы. В частности, это позволяет утверждать, что в реляционной парадигме, как и в геометрической, достигается объединение не двух, а трех видов взаимодействий: гравитационного, электромагнитного и скалярного, причем последнее ответственно за описание масс.

4. В рамках геометрического подхода свойства используемой геометрии (классического пространства-времени) постулируются, тогда как реляционный подход нацелен на вывод понятий и свойств пространства-времени, в том числе и на обоснование его размерности. С позиций реляционного подхода дополнительные размерности в геометрической парадигме обусловлены значениями параметров бинарной системы комплексных отношений минимального ранга (2,2). Дополнительная размерность калуцевского вида  $x^5$  соответствует заряду, а размерность клейновского вида  $x^4$  соответствует массам.

5. В рамках геометрической и реляционной парадигм имеется принципиальное различие введения и описания масс частиц. В геометрической теории введение массы обусловлено клейновской дополнительной размерностью искривленного пространства-времени. Наиболее корректно введение массы осуществляется в рамках 6-мерной теории Калуцы-Клейна. При этом значение перенормирующих масс не выводится из теории. В реляционной теории массы вводятся принципиально иным образом, – исходя из принципа Маха.

6. Наиболее часто упоминаемая 5-мерная теория Калуцы является упрощенным вариантом 5-мерия, соответствующим общей теории относительности с «приклеенным» электромагнетизмом (по образному выражению Г. Вейля). В рамках более общих вариантов 5- и 6-мерных теорий предсказываются новые эффекты. В диссертации показано, что к таковым можно отнести обоснование магнитных полей астрофизических объектов, точнее, – обоснование ранее выдвинутой для этой цели гипотезы Сазерленда–Эйнштейна, основанной на предположении о разнице модулей электрических зарядов электрона и протона. Показано, что в реляционной парадигме это соответствует проявлению принципа Маха.

#### **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАБОТЫ ИЗЛОЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ:**

*а) Публикации в изданиях, входящих в Перечень научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты исследований в рамках диссертаций, представляемых к защите в диссертационных советах РУДН*

1. Бабенко И.А. Понятие света как физического и метафизического в разных философиях культур. // *Метафизика*, №3 (25), 2017, с. 122-134.
2. Бабенко И.А. Реляционно-геометрическое обоснование магнитных полей астрофизических объектов. // *Метафизика*, №1 (27), 2018, с. 43-48.
3. Бабенко И.А., Магнитные поля астрофизических объектов в трех физических парадигмах. // *Метафизика*, №1 (31), 2019, с. 127-141.
4. Бабенко И.А., Владимиров Ю.С. Реляционный взгляд на принципы геометрической парадигмы. // *Метафизика*, №3(37), 2020, с. 69-81.

*б) Публикации в изданиях, входящих в международные базы цитирования Scopus/ Web of Science:*

1. Vladimirov Yu. S., Bolokhov S.V., Babenko I. A. On Explanations of Magnetic Fields of Astrophysical Objects in the Geometric and Relational Approaches // Springer. *Gravitation and Cosmology*, Volume 24, Issue 2, pp.139-147, 2018.
2. Babenko I. A., Vladimirov Yu. S. The Sutherland–Einstein Hypothesis is on the Origin of Magnetic Fields of Astrophysical Objects // Springer. *Gravitation and Cosmology*, Volume 27, Issue 2, pp.105-112, 2021.

**БАБЕНКО Инна Анатольевна**

### **Сопоставление оснований геометрической и реляционной парадигм**

Диссертационное исследование посвящено выявлению ряда преимуществ теорий реляционной парадигмы по сравнению с теориями более привычной геометрической парадигмы. Автором исследована возможность теоретического обоснования гипотезы Сазерленда-Эйнштейна в реляционной и геометрической физических концепциях. В ходе исследования, автор выявляет, что гипотеза Сазерленда-Эйнштейна о разности электрических зарядов электрона и протона, ответственной за проявление магнитных полей Земли и других астрофизических объектов, также может быть связана с числом Эддингтона, однако теперь относительная разность определяется не корнем квадратным из числа Эддингтона, а корнем четвертой степени. В работе детально продемонстрировано, что к этому результату можно прийти, как на основе 6-мерной геометрической модели Калуцы-Клейна, так и в рамках 5-мерной теории Калуцы со скаляризмом. В работе показано, что в рамках геометрической парадигмы этот результат имеет качественный характер, – обосновывается сам факт наличия разности электрических зарядов у частиц различных масс, тогда как реляционный подход позволяет связать это различие с числом Эддингтона.

**BABENKO Inna Anatolyevna**

### **Comparison the foundations of the geometric and relational paradigms**

The dissertation research is devoted to the identification of a number of advantages of the theories of the relational paradigm in comparison with the theories of the more familiar geometric paradigm. The author investigates the possibility of theoretical substantiation of the Sutherland-Einstein hypothesis in relational and geometric physical concepts. In the course of the study, the author reveals that the Sutherland-Einstein hypothesis about the difference in the electric charges of an electron and a proton, responsible for the manifestation of the magnetic fields of the Earth and other astrophysical objects, can also be associated with the Eddington number, but now the relative difference is determined not by the square root of the Eddington number, but by the root of the fourth degree. The paper demonstrates in detail that this result can be achieved both on the basis of the 6-dimensional Kaluza-Klein geometric model and within the framework of the 5-dimensional Kaluza theory with scalarism. It is shown that within the framework of the geometric paradigm, this result has a qualitative character-the very fact of the presence of a difference in electric charges in particles of different masses is justified, while the relational approach allows us to associate this difference with the Eddington number.