

ОТ СТРУН И БРАН К ЭПИСТЕМОЛОГИИ И ИЗМЕРЕНИЯМ В КОСМОСЕ (PIRT-2005)

В. О. Гладышев

МГТУ им. Н. Э. Баумана

В МГТУ им. Н. Э. Баумана (факультет "Фундаментальные науки", кафедра "Физики") состоялась Вторая Международная научная конференция "Физические интерпретации теории относительности". Программа конференции включала более 100 докладов представителей ведущих научных школ из 25 стран, включая Великобританию, Грецию, Испанию, Нидерланды, Норвегию, Румынию, Турцию, США, Финляндию. Конференция проходила в 2005 году, который объявлен ЮНЕСКО годом физики, и была посвящена 175-летию МГТУ им. Н. Э. Баумана и 100-летию первых основополагающих работ А. Эйнштейна. Конференция с таким названием проводится в Лондоне (Империял колледж) с 1988 года каждые два года. Первая московская конференция была проведена в 2003 году. Информацию о ней можно найти на сайте http://fn.bmstu.ru/phys/nov/konf/pirt/pirt_main.html.

На торжественном открытии конференции с приветствиями к участникам выступили руководитель НУК "Фундаментальные науки" Б. П. Назаренко, заведующий кафедрой физики А. Н. Морозов, научный сотрудник Лаборатории им. Оливера Лоджа Физического факультета Ливерпульского университета П. Роулэндс. В программе конференции 2005 года были отражены следующие основные направления:

- Космология, гравитация и структура пространства-времени.
- Время, системы отсчета и основания теории относительности.
- Природа и модели физического вакуума.
- Эпистемология, физические измерения и интерпретации формальных структур.
- Финслеровы обобщения теории относительности.
- Экспериментальные аспекты теории относительности.
- Исторические и философские аспекты теории относительности.

Заседания конференции проходили в конференц-зале МГТУ им. Н. Э. Баумана. Конференция позволила ее участникам познакомиться с научными традициями в старейшем Российском техническом университете, в котором работали такие выдающиеся ученые как Д. И. Менделеев, Н. Е. Жуковский, П. Л. Чебышев, С. А. Чаплыгин, А. С. Ершов, Д. К. Советкин, Ф. М. Дмитриев, А. В. Летников, А. П. Гавриленко и многие другие. После заседаний секций для участников конференции была организована экскурсия по центру Москвы.

* * *

Основная часть докладов традиционно была посвящена математическим основаниям теории относительности, многомерным обобщениям теории относительности, наблюдаемым следствиям теории гравитации и космологии, их физическим интерпретациям, истории создания теории относительности. Обзорный доклад по наблюдательной космологии "Загадки и проблемы стандартной космологической модели" был представлен В. Н. Лукашом (Астрокосмический Центр ФИАН). Недавние данные по анизотропии и поляризации реликтового излучения (WMAP) и крупномасштабной структуре Вселенной позволили независимо восстановить как космологические параметры современного Мира, так и начальные условия для развития ранней

Вселенной. С одной стороны, это достижение привело к прорыву в понимании физики очень ранней Вселенной и к созданию стандартной космологической модели. С другой стороны, успех стандартной модели, заострил фундаментальные проблемы физики высоких энергий, поскольку такие «краеугольные камни» космологической модели как темная материя, темная энергия, бариогенезис и инфляция современная физика описать не в состоянии. На повестке дня стоит расширение космологической модели и построение новой физики, основные контуры которой намечаются сегодня наблюдательной космологией.

Участниками конференции было отмечен значительный прогресс, связанный с развитием концепции мира на бране, согласно которой наш мир представляет собой выделенную 4-поверхность (брану) в пространстве большего числа измерений, причем наблюдаемые физические поля должны быть сосредоточены на бране. В программе конференции данной концепции был посвящен ряд докладов. Среди них можно отметить доклады Д. Синглтон (Калифорнийский государственный университет, Фресно, США), К. А. Бронникова (Российский Университет Дружбы Народов), Б. Э. Мейеровича (Институт физических проблем им. П. Л. Капицы РАН). Представленные результаты имеют важное значение для отбора жизнеспособных моделей мира на бране с целью их дальнейшего изучения и применения в космологии и физике частиц.

Часть докладов традиционно посвящена аксиоматике теории пространства времени. В докладе Ю. С. Владимирова (Физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова) были изложены основы бинарной геометрофизики, представляющей собой новый подход к построению объединенной теории пространства-времени и физических взаимодействий. Предложенная автором теория опирается на идеи квантовой теории, многомерных геометрических моделей физических взаимодействий. В этом подходе используется идея о макроскопической природе пространства-времени, согласно которой классические пространственно-временные представления справедливы лишь при описании достаточно сложных макросистем и теряют силу в микромире. В частности, гравитационные взаимодействия не являются первичными, а определяются другими взаимодействиями и возникают вместе с понятиями классического пространства-времени.

Привлек внимание дискуссионный доклад М. Е. Герценштейна (Институт ядерной физики им. Д. В. Скобельцина МГУ им. М. В. Ломоносова), в котором автор доказывает, что корректный учет поляризации вакуума позволяет устранить появление бесконечных величин в электродинамике, другими словами, на малых расстояниях электростатический потенциал слабее, чем это следует из закона Кулона. Детальному описанию структуры электрического поля также посвящен доклад В. Б. Розанова (Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН) и Т. Ярман (Айсик университет, Стамбул, Турция). Развиваемый подход позволяет объяснить замедление распада мюонов.

Математической связи уравнений электродинамики с уравнениями общей теории относительности посвящен доклад П. де Хаас (Вельюс Колледж, Апелдорн, Нидерланды). В работе обсуждаются пределы, при которых ограничения Эйнштейна для энергетического тензора напряжений могут выходить за рамки применимости классической электродинамики. Физическое происхождение принципа общей ковариантности в теории относительности обсуждали со времени создания теории относительности. В программе конференции этому вопросу были посвящены доклады А. Чаморро (Университет Страны Басков, Испания) и А. Л. Холмецкого (Беларусский государственный университет, Минск, Белоруссия).

Наряду с многомерными обобщениями теории относительности, такими как многомерные теории Калуцы-Клейна, теория суперструн, концепция бран, теории суперсимметрий продолжают поиски новых метрических функций. В этом случае римановы представления заменяются обобщенными.

В докладе М. Пауна (Университет Трансильвании, Брасов, Румыния) рассмотрены уравнения Эйнштейна в обобщенном пространстве Лагранжа. Автор обнаружил, что исследуемое пространство может оказаться весьма удобным для построения объединенной релятивистской модели.

К числу обобщенных геометрий относится также финслерова геометрия. Философским и математическим основаниям финслеровых расширений теории относительности посвящен доклад Д. Г. Павлова (МГТУ им. Н. Э. Баумана). В докладе анализируется связь гиперкомплексных чисел с финслеровыми представлениями, которая обнаруживает новые классы симметрий. Обнаружение данных симметрий является стимулом для поиска новых свойств в законах сохранения физики.

В настоящее время, наряду с финслеровым, изучаются также и другие подходы к проблеме нарушения лоренцевой симметрии. Среди них наиболее популярным является струнно-мотивированный подход. Он основан на таком расширении Стандартной Модели сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий, при котором фундаментальные поля рассматриваются на фоне релятивистски инвариантного (например векторного) конденсата. Другими словами, в рамках SME подхода нарушение лоренцевой симметрии достигается за счет нарушения релятивистской симметрии.

Доклад Г. Ю. Богословского (НИИ ядерной физики им. Д. В. Скобельцына, МГУ им. М. В. Ломоносова Россия) посвящен разработке финслерова подхода к проблеме нарушения лоренцевой симметрии. Как показано автором, финслеров подход допускает нарушение лоренцевой симметрии без нарушения релятивистской симметрии.

Исследования, посвященные финслеровой геометрии, как правило, имеют академический характер. К числу таких докладов следует отнести доклады В. Балана (Политехнический университет, Бухарест, Румыния) и Р. Тавакола (Лондонский Университет, Лондон, Великобритания). В этих докладах сделаны обзоры финслеровых пространств, рассмотрены уравнения движущихся систем отсчета и соответствующих условий интегрируемости для 3-мерных финслеровых пространств, показано, что в рамках финслеровой геометрии возможно получение пространств с постоянной гауссовой кривизной, обсуждается нарушение лоренцевой симметрии как эффекта физики планковских масштабов.

В связи с этим, особый интерес представляют работы, которые открывают путь для обсуждения новых наблюдаемых следствий финслерова обобщения псевдоевклидовой геометрии теории относительности.

В докладе Р. Г. Зарипова (Институт механики и машиностроения КазНЦ РАН, Казань) впервые изучается нестандартная синхронизация часов в инерциальной системе отсчета на основе определения физического временного интервала и физического пространственного расстояния, что приводит к анизотропии однонаправленных скоростей света. Данный метод позволяет использовать сигнальный метод синхронизации часов Пуанкаре в релятивистской физике при построении различных финслеровых геометрий пространства-времени.

К числу оригинальных идей в области изучения природы гравитации, следует отнести идею, предложенную в 1937 году Г. Гамовым и Е. Теллером, согласно которой силы гравитационного притяжения можно объяснить обменом нейтрино-антинейтрино парами частицами макроскопических тел. В докладе В. М. Корюки-

на (Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола) для объяснения природы гравитационных явлений используется нейтринный фон Вселенной. При этом эффект Казимира служит аналогом для расчета Ньютоновских сил притяжения между макроскопическими телами. Данная работа позволяет нестандартным образом взглянуть на проблему детектирования гравитационных волн. Существующие экспериментальные результаты в области регистрации гравитационного излучения, которое было предсказано А. Эйнштейном пока не дают однозначного ответа о существовании гравитационных волн. В связи с этим прогресс в развитии теории относительности часто связывают с экспериментами нового поколения, такими как регистрация гравитационных волн наземными или космическими гравитационными антеннами.

Современные методы регистрации гравитационных волн обсуждаются в докладах В. И. Пустовойта (Научно-технологический центр уникального приборостроения РАН, Москва) и С. В. Сипарова (Университет гражданской авиации, С-Петербург). В докладе В. И. Пустовойта предложено использовать многослойные структуры в качестве зеркал резонатора Фабри-Перо для повышения эффективности преобразования гравитационных волн в регистрируемый сигнал. В докладе С. В. Сипарова предложен новый метод радионаблюдения за космическими мазарами, который позволит по вариациям в линиях поглощения зарегистрировать гравитационную волну от периодического космического излучателя.

Часть представленных работ относится к теоретическому анализу существования или свойств гипотетической темной материи. К числу таких докладов относятся доклады Т. Сантола (Технологический университет в Тампере, Финляндия) и А. Д. Долгова (Институт теоретической и экспериментальной физики РАН, Национальный институт ядерной физики, Феррара, Италия). В докладе А. Д. Долгова обсуждается проблема вакуума в космологии. Так как астрономические данные свидетельствуют о ненулевой антигравитирующей темной энергии, автором анализируются возможные пути объяснения отличия на 2 порядка между теорией и наблюдениями.

В докладе Т. Сантола приходит к заключению, что наблюдения подтверждают модель сферически закрытого динамического пространства без темной энергии. При таком подходе энергия покоя вещества возникает как энергетическая масса, которая появляется благодаря движению пространства в направлении 4-радиуса структуры и скорость света в пространстве становится фиксированной по отношению к скорости пространства в 4 измерениях.

Прямой проверкой гипотезы существования темной материи могла бы стать регистрация ее частиц. Доклад Г. Н. Измайлова (Московский авиационный институт) относится к экспериментальному направлению поиска гипотетических частиц темной материи – WIMPs. В работе впервые указано на возможность использования когерентных состояний для регистрации слабовзаимодействующих частиц.

В последние годы широко обсуждается вопрос о возможном космологическом ускорении расширения Вселенной. В докладе В. Я. Варгашкина (Орловский государственный технический университет, Орёл) выполнена оценка параметров ускоренного расширения Вселенной с учётом влияния фактора гравитационного самолинзирования на фотометрию квазаров.

Не вызывает сомнения, что классические работы в области астрономии и небесной механики должны рассматриваться с учетом эффектов теории относительности. В связи с этим особенно интересны работы, обнаруживающие новые практические аспекты в области спутниковых космических систем.

В докладе А. В. Родникова (МГТУ им. Н. Э. Баумана) выполнен анализ относительного движения тросовой системы, перемещающейся по геоцентрической орбите. В работе показывается, что если орбитальная система представляет собой не обычную связку двух тел, а так называемый "леер", то есть трос, оба конца которого закреплены на протяженном теле (орбитальной станции), то существует принципиальная возможность преобразования произвольного неограниченного относительно станции движения материальной точки в периодическое с помощью захватывающего устройства, перемещающегося по инерции вдоль леера.

Значение оптических методов исследований в области проверки современных представлений о свойствах пространственно-временного континуума и изучения наблюдаемой части Вселенной трудно переоценить. В связи с этим особое методическое значение имеет работа Ю. Я. Голубя (МГТУ им. Н. Э. Баумана), В. С. Горелика (Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН) посвященная расчету показателя преломления и эффективной массы фотона в глобулярном фотонном кристалле.

Авторами рассчитана зависимость групповой скорости от волнового вектора и показано, что эффективная масса фотонов может быть как положительной, так и отрицательной и имеет разрыв при смене знака.

Влияние дисперсии на результаты фундаментальных оптических экспериментов обсуждалось неоднократно. Однако, в оптике движущихся сред существуют также и другие эффекты, которые способны оказывать существенное влияние на результаты измерений. Так, например, в работе Н. R. Bilger & W. K. Stowell был поставлен эксперимент, в котором свет распространялся во вращающемся оптическом диске в кольцевом интерферометре. Как и следовало ожидать авторы зарегистрировали эффект Физо в материале стекла, однако, несмотря на высокую точность измерений, в теоретической модели не учитывался эффект нарушения закона Снеллиуса на границе раздела сред на торцевой поверхности вращающегося диска, и, тем не менее, результаты эксперимента совпали с предсказаниями расчетов. Это вызывает удивление, так как нарушение закона преломления на тангенциальном скачке скорости является одним из фундаментальных следствий электродинамики.

Фундаментальный аспект этого вопроса состоит в том, что уравнения электродинамики движущихся сред проверены лишь в ряде частных случаев. Прикладным аспектом является ответ на вопрос, в какой степени показания того или иного интерферометра, движущегося по земной орбите, зависят от положения и ориентации.

В связи с этим интерес представляют модели экспериментов (и их последующая реализация), в которых свет распространяется в трехмерном поле скоростей. Возможность осуществления подобных экспериментов обсуждается в докладе В. О. Гладышева, Т. М. Гладышевой, В. Е. Зубарева (МГТУ им. Н. Э. Баумана). Данные работы ведутся на кафедре физики МГТУ им. Н. Э. Баумана при поддержке Совета по грантам Президента РФ.

* * *

Основной целью организаторов конференции является поиск новых и обсуждение классических наблюдаемых следствий теории относительности и гравитации, таких, в частности, как излучение и регистрация гравитационных волн, отклонение электромагнитного излучения вблизи массивных объектов и др., которые оказывают влияние на решение задач астронавигации, проявляются во влиянии на процессы распространения электромагнитного излучения в космологических масштабах, должны учитываться при точном пространственно-временном описании событий. В связи с этим, подводя итоги конференции, на которой участниками обсуждались предложения о проведении новых тестов теории относительности, включая космические, обсужда-

лись результаты астрономических наблюдений последних лет, а также результаты их статистической обработки, их достоверность, а также допустимые физические интерпретации новых теоретических предсказаний, можно сделать заключение о растущей тенденции к практическому использованию результатов теории относительности и электродинамики, а также их современных обобщений.

По итогам работы конференции изданы избранные труды, информация о трудах опубликована на сайте кафедры физики МГТУ им. Н. Э. Баумана.