

**Отчет о научной деятельности
Отделения теоретической физики им. И.Е. Тамма
в 2004 г.**

I. Важнейшие результаты научных исследований:

1. Предложена общая схема проверки АдС/КТП соответствия путем сравнения интегрируемых систем, естественным образом возникающих в калибровочной теории и в теории струн. Построены общие решения уравнений, отвечающих перенормировке простейших операторов в $N=4$ суперсимметричной теории Янга-Миллса. Найдены струнные решения в $N=1^*$ суперсимметричной калибровочной теории и получены формулы для масс монополей в фазе конфайнмента.

Аннотация

Интенсивное развитие теории струн привело к принципиально новым непертурбативным (выходящих за рамки теории возмущений) методам анализа моделей теории фундаментальных взаимодействий. Важную роль играет идея дуальности, состоящая в том, что квантовые характеристики в калибровочных теориях, включая спектр и корреляционные функции, можно получить с помощью квазиклассического приближения в гравитации. Первоначально эта идея была выдвинута применительно к $N=4$ суперсимметричной теории Янга-Миллса (так называемое АдС/КТП - соответствие между гравитацией в пространстве анти-де Ситтера и конформной теорией поля на его границе), а затем стала исследоваться возможность ее применения к квантовой хромодинамике для изучения режима сильной связи и конфайнмента кварков. В работах А.В.Маршакова (частично выполненных в сотрудничестве с В.А. Казаковым, Высшая нормальная школа, Париж, Франция и К. Зарембо, ун-т г. Упсала, Швеция) предложена общая схема проверки АдС/КТП соответствия путем сравнения интегрируемых систем, возникающих в калибровочной теории и в теории струн. В калибровочной теории это - квантовые интегрируемые модели, гамильтонианы которых отвечают матрицам смешивания перенормируемых операторов. В теории струн это - классически интегрируемая струнная сигма-модель, интегралы движения которой отвечают квантовым числам так называемых "больших операторов" калибровочной теории. Эти интегрируемые системы могут быть поставлены в соответствие друг другу на общем классе решений конечнозонного типа, где удастся проследить непосредственную связь между геометрическими данными - комплексными кривыми, оснащенными мероморфными дифференциалами и их пространствами модулей. Построен общий класс квазиклассических решений Бете-анзаца, отвечающих перенормировке операторов, составленных из двух комплексных скалярных полей. Имевшиеся ранее частные решения воспроизведены из общих формул данного подхода и получены явные формулы для некоторых важных новых решений. Исследована также (в сотрудничестве с В. Марковым и А. Юнгом, ПИЯФ) $N=1^*$ калибровочная теория с группой $SU(2)$. Показано, что данная теория обладает струнными решениями. Построена эффективная теория неабелевых мод на мировом листе струны и доказано, что она является нелинейной $O(3)$ сигма-

моделью. Показано, что точное решение сигма-модели приводит к четырехмерному конфайнменту монополей, проявляющихся как узловые точки струн с различными квантовыми числами, и более того, к двумерному конфайнменту монополей на мировых поверхностях струн и образованию соответствующих мезонов.

Руководитель работы: в.н.с., д.ф.-м.н. А.В. Маршаков.

2. Построена и исследована модель гетерогенной опухоли; показано, что в доминировании клеточной популяции большую роль играет клеточная подвижность. Проведено исследование зависимости устойчивости фронта растущей опухоли от величины индивидуальной клеточной подвижности, а также изучена роль взаимодействий между клетками опухоли и окружающими тканями в скорости роста опухоли и в устойчивости ее границы. Исследовано влияние пространственных неоднородностей и внешнего шума на устойчивость фронта растущей опухоли.

Аннотация

Разработана математическая модель роста и прогрессии опухоли, учитывающая подвижность ее клеток, взаимодействие с тканью, а также факторы, влияющие на ее рост и развитие: питательные вещества, факторы и ингибиторы роста, медицинские препараты и т.д. С помощью этой модели проведено систематическое исследование факторов, определяющих доминирование одной из клеточных популяций в опухоли. Показано, что наряду со скоростью клеточного деления существенным фактором доминирования является клеточная подвижность. Показано, что форма опухоли устойчива ко всем видам возмущений в случае высокого коэффициента подвижности ее клеток, тогда как при низкой подвижности граница опухоли неустойчива, что приводит к росту опухоли в выделенных направлениях, например, в направлении источника питательного субстрата. Продемонстрировано, что направленный рост и движение опухоли в ткани возможно и в отсутствие хемотактической подвижности ее клеток. Этот результат дает альтернативное объяснение хорошо известному в медицине явлению прорастания злокачественных новообразований в сторону кровеносных сосудов. Данную работу предполагается продолжить в рамках программы Миннауки «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники на 2002-2006 годы» (тема «Разработка технологии математического прогноза роста и прогрессии опухоли с целью повышения эффективности лечебных воздействий и минимизации повреждения нормальных тканей.») в сотрудничестве с группами из Московского физико-технического института (г. Долгопрудный) и НИИ Онкологии им. П. А. Герцена (г. Москва). Дополненная моделью ангиогенеза (прорастание кровеносных сосудов к опухоли) и моделью кровотока, модель роста опухоли позволит изучать и прогнозировать её развитие, как на ранних, так и на поздних стадиях. Реализация многомерных математических моделей в областях сложной формы позволит учесть реальную геометрию тканей пациента и индивидуальную структуру его кровеносной системы, что позволит прогнозировать развитие опухоли, а также эффективность различных схем ее лечения.

(Руководитель работы: в.н.с., д.ф.-м.н., А.А. Полежаев)

II. Основные результаты научных исследований:

*Сектор квантовой теории поля и квантовой статистики
(Руководитель сектора д.ф.м.н. М.А. Васильев)*

Опубликовано или направлено в печать 27 научные статьи сотрудников сектора; сотрудники принимали участие в 15 международных и российских конференциях (сделано 18 докладов).

Состав сектора:

члены академии	-	1
доктора наук	-	6
кандидаты наук	-	4
аспиранты	-	1
студенты	-	2

Гранты и Программы:

РФФИ	-	4
стипендии фонда "Landau"	-	3
научные школы	-	1
программы Президиума РАН	-	1
программы ОФН	-	1
инострантные гранты	-	3

Получено описание бозонных полей спина $s > 1$ в пространстве $AdS(d)$ с помощью функционалов действия первого порядка $S'(w, \epsilon)$, дуальных известным действиям первого порядка $S(\epsilon, w)$. При таком описании тетрада ϵ и вспомогательное поле w меняются ролями. Показано, что плоские дуальные действия, построенные в работе Буланжера, Кнокаера и Энно, получаются из предлагаемых действий с помощью метода стационарной фазы в пределе малых значений космологической постоянной. (М.А. Васильев, А.С. Матвеев)

Предложена фоковская реализация унитарных синглетонных представлений $d-1$ -мерной конформной алгебры $o(d-1, 2)$, отвечающих одночастичным состояниям безмассового скалярного и спинорного полей в $d-1$ измерении. В произвольной размерности изучены тензорные произведения пар синглетонов. Показано, что при $d > 3$ тензорное произведение двух бозонных синглетонов разлагается в прямую сумму всех симметричных представлений алгебры $AdS(d)$ с целыми спинами; тензорное произведение бозонного и фермионного синглетона разлагается в прямую сумму всех симметричных представлений алгебры $AdS(d)$ с полуцелыми спинами; тензорное произведение двух фермионных синглетонов (при $d > 4$) разлагается в прямую сумму представлений $AdS(d)$ смешанного типа симметрии, отвечающих диаграммам Юнга с одной строкой и одним столбцом, а также некоторых массивных антисимметричных представлений. Определен класс алгебр высших спинов, действующих на суперсинглетонных состояниях и состояниях высших спинов в произвольной размерности. Для случаев $AdS(3)$, $AdS(4)$ и $AdS(5)$ установлен изоморфизм предлагаемых алгебр и построенных ранее алгебр высших спинов. (М.А. Васильев)

Предложена конструктивная процедура, позволяющая формулировать линейные дифференциальные уравнения инвариантные относительно некоторой алгебры глобальных симметрий f . Показано, что при некоторых условиях f -инвариантные системы линейных дифференциальных уравнений ассоциированы с f -модулями, интегрируемыми по отношению некоторой параболической подалгебре в f .

Предложенная конструкция прилагается для классификации всех линейных конформно инвариантных уравнений в пространстве Минковского.
(М.А. Васильев, О.В. Шейнкман, совместно с И.Ю. Типуниным)

Развита суперполевая формулировка 11-мерной супергравитации. Построены 4-ех точечные вершины взаимодействия 11-мерной супергравитации, инвариантные относительно линеаризованных преобразований суперсимметрии. В дополнение к этим результатам получено суперполевое представление для 4-точечных амплитуд рассеяния 11-мерной супергравитации. В линеаризованном приближении построена вершина взаимодействия суперчастицы с полями 11-мерной супергравитации. Развитый формализм построения вершин взаимодействия является алгебраичным и поэтому оказывается легко адаптируемым для изучения различных суперсимметричных теорий. В качестве простейшего приложения этого формализма построены 4-точечные вершины взаимодействия 10-мерного суперсимметричного Янга-Миллса.
(Р.Р. Мецаев)

Построены свободные действия для массивных полей произвольного спина и типа симметрии в 5-мерном пространстве анти-де Ситтера.
(Р.Р. Мецаев)

Исследованы квантовые деформации невырожденной суперскобки Пуассона, заданной на гладких функциях с компактным носителем со значениями в алгебре Грассмана. Вычислены низшие пространства когомологий соответствующей пуассоновой супералгебры с коэффициентами в тривиальном и присоединенном представлениях. В предположении непрерывности квантовых поправок найден общий вид деформации. Показано, что имеются дополнительные деформации, неэквивалентные стандартной мoyalовской.
(С.Е. Конштейн, И.В. Тютин, совместно с А.Г. Смирновым)

Предложен принцип действия, приложимый единообразно в случае любого числа N суперзарядов. Выполнена редукция к $N = 0$ в функции распределения, интегрируя по полям суперпартнёров. Как новая черта теорий с расширенной суперсимметрией, канонический пфаффиан фактора меры возникает в результате интегрирования по суперпартнёрам. Хотя в процессе редукции временно вводится выделенное направление в пространстве фермионных параметров, показано, что физический сектор от него не зависит. Также, метрика в алгебре суперсимметрии интерпретирована как симплектическая структура на пространстве фермионных параметров.
(И.А. Баталин)

Изучены когомологии супералгебры Пуассона гладких функций с компактным носителем на суперпространствах размерности (m,n) для случая постоянной невырожденной скобки Пуассона. Оказалось, что размерности $(2,n)$ требуют отдельного рассмотрения, и что в этих размерностях у супералгебры Пуассона есть когомологии, не имеющие аналогов в суперпространствах с размерностями (m,n) при $m > 2$.
(С.Е. Конштейн, И.В. Тютин, совместно с А.Г. Смирновым)

При исследовании атома позитрония с помощью ультрарелятивистского предела уравнения Бетэ-Салпетера установлено, что в отсутствие магнитного поля существует

критическое значение константы электромагнитного взаимодействия $\alpha_{cr} > 1/137$, при достижении которого возникает падение на центр - падение электрона и позитрона друг на друга. При этом борковский радиус становится порядка комптоновской длины. Предложен двухмерный аналог такого же уравнения, являющийся уравнением струны, обслуживающий атом позитрония в бесконечно-сильном магнитном поле, в котором падение на центр происходит уже при любом $\alpha > 0$. Устанавливается критическое значение магнитного поля, обеспечивающее полную компенсацию массы покоя электрон позитронной пары дефектом масс. Обсуждается вопрос о существовании предельного магнитного поля в КЭД.

(А.Е. Шабад)

Симметрия между процессами, индуцируемыми зеркалом в двумерном и зарядом в четырехмерном пространстве-времени, распространена на процессы взаимодействия зеркала и заряда с полями, несущими пространственно подобные импульсы. Эти поля сопровождают свои источники и определяют матричные коэффициенты Боголюбова. Показано, что лоренц-инвариантные следы матрицы Боголюбова описывают векторное и скалярное взаимодействия ускоренного зеркала с равномерно движущимся детектором. Эта интерпретация основана на соотношении между пропагаторами волн с пространственно подобными импульсами в 2- и 4-мерных пространствах. Для двух важных траекторий зеркала с досветовыми скоростями концов в явно аналитической форме найдены следы матрицы Боголюбова, находящиеся в согласии с общим рассмотрением. Симметрия предсказывает одно и тоже значение $e_0 = \sqrt{\eta c}$ для электрического и скалярного зарядов в 3+1-пространстве. Выдвинуты аргументы в пользу того, что это значение и соответствующее значение $\alpha = 1/4\pi$ для постоянной тонкой структуры являются затравочными, неперенормированными значениями.

(В.И. Ритус)

Найдена феноменологическая трехгравитонная вершина, объясняющая все наблюдаемые эффекты общей теории относительности. В этой вершине гравитон взаимодействует с гравитационным тензором энергии-импульса, дающим положительную плотность энергии сферического тела. Положительность плотности гравитационной энергии приводит к ослаблению ньютоновского взаимодействия на малых расстояниях. Показано, что существовавшие до сих пор теоретико-полевые методы вывода уравнений Эйнштейна таковыми не являются. Они либо ошибочны, либо являются подгонкой под известный результат. С другой стороны, уравнения движения пробных частиц во внешнем гравитационном поле, полученные теоретико-полевым методом, точно совпадают с соответствующими уравнениями общей теории относительности. Показано, что теоретико-полевой тензор энергии-импульса гравитационного поля, найденный в $\$G^2\$$ приближении, вместе с тензором энергии-импульса частиц приводит к законам сохранения, содержащим уравнения движения пробных частиц во внешнем гравитационном поле в том же приближении.

(А.И. Никишов)

Изучено АдС/КТП соответствие в секторе квазиклассических струнных состояний с большими квантовыми числами. Был использован подход эффективного действия для когерентных состояний, с помощью которого было показано, что в двух лидирующих порядках по постоянной $t' \text{Хоофта}$ возникают одинаковые действия 2-х-мерной сигма модели (типа Ландау-Лифшица) для струны на $\text{АдС}_5 \times S^5$ и для гамильтониана интегрируемой спиновой цепочки, соответствующего оператору дилатации в $N=4$ суперсимметричной теории Янга-Миллса в пределе быстрых струн и, соответственно, длинных СЯМ-операторов. Изучена первая сублидующая (1-петлевая) поправка для большого спина. В лидирующем порядке установлено соответствие между энергией

квазиклассической струны и структурой, соответствующих когерентных СЯМ скалярных операторов.

А.А. Цейтлин)

*Сектор теории элементарных частиц
(Руководитель сектора - д.ф.-м.н. М.А. Соловьев)*

Опубликовано или направлено в печать 25 научные статьи сотрудников сектора; сотрудники принимали участие в 7 международных и российских конференциях (сделано 12 докладов).

Состав сектора:

члены академии	-	1
доктора наук	-	6
кандидаты наук	-	4
научные сотр.	-	1

Гранты и Программы:

РФФИ	-	7
научные школы	-	1
программы Президиума РАН	-	1
программы ОФН	-	1
иностранные гранты	-	2

Сформулирована ковариантная нелокальная модификация теории гравитации общего вида в приближении, квадратичном по кривизне. Продемонстрированы особенности включения в такую формулировку эйнштейновской теории, теории Паули-Фирца массивного гравитона, модели Двали-Габададзе-Поррати и ее комбинации с моделью Рэндалл-Сундрума, включающей бранное натяжение и индуцированный на бране член скалярной кривизны. Нелокальное эффективное действие, полученное ранее с помощью непертурбативной асимптотики позднего времени для ядра теплопроводности, обобщено на случай высших размерностей пространства-времени.

(А.О. Барвинский и Д.В. Нестеров)

Изучены особенности гамильтоновой редукции к физическим степеням свободы в секторе пространственно-однородной моды инфлатонно-гравитационной модели хаотической инфляции и показано, что, хотя эффект этого сектора ненаблюдаем (поскольку выходит за рамки горизонта), его роль может оказаться существенной на ранней квантовой стадии космологической эволюции.

(А.О. Барвинский)

В деситтеровском пространстве-времени обнаружены препятствия к переходу между ковариантными и унитарными калибровками в электродинамике, обусловленные инфракрасными расходимостями в решениях волновых

уравнений. Возможно, это является сигналом к нарушению деситтеровской инвариантности в ряде космологических задач.

(А.О. Барвинский)

Установлены соотношения между функциональными определителями дифференциальных операторов второго порядка в краевых задачах Дирихле и фон Неймана. Эти соотношения существенны при вычислении эффективного действия в бранных моделях теории гравитации и теории струн.

(А.О. Барвинский и Д.В. Нестеров)

Рассмотрены две бранные модели типа Рэндалл-Сундрума со специальным членом бранного действия, описывающим массу многоиндексного антисимметричного поля. Показано, что его наличие позволяет решить проблему стабилизации браны и выразить наблюдаемое большое значение отношения планковского и электрослабого масштабов через параметры исходной теории порядка единицы. В первой модели таким параметром является безразмерная константа взаимодействия дилатона с антисимметричным полем, а во второй - размерности дополнительных подпространств. Минимальная размерность пространства-времени, в которой достигается наблюдаемое значение массовой иерархии, равно 13 (4 измерения пространства-времени, одномерный тор, 7-мерная сфера и дополнительное измерение Рэндалл-Сундрума, ограниченное браной). Главным результатом является неаналитический характер зависимости вычисляемого значения массовой иерархии от исходных параметров теории.

(Б.Л. Альтшулер)

Для свободной локальной теории поля, ассоциированной с первично квантованной системой со связями, сформулирована кохомологическая процедура исключения обобщенных вспомогательных полей. Предложена некоторая универсальная производящая теория поля, переход к которой отвечает расширению первично квантованной системы, аналогичному расширению, используемому в квантовании Федосова. Построена производящая теория для модели Фронсдала полей высших спинов и показано, что ее различные редукции приводят как к исходной модели, так и к развернутой формулировке теории полей высших спинов.

(М.А. Григорьев, А.М. Семихатов и И.Ю. Типунин совместно с G. Varnich, Брюссельский ун-т, Бельгия)

Показано, что инвариантные относительно полупростой алгебры Ли уравнения находятся во взаимно однозначном соответствии с кохомологиями радикала ее параболической подалгебры, вычисленными с коэффициентами в представлениях из некоторого класса. Результаты применены к классификации всех конформно-инвариантных уравнений в d измерениях.

(И.Ю. Типунин совместно с М.А. Васильевым и О.В. Шейнкманом)

Построен и изучен класс функций с нарушенной двояко-квазипериодичностью, возникающих при исследовании ряда моделей конформной теории поля - функций Апеля высших уровней. На этой основе вычислены модулярные преобразования характеров аффинной супералгебры Ли $sl(2|1)$. Тем самым впервые исследован вопрос о модулярной инвариантности в нерациональной конформной теории поля, число представлений в которой бесконечно велико из-за действия автоморфизмов алгебры симметрий.

(А.М. Семихатов и И.Ю. Типунин, совместно с Anne Taormina, ун-т г. Дарем, Англия)

Построена серия W -алгебр, обобщающих аффинную алгебру Ли $sl(2)$. Эти алгебры определены как централизатор некоторой квантовой супергруппы, и для их генераторов найдена явная конструкция в терминах свободных полей. Данная конструкция дает новый пример функториального соответствия между квантовыми (супер)группами и киральными алгебрами, обобщая его на случай наличия фермионных экранирующих операторов.

(А.М. Семихатов, совместно с Б.Л. Фейгиным)

Предложена общая схема проверки АдС/КТП соответствия, основанная на применении теории интегрируемых систем. В рамках этой схемы построены общие решения уравнений, отвечающих перенормировке простейших длинных скалярных операторов в $N=4$ суперсимметричной теории Янга-Миллса и рассмотрены новые конкретные примеры.

(А.В. Маршаков, совместно с В.А. Казаковым, Высшая нормальная школа, Париж, Франция и К. Зарембо, ун-т г. Упсала, Швеция)

Найдены и исследованы струнные решения в $N=1^*$ суперсимметричной калибровочной теории, построено их эффективное описание с точки зрения мировой поверхности струны и получены формулы для масс монополей в фазе конфайнмента.

(А.В. Маршаков, совместно с В. Марковым и А.Юнгом, ин-т Ядерной физики, С.-Петербург)

Получен ряд новых теорем, обобщающих теорию распределений на более широкие классы функционалов и необходимых для последовательной операторной реализации квантовополевых моделей с сингулярным инфракрасным и/или ультрафиолетовым поведением. Результаты применены к нелокальным моделям и к теориям с индефинитной метрикой. Установлена эквивалентность формулировок нелокальной квантовой теории поля, использующих разные классы аналитических пробных функций, что приводит к гибкому исчислению и значительно упрощает вывод физических следствий теории.

(М.А. Соловьев)

Исследованы квантовые деформации невырожденной суперскобки Пуассона, заданной на гладких функциях с компактным носителем со значениями в алгебре Грассмана. Вычислены низшие пространства когомологий соответствующей пуассоновой супералгебры с коэффициентами в тривиальном и присоединенном представлениях. Показано, что имеются дополнительные деформации, не эквивалентные стандартной мoyalовской.

(А.Г. Смирнов, совместно с И.В. Тютиным и С.Е. Конштейном)

Доказана эквивалентность многофотонных функций Грина в статистических квантовых теориях поля в формулировках Даффина-Кеммера-Петью и Клейна-Гордона-Фока. При доказательстве использовался формализм функционального интеграла для производящего функционала в статистической КТП при конечной температуре. В качестве иллюстрации в обеих теориях вычислены поляризационные операторы в однопетлевом приближении и продемонстрировано их совпадение.

(В.Я. Файнберг)

*Сектор физики высоких энергий
(Руководитель сектора д.ф.-м.н. И.В. Андреев)*

Опубликовано или направлено в печать 13 научных статей сотрудников сектора; сотрудники принимали участие в 7 международных и российских конференциях (сделано 7 докладов).

Состав сектора:

члены академии	-	1
доктора наук	-	5
кандидаты наук	-	2

Гранты и Программы:

РФФИ	-	4
научные школы	-	1

Предложена модель адронных взаимодействий, согласно которой эти взаимодействия представляются как система парных партонных столкновений. Окончательное распределение по множественности описывается сверткой отрицательных биномиальных распределений для каждого партонного столкновения. Полученные распределения и их моменты хорошо согласуются с экспериментальными данными для протон-антипротонных столкновений при высоких энергиях. На основе энергетической зависимости параметров распределения, следующей из анализа экспериментальных данных, сделаны предсказания для строящегося в ЦЕРНе ускорителя LHC.

(И.М.Дремин, В.А.Нечитайло)

Предложен метод расчета вкладов широких (короткоживущих) адронных резонансов в множественность непосредственно наблюдаемых (долгоживущих) частиц, продуцируемых в ходе соударений тяжелых ядер. Для иллюстрации эффективности этого подхода, явно учитывающего определенную роль массивных конституентных кварков как реальных квазичастиц, в качестве примера рассчитан выход $K_0^*(892)$ -мезонов. Предсказан ожидаемый полный выход $K_0^*(1400)$ -мезонов и характерная форма соответствующего дифференциального распределения в пределах ширины этого резонанса. Обсуждается возможное влияние особенностей суб-адронного фазового состояния ядерной материи на генерацию короткоживущих мезонов в ходе адронизации.

(И.И.Ройзен)

Построены и исследованы общие решения матричных моделей, используемых для описания низкоэнергетического предела суперсимметричных калибровочных теорий.

(А.Д.Миронов)

Корреляционные методы, использованные в физике высоких энергий, были применены для анализа биржевых данных. Предложено уравнение, описывающее их эволюцию.

(И.М.Дремин, А.В.Леонидов).

*Сектор взаимодействия радиоволн с плазмой
(Руководитель сектора академик РАН А.В. Гуревич)*

Опубликовано или направлено в печать 19 научных статей сотрудников сектора; сотрудники принимали участие в 12 международных и российских конференциях (сделано 35 докладов).

Состав сектора:

члены академии	-	1
доктора наук	-	4
кандидаты наук	-	3
научные сотрудники	-	2
аспиранты	-	1
студенты	-	6

Гранты и Программы:

РФФИ	-	1
научные школы	-	2
программы Президиума РАН	-	1
программы ОФН	-	2
федеральная целевая программа	-	1
иностранные гранты	-	3
персональные стипендии	-	5

Построена кинетическая теория сильной ленгмюровской турбулентности, возбуждающейся в узкой области отражения мощной обыкновенной радиоволны в ионосферной плазме. Учтены как условия повторного возвращения частиц в слой ленгмюровской турбулентности, так и условия их возможной гибели вне этого слоя. Определены структура и количество кавитонов, возникающих в развитой стадии турбулентности. Исследовано ускорение электронов, и показано, что возникает значительный квазитепловой 'хвост' у функции распределения, имеющий эффективную температуру в 50–100 раз превышающую температуру плазмы. Область, занятая ускоренными электронами, в сотни раз превосходит толщину слоя ленгмюровской турбулентности. Показано, что результаты теории находятся в хорошем соответствии с ускорением электронов и со свечением плазмы, наблюдаемым в ионосферных экспериментах.

(А.В. Гуревич, К.П. Зыбин)

Разработана теория особого вида электрического разряда в грозовых облаках, генерируемого в результате совместного действия пробоя на убегающих электронах (ПУЭ) и широкого атмосферного ливня (ШАЛ) космической частицы высокой энергии. В результате этого воздействия ожидается гигантское увеличение числа релятивистских и тепловых электронов а также гамма и радио излучений. Разработанная теория сопоставлена с результатами наблюдений на Тянь-Шаньской высокогорной научной станции ФИАН, с радионаблюдениями начала молниевое разряда и с наблюдениями при помощи установок LASA, EDOT и спутника FORTE узких биполярных импульсов (УБИ) радиоизлучения. УБИ генерируются в грозовых облаках в верхней атмосфере, имеют длительность меньше 10 мкс и гигантскую мощность 100–300 ГВт. Они не сопровождаются сколько-нибудь сильным оптическим свечением. Таким образом, электрические разряды, в которых рождаются УБИ, имеют иной физический механизм, чем молнии. Показано, что наблюдаемые свойства УПИ находятся в согласии с теорией ПУЭ-ШАЛ разряда. На основе разработанной теории предложен новый метод регистрации космических частиц сверхвысоких энергий 10^{18} – 10^{19} эВ.

(А.В. Гуревич, К.П. Зыбин)

Проведена обработка результатов измерений, выполненных в 2003 г. на Тянь-Шаньской высокогорной научной станции ФИАН, по поиску корреляций времен прихода коротких биполярных импульсов радиоизлучения (БПИ) с моментами формирования триггера от распределенной системы счетчиков Гейгера-Мюллера, фиксировавшей приход широко пространственно распределенного потока высокоэнергичных частиц. Обнаружено 150 случаев в течение двух наблюдавшихся гроз, когда БПИ приходили за менее чем 100 мкс до срабатывания триггера. Не найдено случаев прихода БПИ в отсутствие грозовых условий. Полученные данные соответствуют предсказаниям теории пробоя на убегающих электронах. Одним из условий такого пробоя является наличие затравочных высокоэнергичных (~1 МэВ) частиц, например вторичных частиц космических лучей.

Установлено, что задержки срабатывания триггера по отношению к БПИ распределены практически равномерно в пределах 100 мкс. При характерной скорости распространения широкого атмосферного ливня космических лучей (ШАЛ) порядка скорости света это соответствует расстоянию между источниками этих сигналов в несколько десятков километров. Сделан вывод, что большая величина задержек противоречит трактовке срабатывания триггера как сигнала непосредственного прохождения ШАЛ. Предложена интерпретация полученных данных, состоящая в том, что регистрировалось не прямое прохождение ШАЛ через установку, а диффузное гамма излучение, рождающееся в удаленном грозовом облаке во время разряда, вызванного прохождением через него ШАЛ при этом предполагается выполненным другое условие пробоя на убегающих электронах: величина электрического поля должна превышать критическое значение.

(А.В. Гуревич, К.П. Зыбин, М.О. Птицын)

Рассмотрена задача о росте сверхмассивной черной дыры как за счет поглощения как звезд так и темной материи. В реальных условиях частота соударений звезд и частиц темной материи со звездами мала по сравнению с периодом осцилляций звезд и частиц в самосогласованном потенциале. Поэтому необходимо провести процедуру усреднения кинетического уравнения по осцилляциям. Получено усредненное кинетическое уравнение и выписаны все кинетические коэффициенты. Вычислен поток звезд и темной материи на центральную черную дыру. Показано, что центральная черная дыра в результате такого процесса может вырасти до $10^7 - 10^8$ масс Солнца. При этом, согласно теории, большую часть массы черной дыры составляет темная материя. Оценка потока звезд, показывает, что рассматриваемая модель согласуется в среднем с активностью галактических центров.

Рассмотрена задача о росте маломассивной черной дыры за счет поглощения звезд и темной материи. Данная задача существенно отличается от рассмотренной выше. Дело в том, что хотя частота соударений мала по сравнению с частотой осцилляций, но поглощение частиц определяется крайне малым фазовым объемом. В результате, в области поглощения необходимо учитывать рассеяние частиц в течении одного периода. Получено кинетическое уравнение, описывающее такой процесс и начат его анализ.

(А.С. Ильин, К.П. Зыбин, А.В. Гуревич)

Построена последовательная двумерная теория внутренних областей тонких транзвуковых гидродинамических аккреционных дисков. В частности, найдена форма звуковой поверхности, а также определена структура баллистических траекторий в сверхзвуковой области. Показано, что модель может легко объяснить тонкую временную структуру вспышек, регистрируемых в Галактическом центре.

(В.С. Бескин)

Рассмотрен вопрос о статистическом распределении потухших радиопульсаров, находящихся на стадии эжектора. Важным элементом, отличающим наше исследование

от других работ, является последовательный учет эволюции угла наклона магнитной оси к оси вращения. Найдено распределение потухших радиопульсаров в зависимости от периода вращения для двух моделей: модели с затрудненным выходом частиц с поверхности нейтронной звезды и модели со свободным выходом. Показано, что полное число потухших радиопульсаров оказывается значительно меньше по сравнению с моделью, в которой эволюцией угла наклона осей пренебрегается. Это связано с тем, что при учете эволюции угла наклона осей переход на стадию пропеллера происходит при существенно меньших периодах вращения нейтронной звезды $P \sim 5-10$ с), чем это предполагалось ранее.

(В.С. Бескин)

Исследована нелинейная эволюция токового слоя, возникающего при взаимодействии ударной волны взрыва сверхновой с замагниченной звездой - компаньоном звезды предсверхновой. Показано, что в рамках идеальной МГД происходит образование особенности типа опрокидывания в течение конечного времени. Вблизи момента опрокидывания происходит ускорение частиц с образованием плато на их функции распределения.

(Я.Н. Истомин)

Показано, что радиус кривизны магнитных силовых линий в полярной области магнитосферы вращающихся замагниченных нейтронных звезд может быть значительно меньше, чем радиус кривизны, оцениваемый из предположения, что магнитное поле является дипольным. Магнитное поле в полярной шапке искажается тороидальными электрическими токами, текущими в поверхностных слоях нейтронной звезды. Эти токи замыкают электрические токи, возникающие в магнитосфере при генерации электронно-позитронной плазмы. Из-за уменьшения радиуса кривизны магнитных силовых линий рождение электронно-позитронной плазмы становится возможным даже для медленно вращающихся нейтронных звезд, $P < 10$ сек.

(Я. Н. Истомин)

Рассмотрена тесная двойная система нейтронных звезд, являющихся радиопульсарами PSR J0737-3039 A,B. На основе анализа наблюдений показано, что ветер от пульсара 'А', являющегося более мощным, чем пульсар 'В', сильно искажает магнитосферу пульсара 'В'. Внутри светового цилиндра радиопульсара 'В' образуется ударная волна, разделяющая релятивистский ветер 'А' от коротящей магнитосферы 'В'. Также образуется слабо расходящийся 'хвост' магнитного поля, в котором запасена магнитная энергия порядка 10^{30} эрг. В результате пересоединения магнитных силовых линий в 'хвосте' эта энергия может высвободиться за короткое время порядка 0.1 сек, что приведет к вспышке электромагнитного излучения в диапазоне 100 КэВ с наблюдаемым на Земле потоком $4 \cdot 10^{-11}$ эрг/см² сек}. Такие вспышки будут происходить не регулярно, как происходят магнитные суббури в магнитосфере Земли.

(Я.Н. Истомин)

Группа академика В.Л.Гинзбурга

Опубликовано или направлено в печать 12 научных статей сотрудников сектора; сотрудники принимали участие в 3 международных и российских конференциях (сделано 3 доклада).

В.Л. Гинзбург:

Более 20 научно-популярных, методических и публицистических статей в периодической печати.

Состав сектора

члены академии	-	1
доктора наук	-	2
кандидаты наук	-	6
аспиранты	-	1
студенты	-	5

Гранты и Программы:

РФФИ	-	3
стипендии фонда "Landau"	-	2
научные школы	-	1
программы Минпромнауки	-	1

Получено эффективное действие, описывающее статистику флуктуаций тока в мезоскопических проводниках при произвольных частотах и при наличии взаимодействия. С помощью найденного действия была проанализирована частотная зависимость третьего кумулянта. Дисперсия оказывается важной при частотах порядка приложенного напряжения. Выведено обобщение действия Амбегаокара-Экерна-Шена для случая малых прозрачностей вплоть до второго порядка (по прозрачности). Вычислена асимптотика нечетных корреляторов тока в области высоких частот. Проанализировано влияние поправки, отвечающей поправке Альтшулера - Аронова к плотности состояний, на проводимость туннельного контакта сверхпроводник-нормальный металл в подщелевой области напряжений. Эта поправка уменьшается при напряжениях, превосходящих энергию Таулеса.

(А.В. Галактионов, работы совместные с Д.С. Голубевым и А.Д. Заикиным)

Исследованы примесные квазичастичные состояния на поверхности сверхпроводника с d-спариванием с учетом их гибридизации с поверхностными Андреевскими состояниями. Найдена энергия связанного состояния на примеси в зависимости от расстояния от поверхности сверхпроводника до примеси, силы примесного рассеивающего потенциала и ориентации поверхности по отношению к кристаллическим осям сверхпроводника. Проанализировано влияние одиночной примеси, локализованной вблизи поверхности сверхпроводника с d-спариванием на локальную плотность состояний на поверхности и вольт-амперные характеристики туннельных SIN - контактов. Рассмотрен также обратный предельный случай большой поверхностной концентрации дефектов. В этом случае вид и форма вольт-амперных характеристик SIN - контактов оказываются очень чувствительными к взаимной ориентации кристаллических осей сверхпроводника и поверхности контакта. Результаты исследований опубликованы и вошли в кандидатскую диссертацию "Влияние андреевских связанных состояний на глубину проникновения магнитного поля и туннельные характеристики сверхпроводников с анизотропным спариванием". В настоящее время основной темой исследования является изучение неравновесных эффектов в сверхпроводниках. В частности исследуется задача протекания тока при наличии электрического поля и изменения температуры вдоль сверхпроводника. Хотя теоретическое рассмотрение термоэлектрического эффекта в сверхпроводниках было проведено около 30 лет назад, этот эффект попрежнему вызывает интерес из-за значительного несогласия теории с известными сейчас экспериментальными результатами.

(М.С. Каленков)

На основе уравнений Гинзбурга-Ландау изучалось критическое состояние сверхпроводящей пластины, помещенной во внешнее магнитное поле, параллельное ее поверхности и несущей транспортный ток, направление которого перпендикулярно направлению внешнего магнитного поля. Получены температурные зависимости критического тока распаривания при различных значениях величины внешнего магнитного поля и толщины пластины. Показано, что выражение для критического тока Гинзбурга-Ландау в отсутствие внешнего магнитного поля справедливо для пленок с толщиной, сравнимой с длиной когерентности и глубиной проникновения магнитного поля. Эта работа входит в серию работ, проводившихся Г.Ф.Жарковым с его соавторами, по математическому моделированию поведения сверхпроводящих образцов конечных размеров в рамках теории Гинзбурга-Ландау. Численные расчеты сложных нелинейных задач в этой области – важный вклад Г.Ф.Жаркова в теорию сверхпроводимости. Г.Ф.Жарков сделал обзор этих работ на научной сессии Отделения физических наук РАН 21 апреля 2004 г. (Опубликовано в журнале «Успехи физических наук», том 174, номер 9, 2004 г.). Повидимому последней направленной в печать работой Г.Ф.Жаркова следует считать его работу: “Superconducting states of the cylinder with a single vortex in magnetic field according to the Ginzburg-Landau theory”, “Central European Journal of Physics”, 2004. Статья принята для опубликования. Еще одна статья, подготовленная Г.Ф.Жарковым в 2004 г. совместно с сотрудником ВЦ РАН А.Л.Дышко, «Аналитико-численные исследования нелинейной краевой задачи для сверхпроводящей пластины в магнитном поле», будет направлена в «Журнал вычислительной математики и вычислительной физики» в 2005 г. Последний научный доклад Г.Ф.Жаркова с его соавторами А.Ю.Цветковым и А.Н.Лыковым «Критический ток сверхпроводящих пленок» сделан на Первой международной конференции «Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости», Москва-Звенигород, 18-22 октября 2004 г. (опубликовано в Сборнике расширенных тезисов этой конференции).

(Г.Ф. Жарков, совместно с сотрудниками ОФТТ ФИАН А.Ю.Цветковым и А.Н. Лыковым)

Исследовался характер взаимодействия частиц темной материи, составляющих гало галактики, со сверхмассивной черной дырой, находящейся в центре галактики. Ранее был рассчитан темп поглощения темной материи черной дырой за счет диффузии частиц темной материи по угловому моменту и радиальному действию – из-за их гравитационного рассеяния на звездах ядра галактики. Эта работа продолжалась в 2004 г. Было найдено, что при достаточно больших значениях радиального действия частиц темной материи (т.е. для орбит большого размера) поглощение их черной дырой уже нельзя рассматривать в диффузионном приближении. Показано, что поток темного вещества в черную дыру оказывается значительно меньшим в этом случае (примерно на порядок), нежели в диффузионном приближении. Это означает, что основной вклад в массу центральной черной дыры вносит барионное вещество. Готовится к печати статья в «Письма в ЖЭТФ». Продолжается работа над задачей о влиянии диффузии по радиальному действию на поток темного вещества в черную дыру. По физическому смыслу этот эффект есть гравитационный нагрев темного вещества звездами ядра галактики.

(М.И.Зельников, Е.А. Васильев)

Сделаны оценки, связанные со специфическими фазовыми превращениями и энерговыделением в вырожденных сверхплотных барионных и кварковых звездах. Процессы, происходящие в нейтронных и, возможно, нейтронно-кварковых звездах способны поддерживать светимость таких звезд на гораздо больших временных масштабах, чем это считалось раньше. Сделанный ранее вывод о вероятном существовании нового класса нейтронно-кварковых и кварковых конфигураций, занимающем свое место между стандартными нейтронными звездами и черными дырами, повидимому подтверждается соображениями об устойчивости таких

конфигураций. Все эти идеи связаны с «низкотемпературными» эффектами – вероятным существованием «цветовой сверхпроводимости» и «квантовой кристаллизацией» сверхплотных конфигураций. Рассмотрена аналогия так называемых кинетических доменных структур, предложенных около 30 лет назад Л.Э.Гуревичем и его сотрудниками (ЛФТИ им.А.Ф.Иоффе), с «более обычными» доменными структурами в сверхпроводниках и магнетиках. Кинетические доменные образования возникают в проводящих средах при наличии магнитного поля и потоков разной природы в стационарном режиме. Такие эффекты изучались для металлов, полупроводников, обычных и вырожденных звезд. Вариации магнитных полей и температур могут привести к специфическим фазовым переходам от кинетических структур к «обычным» доменным. Именно это – предмет изучаемых сейчас задач.

(Ю.М. Брук)

Продолжены исследования процессов рождения, ускорения и кинетики распространения космических лучей в Галактическом диске, в гало Галактики и в межзвездных плазменных образованиях. Основная цель исследований – попытки согласования теоретических схем с реально наблюдаемыми характеристиками космических лучей.

Сделаны попытки оценить интенсивность гамма-излучения из гигантских молекулярных облаков, связанного с ускорением заряженных частиц и турбулентными потоками в таких облаках. Рассмотрены также проблемы гамма-излучения из галактических кластеров.

(В.А. Догель)

Изучалась проблема разрушения когерентности в ферми-системах при низких температурах. В разработанном ранее формализме матрица плотности многочастичной системы выражается через одночастичные континуальные интегралы. Их анализ показывает, что характерная картина разрушения когерентности, свойственная модели Калдейры-Леггетта, видимо не имеет места в более общих случаях и связана с упрощенным описанием взаимодействия со средой в этой модели, справедливым лишь при достаточно высоких температурах. Вместе с тем оказалось, что, хотя длинноволновые свойства более реалистических моделей и демонстрируют выход на поведение, описываемое эффективно массой, этот выход может осуществляться в ряде случаев неожиданно медленно, т.е. лишь на очень больших масштабах. В настоящее время изучается вопрос о том, не может ли указанная особенность имитировать разрушение когерентности на промежуточных масштабах, при сохранении обычного когерентного квазичастичного описания в строгом математическом смысле.

(С.М. Апенко)

*Сектор теории сверхпроводимости
(Руководитель сектора . д.ф.-м.н. проф. Е.Г. Максимов)*

Опубликовано или направлено в печать 17 научных статей сотрудников сектора; сотрудники принимали участие в 4 международных и российских конференциях (сделано 5 докладов).

Состав сектора:

доктора наук	-	4
кандидаты наук	-	5
аспиранты	-	2

Гранты и Программы:

РФФИ	- 1
программы Президиума РАН	- 2
грант ОФН	- 1
иностранные гранты	- 1

Проведены совместно с экспериментаторами исследования сверхпроводящих свойств системы $Mg_{1-x}Al_xB_2$. Изучены зависимости двух сверхпроводящих щелей от концентрации Al. Показано, что большая щель резко уменьшается при увеличении x , а малая щель вплоть до $x=0.4$ практически не изменяется. Природа этого поведения объяснена малой величиной гибридизации электронных зон. Проведен анализ особенностей туннельных спектров и впервые показано наличие в них эффектов, обусловленных взаимодействием тока Джозефсона с коллективными возбуждениями сверхпроводящего конденсата (мод Леггетта).
(Е.Г. Максимов)

Совместно с экспериментаторами изучена фазовая диаграмма кальция до давлений $=10$ ГПа. Проведены расчеты электронных спектров, свободной энергии и электросопротивления. Теоретические расчеты находятся в разумном согласии с экспериментальными данными.
(Е.Г. Максимов совместно с М.В. Магницкой)

Изучена зависимость глубины проникновения магнитного поля в сверхпроводники от величины критической температуры T_c . Показано, что наблюдаемая экспериментально линейная связь между глубиной проникновения и T_c может быть легко объяснена в рамках простейших моделей без привлечения, как это часто делается в литературе, каких-либо экзотических механизмов. Подобное поведения глубины проникновения означает просто переход сверхпроводника в т.н. «грязный предел» при уменьшении T_c .
(Е.Г. Максимов)

Проведены микроскопические первопринципные расчеты электронных и фононных спектров NbC. Вычислены спектральные плотности электрон-фононного взаимодействия и на их основе сверхпроводящие и кинетические характеристики данного металла. Проведен анализ возможностей повышения T_c в соединениях переходных металлов с легкими элементами. Указан возможный кандидат, у которого могут существовать достаточно высокие T_c , а именно карбид иттрия.
(Е.Г. Максимов совместно с М.В. Магницкой)

Развит метод представления оператора умножения на функцию в вейвлет базисе, сохраняющий унитарность с машинной точностью, а не с точностью, соответствующей сеточному представлению потенциала. Это позволило завершить создание программного комплекса для расчета свойств твердого тела в рамках теории функционала плотности. При этом может быть рассчитана не только полная энергия и силы, действующие на атомы, но и элементы динамической матрицы колебаний.
(О.В. Иванов)

Развивались методы расчета каскада атомных смещений в веществе. Создан метод описания процессов, происходящих на квазитермодинамической стадии каскада корпусных столов и дополнение к описанию баллистической стадии, развитой ранее. Для проверки представлений о каскаде в графите проведены расчеты распределения

зарядов различных ионов после прохождения графитовых фольг. Получено хорошее согласие с экспериментом.

(О.В. Иванов)

На основе измерений, выполненных на Брукхэвенском синхротроне (США), определены оптические константы химически активных материалов Sc, Ti и La в интервале энергий от 18 эВ до 400 эВ. Для этого разработан специальный метод, позволяющий исключить атмосферное загрязнение поверхности образцов.

(Ю.А. Успенский)

Теоретически показано, что многослойные структуры на основе обедненного урана очень перспективны для создания оптики нормального падения, работающей в интервале длин волн 3-5 нм.

(Ю.А. Успенский)

Исследована проблема несовпадения полос отражения зеркал в 2-х зеркальной оптической системе, работающей на длинах волн 3-5 нм. Данная проблема характерна для всей коротковолновой рентгеновской оптики нормального падения. Она связана с малой шириной полосы отражения, сравнимой со случайным разбросом полос зеркал из-за технологических ошибок изготовления. Нами показано, что использование аperiодических многослойных покрытий позволяет существенно снизить остроту проблемы и создать хорошие оптические системы при существующем уровне технологии.

(Ю.А. Успенский)

Другая группа исследований относится к разбавленным магнитным полупроводникам, являющимся наиболее перспективными материалами для создания спинтронных устройств. Методом функционала спиновой плотности с учетом релятивистских эффектов были изучены электронная структура, магнитное упорядочение и оптические свойства магнитных полупроводников II-VI и IV групп легированных атомами 3d-переходных металлов. Было показано, что обменное взаимодействие между 3d-атомами имеет сложную осциллирующую зависимость от расстояния, что определяет сильное влияние пространственного распределения примесных атомов на магнитные свойства полупроводника. В углероде, имеющем малый атомный объем, атом 3d-металла замещает не один, а два атома, что резко меняет магнитный момент и обменное взаимодействие примесных магнитных атомов. В частности, для атомов Mn обменное взаимодействие оказывается близким к нулю.

(Ю.А. Успенский)

*Сектор теории твердого тела
(Руководитель сектора - д.ф.-м.н. Б.А.Волков)*

Опубликовано или направлено в печать 3 научных статьи сотрудников сектора; сотрудники принимали участие в 4 международной конференции (сделано 3 доклада).

Состав сектора:

члены академии	-	1
доктора наук	-	1
кандидаты наук	-	4
научные сотрудники		1
аспиранты	-	0
студенты	-	2

Гранты и Программы:

РФФИ	-	2
научные школы	-	1
программы Президиума РАН	-	1
программы ОФН	-	1

Было исследовано взаимодействие экситонов в квантовой точке с электромагнитным полем в микрорезонаторе. Теоретически показано, что в условиях сильной связи экситона с полем кардинально меняются условия излучения за счет обратимого обмена энергией между полем и экситоном. Такое когерентное взаимодействие двух подсистем может использоваться в «квантово-информационных» устройствах. На основании теоретических расчетов было впервые обнаружено экспериментально такое сильное когерентное взаимодействие экситонов и излучения в полупроводниковых микрорезонаторах.

(Л.В. Келдыш)

Для теоретического описания туннельных процессов с учетом электрон-фононного взаимодействия в полупроводниковых системах с квантовыми ямами и инверсными слоями была построена система кинетических уравнений для электронных и фононных функций Грина. Эта система уравнений получена с помощью диаграммной техники для неравновесных процессов и полностью описывает квантовую динамику как электронов так и фононов без использования квазиклассического приближения. Решение этих уравнений в аналитическом виде возможно в некоторых предельных случаях. В общем случае численное решение этих уравнений позволяет рассчитать вольт-амперные характеристики для различных структур и объяснить некоторые из наблюдаемых особенностей.

(П.И. Арсеев)

Для описания неравновесных эффектов в сильнокоррелированных электронных системах с сильным кулоновским взаимодействием, была развита диаграммная техника, основанная на введении псевдочастичных (нефизических) состояний в теорию. Эта техника обобщает диаграммную технику для неравновесных процессов на случай, когда есть ограничения на пространство возможных состояний, по которым проводится квантовомеханическое усреднение. Сформулированы правила построения диаграмм при явном учете таких ограничений. Продемонстрирована возможность теоретического описания в рамках такой диаграммной техники туннельных переходов через примесные состояния в режиме переменной валентности.

(П.И. Арсеев)

Был предложен метод построения линейного отклика сверхпроводников на электромагнитное поле, позволяющий получить ответ в явно калибровочно-инвариантном виде. Сверхпроводник рассмотрен в рамках модели БКШ, для которой выполнение условий калибровочной инвариантности является не вполне тривиальным. Предложенный подход автоматически включает в рассмотрение учет коллективных возбуждений в сверхпроводнике, что, как известно необходимо для выполнения уравнений непрерывности (закона сохранения заряда). Для пространственно ограниченных сверхпроводников в данном методе возникают уравнения на фазу

параметра порядка, допускающие нетривиальные решения, что может сильно модифицировать, так называемую, поперечную часть отклика.

(П.И. Арсеев, С.О. Лойко, Н.И. Федоров)

*Сектор теоретической биофизики
(Руководитель сектора - д.ф.-м.н. Д.С. Чернавский)*

Опубликовано или направлено в печать 20 научная статья сотрудников сектора; сотрудники принимали участие в 9 международных и российских конференциях (сделано 12 докладов).

Состав сектора:

доктора наук	-	3
кандидаты наук	-	1
аспиранты	-	1
студенты	-	2

Гранты и Программы:

РФФИ	-	4
РГНФ	-	1
научные школы	-	1
программы Президиума РАН	-	
программы ОФН	-	

Было продолжено исследование механизмов развития неустойчивости однородного пространственного распределения нелинейных подвижных взаимодействующих между собой элементов и их перехода в неоднородное пространственно-распределенное состояние. Ранее на примере пространственно одномерной модели нами было показано, что направленные навстречу друг другу конвективные потоки ингибиторной переменной могут приводить к нарушению устойчивости однородного состояния в пространственно-распределенной системе. На настоящем этапе был рассмотрен более реалистичный двумерный случай. Исследования проводились на конкретном примере разработанной нами модели электро-химических структур, возникающих на поверхности клетки водоросли *Chlorella* под действием света. Переменными модели являются концентрации ионов водорода во внеклеточной среде и молекул АТФ и CO_2 внутри клетки. Существенной особенностью модели является то, что она учитывает наличие в клетке потоков цитоплазмы (циклозиса), наблюдаемых в эксперименте. Именно эти потоки, как было показано нами, способствуют развитию неустойчивости однородного распределения трансмембранных потоков ионов и возникновению перемежающихся кислотных и щелочных зон. Численно были исследованы особенности возникающей структуры в зависимости от геометрии области, а именно от длины и диаметра клетки. Было показано, что стационарные структуры возникают в случае достаточно узкой области (малого диаметра клетки), что соответствует ее реальным размерам. Численные расчеты модели показали, что если бы толщина клетки была больше, то вместо стационарных кислотных и щелочных зон на поверхности клетки возникали бы дрейфующие навстречу друг другу структуры.

(А.А. Полежаев)

Продолжены исследования динамики систем, в которых отдельные элементы одинаковы (или почти одинаковы), двумерны и могут находиться как в автоколебательном, так и в возбужденном состояниях. В этом году была детально изучена

динамика цепочки из четырех осцилляторов ФХН в широком интервале сил связи. Помимо ожидаемых антифазных решений, обнаружены три семейства устойчивых предельных циклов, представители которых различаются числом вспышек быстрой переменной как у соседних элементов, так и в течение одного периода. Вычислены границы устойчивости аттракторов и обнаружены области их сосуществования. При относительно слабых связях большим бассейном притяжения обладает аттрактор, условно обозначаемый 2112, в котором период состоит из двух существенно разных межвспышечных интервалов первого и четвертого осцилляторов и одного интервала во втором и третьем элементе цепочки. При больших связях, исследования которых вблизи бифуркации раньше вообще не встречались в литературе, сосуществуют два типа аттракторов: 3223 и N11N, где N-нечетное число, максимальное значение которого определяется близостью параметра A к границе генерации колебаний. При больших N периоды колебаний очень велики, и существуют такие интервалы сил связи, где второй и третий осцилляторы вообще не генерируют вспышек (режим 1001), совершая небольшие противофазные колебания вблизи точки генерации вспышки. Роль таких решений в реальных процессах еще предстоит выяснить.

(Е.И. Волков)

С помощью двумерной многокомпонентной феноменологической модели роста опухоли в гетерогенном окружении было показано, что направленный рост и движение опухоли в ткани возможно и в отсутствие хемотактической подвижности ее клеток. Этот результат дает альтернативное объяснение хорошо известному в медицине явлению прорастания злокачественных новообразований в сторону кровеносных сосудов. Предложен механизм, объясняющий это явления не за счет направленного движения опухолевых клеток по градиенту хемоаттрактанта, а за счет гетерогенности окружения опухоли, в котором из равномерно распространяющихся клеток опухоли выживают только клетки находящиеся в более благоприятных условиях – вблизи сосудов.

(А.В. Колобов, А.А. Полежаев)

В условиях голодания популяции амёб *Dictyostelium discoideum* агрегируют, образуя многоклеточные ансамбли, вследствие возникновения в среде волн циклического АМФ, производимого самими клетками. Как правило, наблюдается два типа волн: спиральные и концентрические, при этом иногда происходит переход от одного вида структур к другому. На основе предложенной нами ранее модели агрегации *D. discoideum* дается объяснение механизма такого перехода. Показано, что плотность клеток может рассматриваться как эффективный бифуркационный параметр, в определенных условиях переводящий активную среду из возбужденного в колебательное состояние, причем частота колебаний пропорциональна квадратному корню величины плотности клеток. Таким образом, области с наибольшей плотностью клеток, возникшие на предыдущих этапах перераспределения клеток, начинают играть роль пейсмейкеров, порождающих кольцевые волны. Эти аналитические результаты были подтверждены численными экспериментами.

(А.А. Полежаев)

Продолжены работы по теоретическому исследованию макромолекулярных конструкций (белков – ферментов) Проведен критический анализ новых экспериментальных данных. Показано, что они хорошо согласуются с теоретической концепцией «Белок – Машина».

(Д.С. Чернавский)

Продолжено исследование туннельного переноса электрона в биологических объектах. Показано, что в первичных стадиях фотосинтеза (в фемтосекундном диапазоне) должны возникать квантовомеханические колебания. Теоретические результаты

удовлетворительно согласуются с полученными недавно экспериментальными данными.

(Д.С. Чернавский)

Продолжены работы по динамической теории информации. В рамках модели борьбы условных информации рассмотрен вопрос о возникновении биологической асимметрии. Та же модель применена для описания макроисторических событий (образование и взаимодействие крупных государств в течение столетий). Рассмотрен вопрос о функционировании денег, как условной информации.

(Д.С. Чернавский)

Продолжено исследование перемешивающего слоя с целью обнаружения признаков момента выхода из него («момента истины»). В рамках этого подхода рассмотрены примеры научного творчества.

(Д.С. Чернавский)

III Список работ, опубликованных и принятых в печать в иностранных журналах в 2004 году:

1. R.R. Metsaev, «Massive totally symmetric fields in AdS(d)», Phys. Lett. B590 (2004), 95 [arXiv: hep-th/0312297].
2. R.R. Metsaev, «Eleven dimensional supergravity in light cone gauge», направлено в печать в Phys. Rev. D, [arXiv:hep-th/0410239].
3. A.I. Nikishov, «Scattering and Pair Production by a Potential Barrier in S-Matrix Formalism», in: I.Ya.Pomeranchuk and Physics at the Turn of the Cenchury, eds. A.Berkov, N.Narozhny, L.Okun, World Scientific, Singapore, 2003. (опубликовано в 2004 г.)
4. S.E. Konstein, A.G. Smirnov and I.V. Tyutin, «General form of deformation of Poisson superbracket», [arXiv:hep-th/0401023].
5. A.E. Shabad, «Black-Hole Approach to the singular Problem of Quantum Mechanics. II», [arXiv:hep-th/0403177].
6. A.E. Shabad, «Superradiation in scattering of a Dirac particle off a point-like nucleus with $Z > 137$ », [arXiv:hep-th/0407186].
7. M. A. Vasiliev, «Higher Spin Gauge Theories in Various Dimensions», Fortsch.Phys. 52 (2004) 702-717.
8. O. V. Shaynkman, I. Yu. Tipunin, M. A. Vasiliev, «Unfolded form of conformal equations in M dimensions and $o(M+2)$ -modules», направлено в печать в Commun. Math. Phys., [arXiv:hep-th/0401086].
9. A. Matveev, M. A. Vasiliev, «On Dual Formulation for Higher Spin Gauge Fields in (A)dS(d)», направлено в печать в Phys. Lett., [arXiv:hep-th/0410249].
10. M. A. Vasiliev, «Higher Spin Superalgebras in any Dimension and their representations», направлено в печать в JHEP, [arXiv:hep-th/0404124].

11. M. A. Vasiliev and V. N. Zaikin, «On $Sp(2M)$ invariant Green functions», Phys.Lett. B 587 (2004) 225.
12. K. B. Alkalaev, O. V. Shaynkman and M. A. Vasiliev, «On the frame-like formulation of mixed-symmetry massless fields in (A)dS(d)», Nucl. Phys. B 692 (2004) 363.
13. I. A. Batalin and P. H. Damgaard, «Hamiltonian $N = 2$ Superfield Quantization», Phys. Lett. B 578 (2004) 223.
14. I. A. Batalin and K. Bering, «Hamiltonian Superfield Formalism with N Supercharges», Nucl. Phys. B700 (2004) 439, [arXiv:hep-th/0401169].
15. A.A. Tseytlin, «Semiclassical strings and AdS/CFT», arXiv:hep-th/0409296, To appear in the proceedings of NATO Advanced Study Institute and EC Summer School on String Theory: From Gauge Interactions to Cosmology, Cargese, France, 7-19 Jun 2004.
16. S.A. Frolov, I.Y. Park and A.A. Tseytlin, «On one-loop correction to energy of spinning strings in $S(5)$ », arXiv:hep-th/0408187, to appear in Nucl.Phys. (2004)
17. A.A. Tseytlin, «Semiclassical strings in $AdS(5) \times S^5$ and scalar operators in $N = 4$ SYM theory», arXiv:hep-th/0407218, Based on talks given at Workshop on Continuous Advances in QCD 2004, Minneapolis, Minnesota, 13-16 May 2004, and at Annual International Conference on Strings, Theory and Applications (Strings 2004), Paris, France, 28 Jun - Jul 2, 2004.
18. A.A. Tseytlin, «Multispin string states and AdS/CFT spectroscopy», Class. Quant. Grav. 21, S1313 (2004), Contribution to proceedings of RTN Workshop on The Quantum Structure of Space-Time and the Geometric Nature of Fundamental Interactions, Copenhagen, Denmark, 15-20 Sep 2003.
19. M. Kruczenski and A.A. Tseytlin, «Semiclassical relativistic strings in S^5 and long coherent operators in $N=4$ SYM theory», JHEP **0409**, 038 (2004) [arXiv:hep-th/0406189].
20. A.V.Ryzhov and A.A.Tseytlin, «Towards the exact dilatation operator of $N = 4$ super Yang-Mills theory», Nucl. Phys. B 698, 132 (2004), [arXiv:hep-th/0404215].
21. B.J. Stefanski and A.A. Tseytlin, «Large spin limits of AdS/CFT and generalized Landau-Lifshitz equations», JHEP 0405, 042 (2004), [arXiv:hep-th/0404133].
22. M. Kruczenski, A.V. Ryzhov and A.A. Tseytlin, «Large spin limit of $AdS(5) \times S^5$ string theory and low energy expansion of ferromagnetic spin chains», Nucl. Phys. B 692, 3 (2004), [arXiv:hep-th/0403120].
23. A.O. Barvinsky, D.V. Nesterov, Nonperturbative heat kernel and nonlocal effective action, preprint ESI-1444 (2004) (Erwin Schroedinger Int. Inst. for Mathematical Physics, Wien, Austria), hep-th/0402043.
24. G. Barnich, M. Grigoriev, A. Semikhatov and I. Tipunin, Parent field theory and unfolding in BRST first-quantized terms, submitted to Commun. Math. Phys., hep-th/0406192.

25. G. Barnich and M. Grigoriev, Hamiltonian BRST and Batalin-Vilkovisky formalisms for second quantization of gauge theories, to be published in Commun. Math. Phys., hep-th/0310083.
26. G. Barnich, F. Brandt and M. Grigoriev, Local BRST cohomology and Seiberg-Witten maps in noncommutative Yang-Mills theory, Nucl. Phys. B677 (2004) 503, hep-th/0308092.
27. A. Marshakov, Strings, Integrable Systems, Geometry and Statistical Models, in: Proc. of the conference "Lie theory and its applications in physics" (eds. H. Doebner and V. Dobrev), World Scientific, 2004, hep-th/0401199.
28. V.A. Kazakov, A. Marshakov, J.A. Minahan, and K. Zarembo, Classical/quantum integrability in AdS/CFT, JHEP 0405 (2004) 024, hep-th/0402207.
29. V. Markov, A. Marshakov and A. Yung, Non-Abelian Vortices in $N=1^*$ Gauge Theory, submitted to Nucl. Phys. B, hep-th/0408235.
30. O.V. Shaynkman, I.Yu. Tipunin and M.A. Vasiliev, Unfolded form of conformal equations in M dimensions and $so(M+2)$ -modules, submitted to Commun. Math. Phys., hep-th/0401086.
31. A.M. Semikhatov, I.Yu. Tipunin, and A. Taormina, Higher-level Appell functions, modular transformations, and characters, to be published in Commun. Math. Physics (2004), math.QA/0311314.
32. B.L. Feigin and A.M. Semikhatov, $W^{(2)}_n$ algebras, Nucl. Phys. B698 (2004) 409-449.
33. J. Fuchs, S. Hwang, A.M. Semikhatov and I.Yu. Tipunin, Nonsemisimple fusion algebras and the Verlinde formula, Commun. Math. Phys. 247 (2004) 713--742.
34. M.A. Soloviev, On the generalized function calculus for infrared and ultraviolet singular quantum fields, J. Math. Phys., 45 (2004) 1944-1958.
35. S.E. Konstein, A.G. Smirnov and I.V. Tyutin, General form of deformation of Poisson superbracket, hep-th/0401023.
36. A.G. Smirnov, Fourier transformation of Sato's hyperfunctions, to be published in Adv. Math., math.FA/0401151.
37. R.C. Casana, V.Ya. Fainberg, J.T. Lunardi, B.M. Pimentel, and R.G. Teixeira, Massless DKP fields in Riemann-Cartan space-time, Class. Quant. Grav., 20 (2003) 2457.
38. S.P. Gavrillov, D.M. Gitman, A.A. Smirnov and B.L. Voronov, Dirac fermions in a magnetic-solenoid field, in "Focus on

Mathematical Physics Research" (ed. Ch.V. Benton), Nova, New York, 2004.

39. B.L. Altshuler, Calculation of the observed value of large mass hierarchy in modified RS model, hep-th/0410025.

40. B.L. Altshuler, Calculation of large mass hierarchy from number of extra dimensions, hep-th/0410114.

41. I.M.Dremin, A.V. Leonidov, On distribution of number of trades in different time windows in the stock market. cond-mat/0409179; Physica A (2005).

42. I.M.Dremin, V.A. Nechitailo, Independent pair parton interactions model of hadron interactions. hep-ph/0402286, Phys. Rev. D 70, 034005 (2004).

43. I.M.Dremin, Jet calculus problems of the perturbative quantum chromodynamics. Acta Phys. Polonica B 35 (2004) 417.

44. A.Alexandrov, A.Mironov, A.Morozov, Partition Functions of Matrix Models: First Special Functions of String Theory, Int.J.Mod.Phys. A19 (2004) 4127

45. A.B.Леонидов "On non-markovian nature of stock trading"; cond-mat/0403469; доклад на "APFA 2004", Варшава, ноябрь 2003

46. I.M.Dremin, Multiplicity distributions and H_q moments. hep-ph/0404092; Proc. Moriond conf., 2004.

47. A.V. Gurevich, Yu.V. Medvedev, K.P. Zybin, "Thermal electrons and electric current generated by runaway breakdown effect", Phys.Lett A **321** (2004) 179-184.

48. E.D. Tereshenko, B.Z. Khudukon, A.V. Gurevich, K.P. Zybin, V.L. Frolov, E.N. Myasnikov, N.M. Muravieva, H.C. Carlson, "Radio tomography and scintillation studies of ionospheric electron density modification caused by a powerful HF-wave and magnetic zenith effect at mid-latitudes", Phys. Lett. A **325** (2004) 381-388.

49. A.V. Gurevich, A.N. Karashtin, A.P. Chubenko, L.M. Duncan, V.A. Ryabov, A.L. Shepetov, V.P. Antonova, S.V. Kryukov, V.V. Piskal, M.O. Ptitsyn, L.I. Vildanova, Yu.V. Shlyugaev, K.P. Zybin "Experimental evidence of giant electron-gamma bursts generated by extensive atmospheric showers in thunderclouds", Phys. Lett. A **325** (2004) 389-402.

50. A.V. Gurevich, K.P. Zybin, "High energy cosmic ray particles and the most powerful discharges in thunderstorm atmosphere", Phys. Lett. A **329** (2004) 341-347.

51. A.V. Gurevich, Yu.V. Medvedev, K.P. Zybin, "New type discharge generated in thunderclouds by joint action of runaway breakdown and extensive atmospheric shower", Phys. Lett. A **329** (2004) 348-361.

52. V.S. Beskin, A.D. Tchekhovskoy, "Two-dimensional structure of thin discs' internal areas and its observational consequences", Astron. Astrophys. (in press).

53. V.S. Beskin, N.K. Zakamska, H. Sol, "Radiation drag effects on magnetically-dominated flows around compact objects", MNRAS, **347**, 587-600 (2004).

54. Ya.N. Istomin, F.L. Soloviev, "Interaction of a shock from a supernova and another star in a binary system", *Astron. Astrophys.* (in press).
55. Ya.N. Istomin "Angular momentum of massive black holes", *New Astronomy*, **10/2**, 157-161, 2004.
56. Ya.N. Istomin, "Origin of Gaint Radio Pulses", *Yong Neutron Stars and Their Environments*, Sydney, Australia, 369-373, 2004.
57. Ya.N. Istomin, "On the Nature of Magnetars", *Yong Neutron Stars and Their Environments*, Sydney, Australia, 265-368, 2004.
58. Ya.N. Istomin, A.P. Smirnov, D.A. Pak, "Can a slow rotating neutron star be radio pulsar", *MNRAS*, **374**, 1365-1372, 2004.
59. Ginzburg V.L. *About Science, Myself and Others*. Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia, 2004-2005, 550 pp.
60. Ginzburg V.L., Andryshin E.A. *Superconductivity*. Revised Edition, World Scientific, 2004, 92 pp.
61. Dogiel V.A., Gurevich F.V., Istomin Ya.N., Zybin K.P. *Cosmic Ray Acceleration Insid Molecular Cloud*, *Astrophysics and Space Science*, in press, 2004.
62. Iydin A.F., Bohringer H., Dogiel V., Morfill G. *Gamma-ray line emission from galaxy clusters*. *Astronomy and Astrophysics*, v.413, pp.817-825, 2004.
63. Zharkov G.F. *Superconducting states of the cylinder with a single vortex in magnetic field according to the Ginzburg-Landau theory*. *Central European Journal of Physics*, in press, 2004.
64. Kalenkov M.S., Fogelstrom M., Barash Yu.S. *Two regimes for effects of surface disorder on the zero-bias conductance peak of tunnel junctions involving d-wave superconductors* *Phys.Rev.*, B70, 184505, 2004 (9 pages).
65. Galaktionov A.V., Golubev D.S., Zaikin A.D. *Statistics of current fluctuations and electron-electron interactions in mesoscopic coherent conductors*. in "Proceedings of the SPIE Symposium on Fluctuations and Noize", Maspalomos, Grand Canaria, Spain, May 2004. arXiv:cond-mat/0403464, 2004.
66. Zelnikov M.I., Vasiliev E.A. *The influence of dark matter halo on to the evolution of a supermassive black hole*. *International Journal of Modern Physics, A*, in press, 2004.
67. Yu.A. Uspenskii, J.F. Seely, N.L. Popov, A.V. Vinogradov, Yu.P. Pershin, and V.V. Kondratenko "Efficient method for the determination of extreme-ultraviolet optical constants in reactive materials: application to scandium and titanium", *J. Opt. Soc. Am. A*, v. 21, 298-305 (2004).
68. Artioukov, R.M. Fechtchenko, A.L. Udovskiii, Yu.A. Uspenskii, and A.V. Vinogradov, "Soft X-ray multilayer mirrors based on depleted uranium", *Nucl. Instrum. and Meth.*, v. 517, 372-377 (2004).

69. Yu. Uspenskii, J. Seely, N. Popov, I. Artioukov, A. Vinogradov, D. Windt, B. Kjornrattanawanich, Yu. Pershin, and V. Kondratenko, "Determination of EUV optical constants in reactive materials near the absorption edges of elements", IOP (2004) (in print).
70. Yu.A. Uspenskii, D.S. Burenkov, and M. Yamamoto "Optimal design of multilayer mirrors for water-window microscope optics", prepared for J. Am. Opt. Soc. A.
71. E. Kulatov, H. Nakayama, H. Ohta, K. Motizuki, Yu. Uspenskii, and H. Mariette "Stability of magnetic phases in $Zn_{1-x}M_xTe$ and $Zn_{1-x}M_xO$ ($M=V, Cr, Mn, Fe, Co$) studied by first-principles and optical properties of $Zn_{0.75}Cr_{0.25}Te$ ", J. Magn. Magn. Mater., v. 272-276, 1911-1912 (2004).
72. E. Kulatov, H. Mariette, J. Cibert, A. Titov H. Nakayama, and Yu. Uspenskii, "Electronic, optical spectra and the distribution of Mn impurities in GaN and group IV semiconductors", J. Cryst. Growth (to be published).
73. Yu.A. Uspenskii, D.S. Burenkov, and M. Yamamoto "Optimal design of aperiodic multilayer mirrors for water-window microscope optics", Abstracts of the 7-th International Conference on the Physics of X-ray Multilayer Structures", March 7-11, 2004, Resutsu Resort, Sapporo, Japan.
74. Yu. Uspenskii, J. Seely, N. Popov, I. Artioukov, A. Vinogradov, D. Windt, B. Kjornrattanawanich, Yu. Pershin, and V. Kondratenko, "Determination of EUV optical constants in reactive materials near the absorption edges of elements", Abstracts of The 9-th International Conference on X-Ray Lasers, May 24-28, 2004, Beijing., China.
75. И.А. Артюков, А.В. Виноградов, А.Л. Запысов, В.И. Осташев, В.А. Пронин, А.Л. Удовский, Ю.А. Успенский, Р.М. Фещенко, "Многослойные рентгеновские зеркала нормального падения, основанные на обедненном уране", Digest Reports of The XV International Synchrotron Radiation Conference, July 19-23, 2004, Novosibirsk, Russia, стр.142 (2004).
76. Ю.А. Успенский, Д.С. Буренков, И.А. Артюков, М. Ямамото, "Оптимальное проектирование многослойных отражающих покрытий для 2-х зеркальных оптических систем коротковолновой части мягкого рентгеновского диапазона", Digest Reports of The XV International Synchrotron Radiation Conference, July 19-23, 2004, Novosibirsk, Russia, p. 150 (2004).
77. J. P. Reithmaier, L. V. Keldysh, V. D. Kulakovskii, et al, Strong coupling in a single quantum dot–semiconductor microcavity system, *Nature* **432**, 197 - 200 (11 Nov 2004), Letters to Nature.
78. E.I. Volkov, E. Ullner, A.A. Zaikin and J. Kurths, "Frequency-dependent stochastic resonance in inhibitory coupled excitable systems, Phys. Rev. E68, 061112, 2003
79. A.A. Polezhaev, C. Hilgardt, T. Mair, S. C. Müller. Transition from an excitable to an oscillatory state in *Dictyostelium discoideum*. Systems Biology (in press)
80. Chernavskaya, N.M., Chernavskii D.S., Polishchul R.F., Origin of the Biological Chirality, in "Progress in Diological Chirality", Ed/ Guila Palyi, Claudia Zuochi, Luciano Caglioti, Elsevier, 2004, p. 257-261 Amsterdam,-Boston- Heidelberg-London-N.York-Sydney-Tokio.
81. E.I. Volkov, E. Ullner, J. Kurths, Stochastic multi-resonance in the coupled relaxation oscillators Phys. Rev. E (submitted)

IV Список работ, опубликованных и принятых в печать в российских журналах в 2004 году:

1. Р.Р. Мецаев, «Теория струн как основа для единой теории поля и описания режима сильной связи калибровочных теорий» (Будет опубликовано в сборнике Трудов семинара по теоретической физике).
2. А.Е. Шабад, «Photon Propagation in a Supercritical Magnetic Field», ЖЭТФ, 125, (2004), 210-221.
3. С.Е.Конштейн, А.Г.Смирнов, И.В.Тютин «Когомологии супералгебры Пуассона», принято к печати в ТМФ.
4. А.И. Никишов, «Scattering and Pair Production by a Potential Barrier», ЯФ 67 (2004) 1503-1511.
5. Р.Р. Мецаев, «Eleven dimensional supergravity in light cone gauge», препринт ФИАН/08/04
6. А.О. Барвинский, Физика дополнительных измерений и космология бран, препринт ФИАН (2004), 75 стр., www.tamm.lpi.ru/selected/xtradim.html.
(Будет опубликовано в сборнике трудов семинара по теоретической физике).
7. А.О. Barvinsky, Cosmological constant problem and long-distance modifications of Einstein theory, 10 p., в трудах международной конференции QUARKS-2004, Пушкинские Горы, Май 2004, hep-th/0409144.
8. А.О. Барвинский, Д.В. Нестеров, Инфракрасная асимптотика ядра уравнения теплопроводности и нелокальное эффективное действие, ТМФ, принято к печати.
9. С.Е. Конштейн, А.Г. Смирнов, И.В. Тютин, Когомологии супералгебры Пуассона, ТМФ, принято к печати.
10. А. Маршаков, Квазиклассическая геометрия и интегрируемость АдС/КТП соответствия, ТМФ, принято к печати, hep-th/0406056.
11. М.А. Соловьев, О двух классах обобщенных функций, используемых в нелокальной теории поля, ТМФ, принято к печати.
12. В.Я. Файнберг, Эквивалентность многофотонных функций Грина в статистических квантовых теориях Даффина-Кеммера-Петью и Клейна-Гордона-Фока, ТМФ, 140, (2004), 44-52.
13. I.M.Dremin, QCD and models on multiplicities in e^+e^- and $p\bar{p}$ interactions. Ядерная Физика (2005).

14. I.M.Dremin, Wavelets: mathematics and applications. hep-ph/0403206; Ядерная Физика 6 (March 2005).
15. I.M.Dremin, QCD and hybrid NBD on oscillating moments of multiplicity distributions in lepton- and hadron-initiated reactions. hep-ph/0401013, Ядерная Физика 6 (Jan. 2005) 1.
16. И.И. Ройзен. К вопросу о рождении адронных резонансов в ходе столкновений тяжелых ядер. Ядерная Физика.
17. А.В. Леонидов, "Color Glass Condensate in High Energy QCD"; hep-ph/0409175; Труды конференции "Quarks 2004", Пушкинские Горы, май 2004.
18. I.M.Dremin, O.V. Ivanov, V.A. Nechitailo, Wavelet-analysis of signals and noise. Proc. of conference on "Signals and noise in semiconductors", MEI.
19. I.M.Dremin, O.V. Ivanov, V.A. Nechitailo, Wavelets. Plenary talk at OYaF Session, ИТЕР, April 2004.
20. Б.М. Болотовский, А.В. Серов, "О возможности получения эллиптической поляризации переходного излучения", ЖТФ 74, №8 (2004) 74–80.
21. Б.М. Болотовский, А.В. Серов, "Переходное излучение в системе двух последовательно расположенных решеток", ЖЭТФ 125, №6 (2004) 1269-1275
22. А.С. Ильин, К.П. Зыбин, А.В. Гуревич "Темная материя в галактиках и рост гигантских черных дыр", ЖЭТФ 98, №1, (2004) 1-13.
23. А.В. Гуревич, Ю.В. Медведев, Х. Карлсон, К.П. Зыбин "Ленгмюровская турбулентность в ионосферной плазме", Физика плазмы 30, №11 (2004) 1-11.
24. В.С. Бескин, Е.Е. Нохрина, "Слабоизлучающие пульсары", Письма в Астроном. Журн., Т. 30, № 10, (2004) 754-763.
25. В.С. Бескин, С.А. Елисеева, "Статистика потухших радиопульсаров", Письма в Астроном. Журн., (в печати).
26. Я.Н. Истомина, "Вспышки гамма излучения от тесной двойной системы радиопульсаров", Астрономический журнал, (в печати).
27. В.Л. Гинзбург, О сверхпроводимости и сверхтекучести (что мне удалось сделать, а что не удалось), а также о "физическом минимуме" на начало XXI века - Нобелевская лекция по физике - 2003. Успехи физических наук, том 174, N 11, 2004, стр.1240 - 1255.
28. А.Ю. Цветков, Г.Ф. Жарков, А.Н. Лыков, Ток распаривания сверхпроводящей пластины. Краткие сообщения по физике, ФИАН, N 6, стр.25-31, 2004.
29. А.Ю. Цветков, Г.Ф. Жарков, А.Н. Лыков, Критический ток сверхпроводящих пленок. Сборник расширенных тезисов Первой международной конференции "Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости", Москва-Звенигород, 18-22 октября 2004 г., стр.333-334, 2004
30. Г.Ф. Жарков, Сверхпроводящие состояния и магнитный гистерезис в сверхпроводниках конечного размера. Успехи физических наук, том 174, N 9, стр.1012-1017, 2004.

31. В. Е. Фортов, А. М. Молодец, В. И. Постнов, Д. В. Шахрай, К. П. Каган, Е. Г. Максимов, А. В. Иванов, М. В. Магницкая «Электрофизические свойства кальция при высоких давлениях и температурах», Письма в ЖЭТФ 79, 425 (2004).
32. А. Е. Каракозов, Е. Г. Максимов, А. В. Андрианова «Некоторые особенности поведения плотности сверхпроводящего конденсата в сверхпроводниках», Письма в ЖЭТФ 79, 406 (2004).
33. Я. Г. Пономарев, С. А. Кузьмичев, Е. Г. Максимов и др. «Исследование сверхпроводящей системы $Mg_{1-x}Al_xB_2$ методами туннельной и микроконтактной (андреевской) спектроскопии», Письма в ЖЭТФ 79, 597 (2004).
34. Е. Г. Максимов, М. В. Магницкая, С. В. Эберт, С. В. Саврасов «Первопринципные расчеты критической температуры сверхпроводящего перехода в NbC и ее зависимость от давления», Письма в ЖЭТФ 80, 623 (2004).
35. Е. Г. Максимов «Высокотемпературная сверхпроводимость сегодня», УФН 174, 1026 (2004).
36. Е. Г. Максимов, В. И. Зиненко, Н. Г. Замкова «Расчеты физических свойств ионных кристаллов из первых принципов», УФН 174, 1145 (2004).
37. Д.С. Буренков, Ю.А. Успенский, И.А. Артюков, А.В. Виноградов, "Алгоритм для вычисления оптимальных параметров многослойных апериодических зеркал, предназначенных для мягкого рентгеновского диапазона", Квантовая электроника (в печати).
38. П.И.Арсеев, Н.С.Маслова, Диаграммная техника для «псевдочастичного» метода описания сильнокоррелированных систем. В печати.
39. П.И.Арсеев, С.О.Лойко, Н.К.Федоров, Калибровочно-инвариантный отклик сверхпроводников на электромагнитное поле. УФН, в печати.
40. Полежаев А.А. Теория структур Лизеганга. В кн.: Математика, компьютер, образование. Выпуск 10, часть 2. (Ред. Г.Ю.Ризниченко) Москва-Ижевск, 2003, с. 308-319.
41. Колобов А.В., Полежаев А.А. Влияние клеточной подвижности на устойчивость формы опухоли на начальной стадии ее роста. В кн.: Математика, компьютер, образование. Выпуск 10, часть 2. (Ред. Г.Ю.Ризниченко) Москва-Ижевск, 2003, с. 320-329.
42. Полежаев А.А., Булычев А.А., Ризниченко Г.Ю., Мюллер С. Экспериментальное и теоретическое исследование электрохимических структур на поверхности клеток водоросли *Chara*. Тезисы 11-той международной конференции "Математика, компьютер, образование", Дубна, 2004, с. 222.
43. Полежаев А.А., Булычев А.А., Ризниченко Г.Ю., Мюллер С. Экспериментальное исследование и математическое моделирование механизма образования электрохимических структур на поверхности клетки водоросли *Chara*. Тезисы докладов III Съезда биофизиков России, Воронеж, 2004. Том 1, с. 364-365.

44. Колобов А.В., Полежаев А.А. Моделирование роста и прогрессии опухоли. Тезисы докладов III Съезда биофизиков России, Воронеж, 2004. Том 1, с. 345-346.
45. Полежаев А.А. Структурообразование, обусловленное встречными конвективными потоками. Математическое моделирование, 2004, т.16(4), с. 41-46.
46. Чернавский Д.С., Малков С.Ю., Щербаков А.В., Малков А.С., Модель устойчивости функционирования предприятия оборонно-промышленного комплекса. Межвузовский сборник статей, Вып. 1 часть 2, Москва, МГИУ, 2004, стр. 47-52.
47. Чернавский Д.С., Малков С.Ю., Старков Н.И., Коссе Ю.В., оборонно-промышленный комплекс и развитие экономики России, Стратегическая стабильность, № 1, 2004, стр. 37-47.
48. Чернавский Д.С., Чернавская Н.М., Малков С.Ю., Малков А.С., Модель борьбы условных информаций, Биофизика, в печати.
49. Чернавский Д.С., Щербаков А.В., «Проблемы и перспективы отечественной обрабатывающей промышленности и безопасность России. Труды I-ого Международного симпозиума ЭЛМАШ, том I стр. 21-34.
50. Чернавская Н.М., Чернавский Д.С., Тихонов А.Н., Концепция «Белок-Машина», Биологические молекулярные конструкции. Труды III-его Съезда биофизиков России. Воронеж, 2004.
51. Чернавский Д.С., Чернавская Н.М., «К онтологии научного творчества, синергетический подход. Журн. Эпистомология и философия науки, Из-во Института Философии РАН. том I, № 1, стр. 114-130, 2004.
52. Чернавский Д.С., Чернавская Н.М., Карп В.П., Никитин А.П., Распознавание и мышление (синергетический подход), в сб. Синергетическая парадигма, когнитивно-коммуникативная стратегия современного научного познания стр. 184-207, 2004, Москва, Из-во Прогресс – Традиция.
53. Чернавский Д.С., Чернавская Н.М., Карп В.П., Родштат И.В., Никитин А.П., Чернавская Н.М. «Распознавание, аутодиагностика, мышление», монография 17 п.л., Из-во «Радиотехника», Москва, 2004 г.
54. Коротаев А.В., Малков А.С., Чернавский Д.С., Чернавская Н.М., «Почему законы истории так долго не могли быть открыты (как микроуровневый хаос порождает высокодетерминированную динамику на макроуровне), Журнал «Общественные науки и современность», принято к печати.
55. Е. И. Волков, Образование предельных циклов в цепочке одинаковых релаксационных осцилляторов, обменивающихся ингибитором, вблизи порога генерации автоколебаний (принято в журнал Изв. Вузov: Радиофизика).

V. Участие в конференциях:

1. Фундаментальные процессы квантовой электродинамики в интенсивных полях, 6-ые Харитоновские научные чтения во ВНИИЭФ, Саров, март 2004 г., В.И. Ритус (доклад).

2. Quarks 2004 конференция, Пушкинские Горы, Россия, май 2004, В.И. Ритус, М.А. Васильев, А.В.Маршаков, А.О. Барвинский, А.В. Леонидов, И.Ю. Типунин, М.А.Григорьев, К. Алкалаев, В. Диденко (доклады).
3. Lectures on higher spin gauge theory, 5 лекций на первом солвеевском рабочем совещании по теории высших спинов, Брюссель, Бельгия, май 2004, М.А. Васильев.
4. Higher Spin Gauge Theories in Any Dimension», конференция «Strings 2004», Париж, Франция, июнь 2004, М.А. Васильев (доклад).
5. RTN Winter School on Strings, Supergravity and Gauge Theories, Barcelona 12-16 January, 2004, А.А. Цейтлин (доклад).
6. Strings and Cosmology Conference, Texas A&M University, College Station, USA, March 14-17, 2004, А.А. Цейтлин (доклад).
7. Strings, Gauge Fields and Duality, University of Wales Swansea, U.K., 24th-27th March 2004, А.А. Цейтлин (доклад).
8. Large Spin Limit of Strings in AdS₅ x S⁵ and Effective Actions for Spin Chains, «The Status of M-theory conference, Univ. of Michigan, Ann Arbor, April 6-7, 2004, А.А. Цейтлин (доклад).
9. Continuous Advances in QCD 2004, Minneapolis, Minnesota, USA, 13-16 May, 2004, А.А. Цейтлин (доклад).
10. Advanced Study Institute and EC Summer School on String Theory: From Gauge Interactions to Cosmology, Cargese, France, 7-19 June 2004, А.А. Цейтлин (доклад).
11. International Conference on Strings, Theory and Applications (Strings 2004), Paris, France, 28 June - July 2, 2004, А.А. Цейтлин (доклад).
12. QCD and String Theory Conference, KITP, Univ. California, Santa Barbara, USA, Nov 15-19, 2004, А.А. Цейтлин (доклад).
13. Взаимодействие электромагнитного излучения с сверхкритическим магнитным полем». Сессия Отделения Ядерной физики РАН, ИТЭФ, март 2004, А.Е. Шабад (доклад).
14. Lie and Jordan algebras, their Representations and Applications», Guarujá, Brazil, May 3-8, 2004, С.Е. Конштейн (доклад).
15. An international Workshop on Classical and Quantum Integrable Systems, Дубна, январь 26-29, 2004г, С.Е. Конштейн, А.Д. Миронов (доклады).
16. Conference on infinite-dimensional algebras and integrable models, Kyoto University, Kyoto, February 2004, докладчики: А.М.Семихатов, доклад "A W-algebra generalization of the sl(2) algebra"; И.Ю. Типунин, доклад "Quantum Integrable Systems and Infinite Dimensional Algebras"
17. Международный семинар "Классические и квантовые интегрируемые системы", Дубна, Россия, январь 2004, докладчик А.В.Маршаков, доклад: "Комплексные кривые в матричных моделях и уравнениях Бете анзаца"

18. International Conference GLANNON--2004, Rencontres mathematiques de Glanon, France, July 2004, докладчик М.А. Григорьев, 2 лекции на тему: "Gauge field theories from BRST quantization".
19. International Workshop "Quantum field theory and integrable systems" Peyresq, France, June 2004, докладчик А.В. Маршаков, доклад: "Seiberg-Witten theory and integrable systems"
20. International Conference "Complex geometry and string theory", Nagoya, Japan, December 2004, докладчик А.В. Маршаков, доклад: "Complex curves in string theory".
21. International School on Subnuclear Physics Standard Model and Beyond, Эриче, Италия, сентябрь 2004. Докладчик Д.В.Нестеров, доклад: "Nonperturbative Heat Kernel and Nonlocal Effective Action".
22. XVI Международная летняя школа-семинар по современным проблемам теоретической и математической физике, Казань, 22 июня - 3 июля, А.Д.Миронов (доклад).
23. IV Международная школа ИТФ-ИТЭФ по теоретической и математической физике для одаренной молодежи, Киев, 2-10 мая, А.Д.Миронов (доклад).
24. Конференция "Recent Developments in String/M-Theory and Field Theory", Берлин (Германия), 23-27 августа, А.Д.Миронов (доклад).
25. Конференция "Quantum particles, String and Fields. III", Баку (Азербайджан), 13-19 сентября, А.Д.Миронов (доклад).
26. Конференция 'XXXIXth RENCONTRES DE MORIOND: QCD And High Energy Hadronic Interactions', 21 марта-5 апреля, И.М. Дремин (доклад).
27. 28-я конференция по космическим лучам, Москва МИФИ 07-11 июня, А.В. Гуревич, К.П. Зыбин, М.О. Птицын (доклад).
28. Всероссийская Астрономическая Конференция (ВАК-2004) "Горизонты Вселенной", Москва, 3 - 10 июня, В.С. Бескин, Я.Н. Истомина (доклады).
29. Конференция «Black Hole Astrophysics 2004», Pohang, S. Korea, Jan 13-16, В.С. Бескин (2 доклада).
30. Gamov Memorial International Conference, Odessa, Ukraine, August 8-14, В.С. Бескин (доклад).
31. RF Ionospheric Interactions Workshop, Santa Fe, New Mexico, 18-21 April, А.В. Гуревич, К.П. Зыбин (3 доклада).
32. Frontiers of Nonlinear Physics, Nizhny Novgorod, July 5-12, А.В. Гуревич (доклад).
33. Effects of Artificial Action on the Earth Ionosphere by Powerful Radio Waves, VI International Suzdal URSI Symposium, Moscow, October 18-21, А.В. Гуревич, К.П. Зыбин, Я.Н. Истомина (11 докладов).

34. P.A. Cherenkov and Modern Physics, Moscow -Troitsk, June 22-25, Б.М. Болотовский (2 доклада).
35. International Workshop "Many-Particle Effects in Radiation Physics", Belgorod, September 7–10, Б.М. Болотовский (доклад).
35. International School-Seminar Cosmology, Extragalactic Astronomy, and Applied Astrophysics, Zvenigorod, March 1-4, А.В. Гуревич, К.П. Зыбин, А.С. Ильин, В.А. Сирота (4 доклада).
36. 35th COSPAR Scientific Assambly, Paris, July 18-25, Я.Н. Истомин (4 доклада).
37. Международная конференция по гамма-астрономии, 30.05. - 05.06, Гонг-Конг, КНР, В.А. Догель (доклад).
38. Первая международная конференция "Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости", Москва-Звенигород, октябрь, Г.Ф. Жарков (доклад, сделан соавторами).
39. SPIE Symposium on Fluctuations and Noize, Maspalomos, Grand Canaria, Spain, May, А.В. Галактионов (доклад).
40. Зимняя школа физиков-теоретиков «Коуровка», Свердловск ,22-28 февраля , Е.Г. Максимов (доклад).
41. XI Международная конференция «Уравнение состояния вещества», Эльбрус 11-17 марта, Е.Г. Максимов (доклад).
42. Вторая конференция Азиатского консорциума по вычислительному материаловедению «АССМС-2», Новосибирск, 14-16 июля, Е.Г. Максимов (доклад).
43. Первая международная конференция « Фундаментальные проблемы высокотемпературной сверхпроводимости, Москва-Звенигород 18-22 октября 2004», Е.Г. Максимов (доклад).
44. The 7-th International Conference on the Physics of X-ray Multilayer Structures", March 7-11, Resutsu Resort, Sapporo, Japan, Ю.А. Успенский (доклад).
45. XV International Synchrotron Radiation Conference, Novosibirsk, Russia, July 19-23, Ю.А. Успенский (доклад).
46. VIII Школа-семинар «Проблемы физики твердого тела и высоких давлений» П.И.Арсеев, Б.А.Волков (2 лекции).
47. Nanostructures: Physics and Technology 2004, St-Petersburg, 21-25 June, Л.В. Келдыш.
48. XI Международная конференция «Математика, Компьютеры, Образование», г. Дубна, 26 – 31 января, Д.С. Чернавский (доклад «Динамика экономики России в последние десятилетия»).

49. Всероссийский симпозиум « Системный анализ экономико – социальных процессов» Апатиты, 4 – 10 апреля, Д.С. Чернавский (доклад; «Математические основы классической и эволюционной экономики»).
50. III – Съезд биофизиков России. Воронеж, 24 – 29 июня, Д.С. Чернавский (доклад; «Концепция Булок-Машина , её следствия и современное состояние»).
51. I –ая Международная конференция « Динамическое развитие России, единство, самоорганизация, управление» Москва, организована РАГС и РДР-центром., 16-18 июня, Д.С. Чернавский (доклад «Проблемы и перспективы отечественной обрабатывающей промышленности »).
52. Школа – интенсив РДР центра. «Современные модели управлением динамикой социально-экономического развития», Д.С. Чернавский (доклад «Проблемы и перспективы отечественной обрабатывающей промышленности»).
53. Конференция «Системные проблемы надежности» г. Сочи, 4 – 10 октября, Д.С. Чернавский (доклад «Информационная сущность денег»).
54. Международная конференция “Математика, компьютеры, образование” г. Дубна, 26 – 31 января, А.А. Полежаев (доклад “Экспериментальное и теоретическое исследование электрохимических структур на поверхности клеток водоросли *Chara*”).
55. Научная школа «Нелинейные волны-2004» Нижний Новгород, 29 февраля -7 марта, А.А. Полежаев (доклад «Структурообразование в системах реакционно-диффузионно-конвекционного типа»), А.В. Колобов (доклад «Особенности распространения волны опухолевых клеток в нормальной ткани»).
56. III Съезд биофизиков России, Воронеж, 24-29 июня, А.А. Полежаев (2 доклада «Моделирование роста и прогрессии опухоли » и «Экспериментальное исследование и математическое моделирование механизма образования электрохимических структур на поверхности клетки водоросли *Chara*»).
57. Международная конференция «Хаос-2004», Саратов, 1-7 октября, Е.И. Волков (доклад «Образование предельных циклов в цепочке одинаковых релаксационных осцилляторов, обменивающихся ингибитором, вблизи порога генерации автоколебаний»).