

*Отчёт о работе  
Отдела теоретической физики  
ИФВЭ  
в 2011 г.*



*Протвино 2011*

# *Содержание*

*Физика высоких энергий и физика частиц*

*Проблемы и методы квантовой и классической теории поля*

*Классическая и квантовая гравитация. Космология*

*Математическая физика*

*Список публикаций*

*Список работ, выполненных в 2010 г. и опубликованных в 2011 г.*

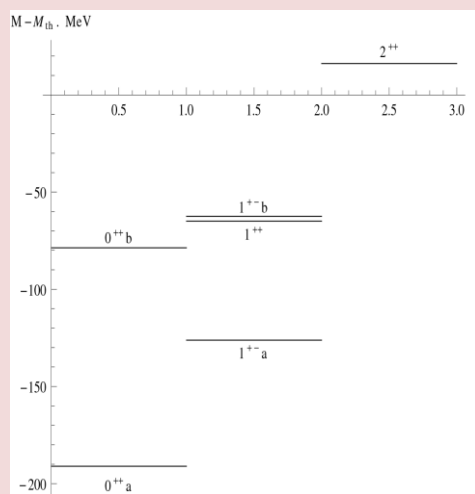
*Выступления на научных семинарах, совещаниях и конференциях и лекции*

*Диссертации, премии, награды*

## *Физика высоких энергий и физика частиц*

- В рамках подхода, основанного на учете непертурбативной структуры адронов и ее проявлений в адронных взаимодействиях даны предсказания для поведения средней множественности вторичных адронов при энергиях LHC [1,2].
- Было продолжено изучение коллективных эффектов в протонных взаимодействиях, связанных с возможным вращением сильновзаимодействующей кварк-пионной жидкости, образующейся в промежуточном состоянии в адронных взаимодействиях. Эффекты, связанные с наличием данного вращения должны проявляться в так называемых анизотропных течениях, являющихся, по сути, количественными характеристиками корреляционных эффектов. Получены предсказания для зависимости эллиптического течения от кинематических переменных [3]. Механизм возникновения анизотропных течений и обнаруженный в прошлом году «эффект хребта» (ridge effect) в поведении двухчастичной корреляционной функции имеют в данном подходе общую природу. Вращение кварк-пионной жидкости в промежуточном состоянии должно исчезать в случае образования в промежуточном состоянии газа свободных кварков и глюонов (кварк-глюонной плазмы в исходном понимании этого термина). Таким образом, найдены характерные экспериментальные сигнатуры рождения кварк-глюонной плазмы, связанные с изменением величины эллиптического течения. Вместе с тем исследовалась возможность восстановления адронной фазы материи при высоких температурах, соответствующих энергиям сталкивающихся протонов на LHC, когда материя из фазы кварк-пионной жидкости вновь возвращается в фазу адронной жидкости за счет антитеневого механизма насыщения условия унитарности. Данный механизм соответствует отражательному рассеянию и связывается с возможным возвращением адронной материи в фазу конфайнмента. Этот результат может быть проверен при изучении столкновений тяжелых ионов на LHC [2].
- Начато исследование роли глубоко-упругого рассеяния для дискриминации возможных асимптотических механизмов адронных взаимодействий. Ведется поиск соответствующих экспериментальных сигнатур [4].
- Детально исследована возможность использования экспериментальных данных, получаемых на LHC для спектров быстрых нейтронов, ассоциированных с рождением струй с большими поперечными импульсами, для извлечения функций распределения партонов в пи-мезонах в новой области сверхмалых долей импульса партонов и сверхвысоких масштабов виртуальности [5].
- Исследованы возможности экспериментального подавления вкладов вторичных- и  $a_2$ - реджеонов в спектры быстрых нейтронов на LHC для уменьшения фона при извлечении сечений упругого рассеяния пионов на протонах и пионов на пионах [6].
- Разработан генератор событий Монте-Карло для симуляции процессов однократной и двойной перезарядки в протон-протонных столкновениях в области энергий 0.9 – 14 ТэВ [7].

- В свете новейших данных ЛНС коллаборации TOTEM проанализированы современные модели упругой дифракции. Показано, что в то время, как ряд моделей успешно предсказал такие величины, как полные сечения, наклоны угловых распределений и т.д. ни одна модель не описывает дифференциальных сечений, измеренных ЛНС во всей области измеренных переданных импульсов [8].
- В рамках КХД получены не зависящие от моделей фрагментации предсказания для средней множественности заряженных адронов, ассоциированных с распадами топ-кварков. Исследованы экспериментальные сигнатуры для извлечения из данных ЛНС по событиям с топ-кварками средней множественности в адронных и полуплептонных распадах топ-кварков [9].
- Выполнены расчеты по парному рождению  $J/\Psi$ -частиц на ЛНС в условиях эксперимента ЛНС<sub>b</sub>. Полученные в эксперименте события полностью согласуются с полученными предсказаниями [10].
- Продолжено исследование процессов рождения тяжелых кваркониев в адронных экспериментах при различных энергиях. Прежде всего речь идет о спектроскопии экзотических мезонов - тетракварков, состоящих из четырех тяжелых кварков. В прошлом году при исследовании парного рождения  $J/\Psi$ -мезонов на ускорителе ЛНС мы уже рассмотрели состояние  $T_{\{4c\}} = [cc][\bar{c}\bar{c}]$ , то есть включающего четыре с-кварка. Проведено более подробное исследование этого семейства частиц, а также мезонов, состоящих из четырех b-кварков ( $T_{\{4b\}} = [bb][\bar{b}\bar{b}]$ ) и двух пар  $bc$  ( $T_{2\{bc\}} = [bc][\bar{b}\bar{c}]$ ). Для всех этих тетракварков сделаны предсказания для масс основных состояний, их квантовых чисел и оценена возможность их наблюдения в реальных экспериментах. Показано, что для семейства  $T_{\{4b\}}$  все мезоны лежат ниже порога распада на два векторных кваркония, а потому их экспериментальное наблюдение может вызвать некоторые трудности. В случае мезонов  $T_{\{4c\}}$  и  $T_{2\{bc\}}$  тензорные состояния лежат выше порогов распада на пару кваркониев [11]. Спектр масс тетракварков из последнего семейства приведен на рисунке ниже.



- Рассмотрено рождение чармониев в адронных экспериментах при низких энергиях (а именно, при  $\sqrt{s} \approx 7$  ГэВ на ускорителе FAIR). Показано, что в отличие от случая высоких энергий (например, на LHC) основной вклад в эти процессы дает кварк-антикварковая аннигиляция. Даны предсказания сечений инклюзивного рождения векторного чармония в прямой реакции или за счет радиационного распада P-волновых состояний  $\chi_{cJ}$ , представлены распределения по поперечному импульсу. Особое внимание уделено решению вопроса об инфракрасной расходимости, появляющейся при рождении  $\chi_{\{c0,2\}}$ -мезонов [12].
- Продолжено исследование эксклюзивных распадов  $V_c$ -мезона с образованием различных тяжелых кваркониев и системы  $\pi$ -мезонов. Ранее эти вопросы рассматривались с использованием формализма спектральных функций, что приводит к потере информации о кинематике конечных состояний. Разработаны генераторы событий Монте-Карло, в которых этот недостаток устранен и которые включены в программный комплекс GAUSS на LHC<sub>b</sub> [13, 14].

### *Проблемы и методы квантовой и классической теории поля.*

- Продолжено исследование асимптотического поведения в перенормируемых моделях квантовой теории поля методом уравнений Швингера-Дайсона .  
Для взаимодействия Юкавы исследована система интегральных уравнений для пропагаторов мезона и фермиона, соответствующая системе уравнений Швингера—Дайсона в двухчастичном приближении. Получено приближенное решение, из которого следует, что пропагаторы в глубоко-евклидовой области импульсов обладают самосогласованным асимптотическим поведением без сингулярностей Ландау [15] .
- Развитый ранее оригинальный метод вычисления коэффициентных функций операторного разложения токов вблизи светового конуса обобщен с несинглетного на синглетный случай. Полученные аналитические формулы определяют коэффициентные функции через функции Грина композитных полей без апелляции к элементарным (кварковым и глюонным) полям. В квантовой хромодинамике вычислены как «диагональные» так и (впервые) «недиагональные» коэффициентные функции кварковых и глюонных синглетных композитных операторов. Подробно исследованы их ренормализационные свойства [16] .
- В рамках (1+1)-мерной модели Намбу—Йона-Лазинио (НЙЛ) с кварковым и изотопическими химическими потенциалами при ненулевой температуре продолжалось исследование эффекта конденсации заряженных пионов (КЗП) в плотной среде с ненулевым барионным зарядом. В работе [17] показано, что если исследовать явление КЗП не в бесконечном пространстве, а в **ограниченном объеме**, то на фазовой диаграмме (1+1)-мерной модели НЙЛ обязательно присутствует фаза **КЗП с ненулевой барионной плотностью**. Таким образом показано, что пространственная ограниченность системы элементарных частиц с ненулевой барионной плотностью является фактором, стимулирующим явление КЗП.

- В рамках вышеупомянутой двумерной модели НЙЛ найдены условия, при которых реализуется фаза с пространственно неоднородными киральным и нейтральным пионным конденсатами, образующими так называемую киральную спираль. Поскольку двумерные модели НЙЛ по своим свойствам во многом аналогичны реальной КХД, то полученный результат интересен тем, что предсказывает существование похожих пространственно неоднородных фаз на фазовой диаграмме КХД [18].
- В рамках продолжения систематического исследования возможных взаимодействий для частиц с высшими спинами проведено исследование гравитационного взаимодействия для простейшего безмассового поля со смешанной симметрией в пространстве анти де Ситтера . Исследования проводилось с использованием нескольких, дополняющих друг друга, методов, результаты которых оказались хорошо согласованы. Также обсуждалась возможность плоского предела в такой теории [19].
- Среди использованных методов наиболее эффективным оказался метод Фрадкина и Васильева, поэтому для исследования гравитационных взаимодействий массивного поля этот метод, изначально разработанный для исследования безмассовых частиц, за счет использования калибровочно инвариантного описания массивных полей был распространен на случай произвольной комбинации массивных и/или безмассовых полей, включая такие физически важные случаи как электромагнитные и гравитационные взаимодействия массивных полей с высшими спинами. С одной стороны, было показано, что такая теория допускает несингулярный безмассовый предел в пространстве анти де Ситтера, результаты которого полностью согласуются с полученными ранее в [19]. С другой стороны, оказалось, что массивная теория допускает и несингулярный плоский предел, что дает один из очень немногих пока примеров гравитационного взаимодействия массивных полей с высшими спинами в пространстве Минковского [20].
- Согласно известным феноменологическим фактам о лептонах и кварках Стандартной модели, масштабе масс нейтрино и введению суперсимметрии логически обоснован уникальный состав фундаментального представления фермионного мультиплетта калибровочной группы GUT , которая оказывается единственной – E<sub>8</sub> [21].
- Продолжено исследование возможностей модифицированной теории возмущений (МТВ) для описания процессов парного рождения и распадов нестабильных частиц. Уместно напомнить, что подход МТВ по построению должен обеспечить калибровочную инвариантность и унитарность описания сечения и распределений, но отличается сложностью соответствующих вычислительных алгоритмов ввиду формального присутствия большого числа сингулярных вкладов (которые, однако, сокращаются на аналитической стадии реализации алгоритма). Разработано обобщение Fortran-кода со случая с равными массами на случай неравных масс нестабильных частиц. В случае процесса  $e^+e^- \rightarrow \gamma, Z \rightarrow W^+ W^- \rightarrow 4f$  сделано уточнение модельных расчетов полного сечения в отношении резонансных вкладов Z-бозона. В этой же модели проведено вычисление угловых распределений. Проведено аналитическое вычисление сингулярных вкладов нового типа, не возникающих в случае полных сечений, и затем разработан Fortran-код, соответствующий вычислению углового распределения по косинусу угла вылета W-бозона по отношению к направлению пучка электронов. Полученные предварительные результаты при энергии в с.д.м. 500 ГэВ показывают, что МТВ в пределах NNLO в основном обеспечивает промилле-точность описания угловых

распределений, за исключением случая больших отрицательных значений  $\cos(\theta_w)$ , соответствующих рассеянию назад (в этом случае точность падает ввиду больших сокращений четных и нечетных по  $\cos(\theta_w)$  вкладов, каждый из которых определяется с промилле-точностью) [22].

- Показано, что монополи являются не только частицами, которые несут хромомангнитный заряд, но и частицами несущими такой же хромоэлектрический заряд. Таким образом, было доказано, что монополи в кварк-глюонной плазме являются дионами [23].

- Проведены исследования различных свойств монополей: плотности, корреляционных функций, массы и т.д. [24].
- Проведенные теоретические исследования показали, что в сильном магнитном поле в вакууме появляется конденсат  $\rho$ -мезонов. Этот конденсат создает сверхпроводимость электрических зарядов. Это явление чрезвычайно важно ввиду того, что при соударении тяжелых ионов создаются очень сильные магнитные поля как раз нужного порядка. Поэтому, возможно, что это явление может быть изучено на экспериментах LHC, RHIC. Используя решеточное КХД, удалось подтвердить этот эффект в рамках расчета с нестационарными кварками [25].
- Изучены свойства КХД вакуума в сильном внешнем магнитном поле. В рамках решеточной SU(3) квантовой хромодинамики проведены вычисления без динамических фермионов, с улучшенным действием и кирально инвариантным решеточным оператором Дирака. В работе получены следующие результаты. Киральная симметрия сильнее нарушается в присутствии магнитного поля. Киральный конденсат зависит от величины магнитного поля степенным образом с показателем  $\sim 1.6$ . Помимо кирального конденсата, в работе вычислены магнитная восприимчивость и другие свойства вакуума в присутствии магнитного поля [26].

- Исследованы эффекты Грибовских копий и эффекты конечного объема в 3-мерной решеточной SU(2) глюодинамике. Используя эффективный алгоритм для фиксации калибровки мы обнаружили, что эффекты Грибовских копий для глюонного пропагатора  $D(p)$  очень сильны в инфракрасной области. В то же время наш метод фиксации калибровки с использованием непериодических калибровочных преобразований позволяет подавить эффекты конечного объема при всех импульсах кроме нулевого и минимального [27].
- Продолжено изучение решеточной КХД с 2+1 ароматами (два легких кварковых аромата вырождены по массе) с использованием улучшенного действия Вильсона

для кварков и нового метода приближения в плоскости масс кварков к физической точке. В этом методе кварковая масса удерживается фиксированной. Численные результаты для 2+1 флейворного случая подтверждают полезность этого метода - экстраполяция к физической пионной массе даёт значения адронных масс в пределах нескольких процентов от их экспериментальных значений. Синглетные величины остаются постоянными, что позволяет определить шаг решётки из адронных масс без необходимости фиксации в физической точке [28].

- Исследованы свойства термальных абелевых монополей, определяемых нетривиальной намоткой в температурном направлении, в фазе деконфайнмента SU(2) глюодинамики. Для того чтобы удалить эффекты Грибовских копий применяется эффективный алгоритм для фиксации максимальной абелевой калибровки. Вычисляя плотность термальных абелевых монополей в температурном интервале между 1.5 Tc и 6.9 Tc. Систематическая погрешность, определяемая эффектами Грибовских копий, в этих работах составляет от 20% и выше [29].
- Показано, что в пределе бесконечной температуры, монополярная плотность сходится к её значению в трёхмерной теории. Для изучения взаимодействия между монополями мы вычисляем монополярно-монополярный и монополярно-антимонаполярный корреляторы при различных температурах в области (1.5 Tc, 6.9 Tc). Используя результат этого исследования мы определяем экранирующую массу, монополярно-монополярную константу связи, монополярный размер и монополярную массу [30, 31].

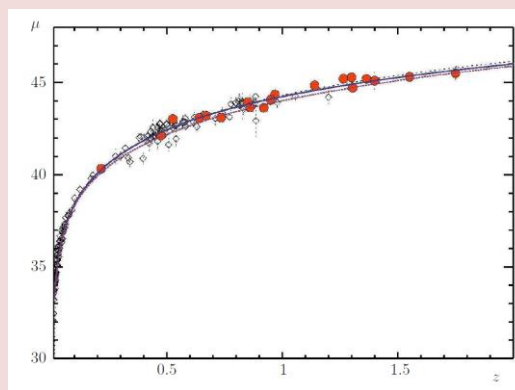
## *Классическая и квантовая гравитация. Космология.*

- Изучены возможности предложенного ранее механизма ускорения солнечных космических лучей для объяснения ускорения протонов вплоть до энергий порядка 10 ГэВ, наблюдаемых во время Солнечной вспышки 2006 г. [32]
- Показана невозможность гравитационного коллапса нестатических сферически симметричных тел. [33].
- Показано, что концепция чёрных дыр несовместима с законами сохранения числа барионов и электрического заряда [34].
- Рассмотрена динамика гравитирующего газа-непрерывной среды с очень специальными свойствами. Получены точные решения уравнений Эйлера для простых начальных условий [35].
- Развита теория унимодулярной бимодовой гравитации. Предложено описание темных галактических гало с помощью когерентного поля скалярных гравитонов [36].
- В рамках ковариантного гамильтонова формализма (подход Кухаржа [Kuchar]) рассмотрена теория массивной гравитации с двумя метриками (РТГ). Показано, что полный тензор энергии-импульса (включающий вклады как гравитации, так и



материи) может быть выражен здесь алгебраически (без производных) через два метрических тензора [37].

- Режим MOND, применяемый в астрономии для описания гравитирующих систем островного типа без необходимости постулировать существование гипотетической темной материи, обобщен на случай однородного распределения обычного вещества путем введения линейной зависимости критического ускорения от размера рассматриваемой области. Показано, что такая экстраполяция MOND в космологии согласуется как с наблюдаемой зависимостью яркости сверхновых типа Ia от красного смещения, так и с параметрами крупномасштабной структуры Вселенной при эволюции, задаваемой наличием космологической постоянной, обычного вещества из барионов и электронов, а также фотонного и нейтринного излучения без какой-либо темной материи [38]. См. рисунок ниже



По оси абсцисс отложены красные смещения, а по оси ординат – звездная величина сверхновых типа Ia (ромбы и кружки). Показаны результаты теоретического моделирования (сплошная линия) в согласии с предложенной нами моделью экстраполяции MOND, а также в моделях  $\Lambda$ CDM и модели с постоянным замедлением (пунктирные линии).

- Скалярный бозон Хиггса стандартной модели, минимально связанный с гравитацией, не участвует в инфляции ранней Вселенной, если его масса превышает пороговое значение, которое в древесном приближении для потенциала скаляра равно  $m_H^{\min} = 142$  ГэВ. Двухпетлевые поправки модифицируют эту оценку до  $m_H^{\min} = 150 \pm 3$  ГэВ, так что высшие поправки теории возмущений имеют вполне контролируемый умеренный характер, но тем не менее важны численно для эксперимента [39].
- Изучена динамическая неустойчивость, возникающая за счёт квантовых поправок к значениям параметров суперпотенциала и приводящая к релаксации первоначальной космологической постоянной  $\Lambda$  посредством инфляционного режима. Модель согласуется с данными наблюдений при  $\Lambda \sim 10^{16}$  ГэВ [40].

## *Математическая физика.*

- Рассмотрены различные варианты модели Фридрикса и их использование для описания резонансов. К обзору прилагается также математическая глава, содержащая основы теории оснащенных пространств Гильберта [41].
- Построена алгебра генерирующая спектр для свободного движения на сфере  $S^3$ . Этот формализм позволяет описать в алгебраических терминах все гильбертово пространство системы [42].
- Изучены свойства скрученной аффинной алгебры Каца-Мууди типа  $A^{(2)}_2$ . Построен фундаментальный гамильтониан спиновой цепочки как логарифмическая производная трансфер - матрицы. Получены  $L$ -операторы двух типов с использованием  $q$ -деформированных осцилляторов [43].
- Построена алгебра квантовых дифференциальных операторов, действующих на квантовой матричной алгебре  $M$ , перестановочные соотношения которой задаются  $R$ -матрицей Геккевского типа. Генераторы квантовой алгебры дифференциальных операторов образуют алгебру уравнения отражений  $GL(n)$  типа. Показано, что если действие квантовых дифференциальных операторов сохраняет алгебру квантовых функций  $M$  и, одновременно, дает представление алгебры уравнения отражений во всех однородных компонентах  $M$ , то это действие фиксируется однозначно с точностью до автоморфизма перенормировки. Подробно изучен случай, когда в качестве алгебры квантовых функций выбрана алгебра уравнения отражений. Получены явные формулы, а именно, полиномиальные соотношения на генераторы полей и квантовых функций, фактор по которым и дает алгебру дифференциальных операторов на квантовой орбите [44].
- Продолжено изучение задачи редукции в континуальных интегралах, описывающих квантовую эволюцию динамических систем на многообразиях, на которых задано несвободное действие групп [45].
- Получены уравнения Вонга для конечномерной динамической системы, описывающие движение скалярной частицы на компактном римановом многообразии с заданным свободным изометрическим гладким действием компактной полупростой группы Ли. Эти уравнения, позволяют получить уравнения Вонга в калибровочной теории Янга-Миллса в кулоновой калибровке [46].

# Список публикаций

## Физика высоких энергий и физика частиц

- [1] S.M. Troshin, N.E. Tyurin,  
«*Correlations in multiparticle production*».  
[ arXiv: 1108.4584]
- [2] S.M. Troshin, N.E. Tyurin,  
«*Collective effects in multiparticle production processes at the LHC*».  
Int. J. Mod. Phys. A26, 1-28, 2011;
- [3] S.M. Troshin, N.E. Tyurin  
«*Elliptic flow in pp-collisions at the LHC*»  
Mod. Phys. Lett. A26, 1095-1102, 2011.
- [4] S.M. Troshin, N.E. Tyurin  
«*Deep-elastic scattering and asymptotics*».  
[arXiv:1111.4454]
- [5] R.A. Ryutin, V.A. Petrov, A.E. Sobol,  
«*Towards Extraction of  $\pi+p$  and  $\pi+\pi+$  cross-sections from Charge Exchange Processes at the LHC*»,  
Eur.Phys.J. C71 (2011) 1667
- [6] V.A. Petrov, R.A. Ryutin, A.E. Sobol, M.J. Murray,  
«*Can We Get Deeper Inside the Pion at the LHC?*»,  
arXiv:1107.3664 [hep-ph], принята к печати в Eur.Phys.J. C.
- [7] R.A. Ryutin, A.E. Sobol, V.A. Petrov,  
«*MonChER: Monte-Carlo generator for Charge Exchange Reactions. Version 1.1. Physics and Manual*»,  
arXiv:1106.2076 [hep-ph], CMS-IN-2011/015
- [8] A. A. Godizov  
«*Top models of diffractive scattering to falsify at the LHC* “  
PoS(IHEP-LHC-2011)005
- [9] R.A. Ryutin,  
«*Hadron multiplicity induced by top quark decays at the LHC*»,  
arXiv:1105.4776 [hep-ph], принята к печати в Eur. Phys. J. C.;  
PoS(QFTHEP2011) 037.
- [10] A.V. Berezhnoy, A.K. Likhoded, A.V. Luchinsky, A.A. Novoselov,  
«*Double J/psi-meson Production at LHC and 4c-tetraquark state*»,  
Phys.Rev. D84 (2011) 094023

- [11] A.V. Berezhnoy, **A.V. Luchinsky**, **A.A. Novoselov**,  
*“Tetraquarks composed of 4 heavy quarks”*,  
 arXiv:1111.1867
- [12] A.V. Luchinsky, S.V. Poslavsky,  
*“Inclusive charmonium production at PANDA experiment”*,  
 arXiv:1110.4989, направлена в Phys.Rev.D
- [13] A.V. Berezhnoy, **A.K. Likhoded**, **A.V. Luchinsky**,  
*“ $B_c \rightarrow J/\Psi (B_s, B_s^*) + n \pi$  Decays”*,  
 arXiv:1111.5952.
- [14] A.V. Berezhnoy, **A.K. Likhoded**, **A.V. Luchinsky**,  
*“ $BC_{NPI}$  module for the analysis of  $B_c \rightarrow J/\Psi + n \pi$  and  $B_c \rightarrow B_s + n \pi$  decays within the EvtGen package”*,  
 arXiv:1104.0808 [hep-ph]

## *Проблемы и методы квантовой и классической теории поля.*

- [15] V.E. Rochev  
*«Asymptotic behavior in the scalar field theory»*  
 J. of Phys. A: Math. Theor. 44 (2011) 305403
- [16] A.V. Kisselev  
*«OPE coefficient functions in terms of composite operators only. Singlet case»*  
 arXiv:1110.6059
- [17] D. Ebert, T.G. Khunjua, **K.G. Klimenko**, V.Ch. Zhukovsky,  
*«Finite-size effects in pion condensation phenomena of dense baryonic matter in the NJL<sub>2</sub> model.»*  
 arXiv:1106.2928 [hep-ph]
- [18] D. Ebert, N.V. Gubina, **K.G. Klimenko**, S.G. Kurbanov, V.Ch. Zhukovsky,  
*«Chiral density waves in the NJL<sub>2</sub> model with quark number and isospin chemical potentials.»*  
 Phys.Rev.D84:025004, 2011.
- [19] Nicolas Boulanger, E.D.Skvortsov, **Yu.M.Zinoviev**  
*“Gravitational cubic interactions for a simple mixed-symmetry gauge field in AdS and flat backgrounds”*  
 J. Phys. A44 (2011) 415403
- [20] Yu. M. Zinoviev  
*“Gravitational cubic interactions for a massive mixed symmetry gauge field”*  
 J.Phys. A44 (2011) 415403

- [21] **V.V.Kiselev**, V.V.Shakirov  
*“Constructing the ultimate theory of grand unification”*  
arXiv:1105.3013[hep-ph]
- [22] M. L. Nekrasov.  
*“Results of numerical simulations for unstable-particles pair production in modified perturbation theory in NNLO”.*  
PoS QFTHEP2011 (2011) 036
- [23] V.G. Bornyakov, V.V. Braguta,  
*“Thermal Abelian monopoles as selfdual dyons.”*  
Phys.Rev.D84:074502,2011
- [24] V.G. Bornyakov, V.V. Braguta,  
*“Study of the thermal abelian monopoles with proper gauge fixing.”*  
arXiv:1110.6308. Принята к печати в Phys. Rev. D
- [25] **V.V. Braguta**, P.V. Buividovich, M.N. Chernodub, M.I. Polikarpov  
*«Electromagnetic superconductivity of vacuum induced by strong magnetic field: numerical evidence in lattice gauge theory.»*  
arXiv:1104.3767. Принята к печати в Phys. Rev. Lett.
- [26] **V.V. Braguta**, P.V. Buividovich, T. Kalaydzhyan, S.V. Kuznetsov, M.I. Polikarpov  
*“The Chiral Magnetic Effect and chiral symmetry breaking in SU(3) quenched lattice gauge theory.”*  
arXiv:1011.3795. Принята к печати в Яд.Физ.
- [27] W. Bietenholz, **V. Bornyakov**, M. Göckeler, T. Hemmert, R. Horsley, W.G. Lockhart, Y. Nakamura, H. Perlt, D. Pleiter, P.E.L. Rakow, A. Schäfer, G. Schierholz, A. Schiller, T. Streuer, H. Stüben, F. Winter, J.M. Zanotti  
*«Flavour blindness and patterns of symmetry breaking in lattice simulations of up- , down- and strange quarks.»*  
Phys.Rev. D84 (2011) 054509
- [28] R. Aouane, **V. Bornyakov**, E.-M. Ilgenfritz, V. Mitrjushkin, M. Mueller-Preussker, A. Sternbeck,  
*“Landau gauge gluon and ghost propagators at finite temperature from quenched lattice QCD”*,  
ArXiv:1108.1735. Принято к печати в Phys. Rev. D
- [29] **V.G. Bornyakov**, V.K. Mitrjushkin,  
*«Lattice QCD gluon propagators near transition temperature.»*  
e-Print: arXiv:1103.0442 [hep-lat]
- [30] **V. G. Bornyakov**, A. G. Kononenko,  
*«First study of the abelian monopoles in finite temperature lattice SU(2) gluodynamics with improved action».*  
e-Print: arXiv:1111.0169 [hep-lat]
- [31] **V.G. Bornyakov**, V.K. Mitrjushkin, **R.N. Rogalyov**,  
*«Gluon propagator in 3d SU(2) theory and effects of Gribov copies»*,  
e-Print: arXiv:1112.4975 [hep-lat]

## *Классическая и квантовая гравитация. Космология.*

[32] С.С. Герштейн,  
подготовка публикации.

[33] Герштейн С.С., Логунов А.А., Мествиришвили М.А.  
*«Принцип причинности Гильберта и невозможность гравитационного коллапса нестатических сферически симметричных тел».*  
ДАН 436 (2011) 462 – 463 .

[34] Герштейн С.С., Логунов А.А., Мествиришвили М.А.  
*«Несовместимость законов сохранения числа барионов и электрического заряда с концепцией чёрных дыр».*  
ДАН 439 (2011) 178 –179 .

[35] Г.П.Пронько  
*«Evolution of simple configurations of gravitating gas»*  
arXiv:1104.4785

[36] Ю. Ф. Пирогов  
*«Unimodular bimode gravity and the coherent scalar-graviton field as galaxy dark matter»*  
arXiv:1111.1437

[37] V. Soloviev, M. Tchichikina  
*« Ultralocal energy density in massive gravity.»*  
ArXiv:1106.5709 (submitted to General Relativity and Gravitation).

[38] В. В. Киселев, С.А.Тимофеев  
*«Cosmological extrapolation of modified Newtonian dynamics».*  
arXiv:1104.3654 [gr-qc]

[39] В.В. Киселев и С.А. Тимофеев  
*“Ренормгрупповой анализ космологического ограничения на массу скаляра Хиггса”*,  
“Ядерная физика” т.72 №5, с. 804 (2011)

[40] В.В. Киселев и С.А. Тимофеев  
*“Космологический бутстрап”*  
Направлено в «Письма в ЭЧАЯ».

## *Математическая физика.*

[41] M. Gadella, G. P. Pronko  
*«The Friedrichs model and its use in resonance phenomena»*  
Fortschritte der Physik, Vol 57, N9, 795-859 (2011)

[42] M. Gadella, J. Negro, L. M. Nieto, G. P. Pronko, and M. Santander  
*«Spectrum generating algebras for the free motion in  $S^3$ »*  
Journal Math. Phys. 52, 063509 (2011)

[43] H. Boos, F. Gohmann, A. Klumper, Kh.S. Nirov, **A.V. Razumov**,  
*“On the universal R-matrix for the Izergin-Korepin model”*.  
J.Phys.A44:355202,2011.

[44] Dimitri Gurevich, Pavel Pyatov, **Pavel Saponov**  
*“Braided differential operators on quantum algebras “*  
Journal of Geometry and Physics, 61, Issue 8 (2011)1485

[45] С.Н. Сторчак.  
*« Квантовая эволюция динамических систем на многообразиях, на которых задано несвободное действие групп»*.  
В процессе работы.

[46] S.N. Storchak  
*«Wong's equations in Yang-Mills theory»*  
arXiv:1101.0195

**Работы, выполненные в 2010 г. (см. также «Отчёт о работе ОТФ в 2010 г.») и опубликованные в 2011 г.**

### **Физика высоких энергий и физика частиц**

1) A.A. Godizov  
*A simple model for high-energy nucleon-nucleon elastic diffraction and exclusive diffractive electroproduction of vector mesons on protons.*  
Phys.Lett. B703 (2011) 331-342

2) S.M. Troshin, N.E. Tyurin,  
*Unitarity and collective effects.*  
AIP Conf. Proc. 1350, 124-127, 2011.

3) A.V. Berezhnoy, **A.K. Likhoded**, A.A. Martynov  
*Associative production of  $B_c$  and  $D$  mesons at LHC.*  
Phys.Rev. D83 (2011) 094012

4) R.A. Ryutin,  
*« $\pi p$  and  $\pi \pi$  scattering at LHC»,*  
proceedings of the International Conference Diffraction-2010, Otranto, September 2010.  
AIP Conf.Proc. 1350 (2011) 199-202

### **Проблемы и методы квантовой и классической теории поля.**

5) M.L.Nekrasov,  
*Pair production of fundamental unstable particles in modified perturbation theory in NNLO*  
Mod.Phys.Lett. A26 (2011) 223-234

6) V.V. Braguta  
*“Mass of nonrelativistic meson from leading twist distribution amplitudes.”*  
Ядерная физика, 74:86-89,2011

7) **V.G. Bornyakov**, V.K. Mitrjushkin,  
*“SU(2) lattice gluon propagators at finite temperatures in the deep infrared region and Gribov copy effects.”*  
Phys.Rev. D84 (2011) 094503

### **Классическая и квантовая гравитация. Космология.**

8) V.V. Kiselev, S.A. Timofeev  
*“The Holographic screen at low temperatures”*  
Mod.Phys.Lett. A26 (2011) 109

9) V.V.Kiselev and S.A.Timofeev



*Математическая физика.*

10) D. Gurevich, P. Pyatov, **P. Saponov**,  
“*Braided Differential Operators on Quantum Algebra*”  
Journal of Geometry and Physics, vol. 61, Issue 8, (2011)1485

11) D.I. Gurevich, **P.A. Saponov**,  
“*Quantization of pencils with a gl-type Poisson center and braided geometry*”  
Algebra, Geometry and Mathematical Physics, vol. 93 (2011)145.

*Таким образом, в 2011 г. были опубликованы 53 работы (включая arXiv) сотрудников Отдела теоретической физики, в том числе в журналах появилось 30 работ ( в скобках указан импакт-фактор соответствующих журналов на 2011):*

- 5** в Phys.Rev. D (IF 4.558)
- 1** в Phys.Lett. B (IF 3.955)
- 1** в Eur.Phys. J.C (IF 3.631)
- 1** в Class.Quant.Grav. (IF 3.320)
- 3** в Journ. Phys. A (IF 1.564)
- 1** в Journ. Math.Phys. (IF 1.291)
- 1** в Fortschr. Phys. (IF 1.162)
- 3** в Mod. Phys.Lett. A (IF 1.083)
- 1** в Int.J. Mod. Phys. A (IF 1.053)
- 1** в ЭЧАЯ (IF 1.015)
- 2** в Journ.Geo.Phys. (IF 0.818)
- 3** в ЯФ (IF 0.568)
- 2** в Доклады РАН (IF 0.343)
- 2** в AIP Proc.Conf. (IF 0.150) - **нереферируемый**
- 1** в Algebra, Geometry and Math. Phys. (IF unknown)
- 3** в Proceedings of Science (PoS) (IF unknown) – **нереферируемый**

**Средний импакт-фактор на 1 журнальную работу = 1.930**

## *Выступления на научных семинарах, совещаниях и конференциях и лекции*

### **Петров В.А.**

- Доклад «Дифракционное рассеяние адронов в свете новейших данных LHC». Семинар ОТФ, 27.12.11.

### **Трошин С.М.**

- «Сообщение о ридж-эффекте, обнаруженном на LHC» на семинаре RDMS в Институте Ядерных Исследований (Москва) .
- Доклад «Коллективные эффекты на LHC», семинар ОТФ.
- Доклад «Коллективные эффекты на LHC», конференция RDMS в Алуште, май 2011.

### **Рютин Р.А.**

- Доклад «Hadron multiplicity induced by top quark decays at the LHC», QFTNER2011, Sochi, Russia, 24.09.2011-1.10.2011.
- Доклад «Возможности наблюдения  $p$  и  $\pi$  рассеяния на LHC», семинар ОТФ, апрель 2011.

### **Годизов А. А.**

- Доклад «Top models of diffractive scattering to falsify at the LHC». Международное Совещание LHC on the March. 16-18 ноября 2011, Протвино.
- Доклад «Models of Elastic High-Energy Scattering to Falsify at the LHC». 14th Workshop on Elastic and Diffractive Scattering (EDS Blois Workshop) Frontiers of QCD: From Puzzles to Discoveries. December 15-21, 2011 Quy Nhon, Vietnam

### **Лучинский А.В.**

- Доклад « $B_c \rightarrow V(P) + n \pi$  decays in EvtGen at LHCb» на конференции «FWG J/psi and Onia Meeting», 15.06.2011, CERN
- Доклад «New EvtGen model for  $B_c \rightarrow V(P) + n \pi$  decays» на конференции «Simulation: Gauss&Boole», 14.07.2011, CERN
- Доклад «Tetraquarks composed of 4 heavy quarks» на конференции «LHC on the March», 18.11.2011, ИФВЭ, Протвино

### **Пославский С.В.**

- Доклад «Рождения чармониев в PANDA»  
Совещание коллаборации (Collaboration Meeting) PANDA  
в Протвино 6-10 июня 2011 года.
- Доклад « $R^2$  гравитация с точки зрения эффективной теории».  
Семинар ОТФ 16 июля 2011 года.
- Доклад «Инклюзивное рождение чармониев в PANDA»  
Совещание по физике PANDA в ИТЭФ 25 ноября 2011 года.
- Доклад «Inclusive charmonium production at PANDA experiment».  
Совещание коллаборации PANDA в Дармштадте (Германия) 12-17 декабря 2011 г.

### **Киселев А.В.**

- Лекция «Дополнительные пространственные размерности. Теория и поиск на коллайдерах»  
11-я Международная школа-семинар «Актуальные проблемы физики микромира»,  
Гомель, Беларусь, август 2011 года.
- Доклад «Дополнительные размерности пространства и их поиск на коллайдерах»  
(часть I) . Семинар ОТФ, 15 марта 2011 года
- Доклад «Дополнительные размерности пространства и их поиск на коллайдерах»  
(часть II) . Семинар ОТФ, 22 марта 2011 года

### **Рочев В.Е.**

- Доклад «Асимптотическое поведение в скалярной теории».  
Семинар ОТФ 9 февраля 2011 г.

### **Зиновьев Ю.М.**

- Доклад «Interactions for massive mixed symmetry field»  
Международный семинар SQS-11, ОИЯИ, Дубна, 18-23.07.2011.
- Доклад «О массивной гравитации»  
Семинары ОТФ ФИАН (16.12.2011) и ОТФ ИФВЭ (23.12.2011).

### **Клименко К. Г.**

- Доклад «Киральная симметрия и внешнее магнитное поле».  
Семинар ОТФ 2 февраля 2011 года.

### **Брагута В.В.**

- Доклад «Thermal Abelian monopoles as selfdual dyons»  
15-я Международная Ломоносовская конференция по физике элементарных  
частиц, 18 - 24 августа 2011 года, Москва, Россия,
- Доклад «Измерение хромозлектрических и хромагнитных полей абелевых  
монополей в кварк-глюонной плазме.»  
Секция ядерной физики Отделения физических наук Российской Академии наук,  
Москва, 21-25 ноября 2011 г.,
- Доклад «Изучение свойств абелевых монополей в кварк-глюонной плазме.»  
Семинар в ИТЭФ 27 октября 2011

- Доклад «ФОРМФАКТОРЫ АДРОНОВ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКСКЛЮЗИВНЫХ ПРОЦЕССАХ»  
Семинар в ИЯИ 22 августа 2011
- Доклад «ФОРМФАКТОРЫ АДРОНОВ В РАЗЛИЧНЫХ ЭКСКЛЮЗИВНЫХ ПРОЦЕССАХ».  
Семинар в ОИЯИ, 8 сентября 2011
- Лекция «Элементарные частицы и фундаментальные взаимодействия»  
Международная научная школа «Прикладная математика и физика», МФТИ, 2 июля 2011,

### Сапонов П. А.

- Доклад «Квантование вырожденных скобок Пуассона и некоммутативная геометрия»,  
Семинар ОТФ, апрель 2011.

### Некрасов М. Л.

- Доклад «Парное рождение нестабильных частиц в модифицированной теории возмущений. Результаты численного моделирования.»  
Семинар ОТФ (12 января 2011).
- Доклад «Results of numerical simulation for pair production of unstable particles in modified perturbation theory in NNLO.»  
Международная конференция QFTHEP2011 (Сочи, 24 сент. – 1 октября 2011).

**Таким образом, сотрудники Отдела представили в 2011 г. 14 докладов на международных конференциях, провели 16 семинаров в ОТФ и в других институтах и прочли 2 лекции.**

- Помимо регулярных семинаров Отдела сотрудники ОТФ организовали в ноябре 2011 г. международное совещание **LHC on the March**.

**International Workshop**  
16-18 November, IHEP, Protvino, Russia  
**LHC ON THE MARCH**

**International Advisory Committee:**  
 B. Campana (Roma, LNF)  
 K. Eggert (Geneva, CERN)  
 F. Gianotti (Geneva, CERN)  
 P. Giubellino (Trieste, INFN)  
 A. Goluyva (London, Imperial College)  
 M. Krämer (Vienna, HEPHY)  
 V. Malyshev (Moscow, INR)  
 V. Obraztsov (Protvino, IHEP)  
 V. Savvin (Moscow, SINP MSU)  
 A. Schopper (Geneva, CERN)  
 J. Schukraft (Geneva, CERN)  
 G. Tonelli (Pisa, INFN)  
 E. Vercellin (Trieste, INFN)

**Local Organizing Committee:**  
 N.E. Tyurin - Chair  
 A.G. Myagkov  
 V.A. Petrov  
 Yu.G. Ryabov  
 R.A. Ryutin - Secretary  
 A.P. Samokhin  
 A.M. Zaitsev

**Contacts:**  
 Address: 142281, Russian Federation, Moscow reg., Protvino, Pskovskaya st. 111E1  
 E-mail: ihelphc@cern.ch  
 Roman.Boutine@cern.ch (secretary)  
 Fax: +007(4967)744937  
 Mikhail.Mikhailov@cern.ch (secretary)

**Topics:**  
 Status and plans of LHC machine  
 Status and performance of the experiments  
 QCD studies  
 Forward physics  
 EW studies (W/Z productions)  
 Top quark production and properties  
 Heavy quarkonia  
 Higgs boson and Exotic searches  
 Heavy Ions collisions

**For MIPT Students:**  
 During conference hostel is available for free.  
 Deadline 12.11

**Contacts:**  
<http://indico.cern.ch/event/iheplhc2011>

Logos for ALICE, ATLAS, CMS, LHCb, and IHEP are visible at the bottom.

## *Диссертации, премии, награды, гранты*

- В 2011 году старшим научным сотрудником **В. В. Брагутой** защищена докторская диссертация на тему

*«Формфакторы адронов в различных эксклюзивных процессах»*

по специальности — теоретическая физика.

- Академик **С. С. Герштейн** удостоен (совместно с Н.Leutwyler, Швейцария) *международной премии имени И. Я. Померанчука.*

- Старший научный сотрудник **А. А. Годизов** удостоен *поощрительной премии ИФВЭ для молодых учёных и специалистов.*

- Аспирант **С. А. Тимофеев** (научн. рук. **В.В. Киселёв**) удостоен *премии Росатома для молодых учёных 2011 г.*

- Главный научный сотрудник **А. В. Разумов** удостоен звания *«Заслуженный деятель науки Московской области»*

- В 2011 г. **грантами РФФИ** были поддержаны следующие проекты:

**С.С. Герштейн** (рук.)

*«Рождение адронов с тяжёлыми кварками»*

**А. К. Лиходед** (рук.)

*«Изучение процессов рождения тяжёлых кваркониев»*

**А. В. Разумов** (рук.)

*«Интегрируемые системы: методы и приложения»*

