



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2009-198

**КРАТКИЙ ОБЗОР
ВАЖНЕЙШИХ НАУЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В 2009 ГОДУ**

Дубна 2009

Содержание

Теоретическая физика	3
Экспериментальная физика	5
Физика частиц.....	5
Релятивистская ядерная физика	7
Физика тяжелых ионов	8
Нейтронная ядерная физика.....	9
Физика конденсированных сред	12
Радиационные и радиобиологические исследования	15
Информационные технологии и вычислительная физика	18
Учебно-научный центр	21
Общие данные о количестве публикаций сотрудников ОИЯИ (с 01.01.2009 по 10.11.2009).....	23

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Изучен переходный формфактор пиона в рамках правил сумм КХД. Новые данные коллаборации BABAR по переходному формфактору пиона привлекли внимание к вопросу о справедливости факторизации в КХД — ключевого метода теоретического описания всех жестких адронных процессов. Данные BABAR проанализированы в сравнении с наиболее точными расчетами КХД. Показано, что существенный рост формфактора в области 10–40 ГэВ² не может быть объяснен высшими пертурбативными поправками.

- *Mikhailov S. V., Stefanis N. A.* // Nucl. Phys. B. 2009. V. 821. P. 291.

Сформулирован метод аналитического решения уравнения Бакстера для операторов твиста 2 и 3 в планарной $N = 4$ суперсимметричной теории Янга–Миллса. Полученное этим методом аналитическое решение доказывает правильность формулы для трехпетлевой аномальной размерности операторов твиста 2, постулированной ранее. При этом трансцендентная часть соответствующей трехпетлевой аномальной размерности в КХД определена из исследования суперсимметричной калибровочной теории в четырех измерениях исключительно на основе интегрируемости теории.

- *Kotikov A. V., Rej A., Zieme S.* // Nucl. Phys. B. 2009. V. 813. P. 460.

Конструирование микро(нано)механических систем, использующих эффект Казимира, требует высокоточного описания электромагнитных флуктуаций в присутствии неплоских границ с учетом их материальных свойств и конечной температуры. В связи с этим рассчитаны силы Казимира между различными материалами, существующими в природе, исследованы дисперсионные силы отталкивания в присутствии новых метаматериалов с

нетривиальной магнитной восприимчивостью, исследована роль поверхностных мод, плазмонов и поляритонов, в дисперсионных силах.

- *Pirozhenko I. G., Lambrecht A.* // Phys. Rev. A. 2009. V. 80. P. 042510.

Рассчитано энергетическое распределение эмитированных электронов из слоистых графеновых структур. Показано, что такой автоэмиссионный спектр содержит характерные пики, напрямую связанные с сингулярностями Ван Хофа в энергетическом спектре электронов. Экспериментальное обнаружение таких пиков в энергетическом распределении электронов может служить прямым указанием на существование квантово-размерного эффекта в слоистых графеновых структурах.

- *Катков В. Л., Осипов В. А.* // Письма в ЖЭТФ. 2009. Т. 90. С. 304.

Показано, что вероятность синтеза нового сверхтяжелого элемента $Z = 120$ ($A = 299$) в реакции $^{54}\text{Cr} + ^{248}\text{Cm}$ намного больше, чем в реакциях $^{58}\text{Fe} + ^{244}\text{Pu}$ и $^{64}\text{Ni} + ^{238}\text{U}$, которые были использованы в ЛЯР ОИЯИ и на установке SHIP в GSI (Дармштадт, Германия). Преимущество реакции $^{54}\text{Cr} + ^{248}\text{Cm}$ по сравнению с двумя другими реакциями обусловлено большим сечением образования составного ядра в конкуренции с квазиделением.

- *Nasirov A. K. et al.* // Phys. Rev. C. 2009. V. 79. P. 024606.

На основе термополевой динамики развит подход, позволяющий учитывать влияние температуры на распределение силы зарядово-обменных переходов между нагретыми ядрами. Для нейтронно-избыточного ядра ^{80}Ge рассчитаны распределения силы разрешенных и первого порядка запрета $p \rightarrow n$ переходов в зависимости от температуры. При температурах и плотностях звездного вещества, соответствующих поздней стадии эволюции массивной звезды, рассчитаны скорости захвата электронов этим ядром.

- *Джигоев А. А. и др.* // ЯФ 2009. Т. 72. С. 1373.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА Физика частиц

Коллаборацией COMPASS (ЦЕРН–ОИЯИ) завершен анализ данных по глубоконеупругому рассеянию (ГНР) поляризованных мюонов с энергией 160 ГэВ на протонной и дейтронной поляризованных мишенях. Получены инклюзивные и полуинклюзивные асимметрии заряженных адронов A_1 и $A_1^{K^\pm, \pi^\pm}$ на обеих мишенях. Извлечены партонные распределения $x\Delta u, x\Delta d, x\Delta \bar{u}, x\Delta \bar{d}$ и $x\Delta s$. Распределения легких кварков находятся в согласии с КХД-фитом мировых данных, функция распределения странных кварков близка к нулю, что находится в противоречии с результатом КХД-фита, предсказывающего отрицательную величину с минимумом при $x = 0,2$.

При помощи измеренных структурных функций g_1^p и g_1^d рассчитана функция $g_1^{\text{NS}}(x) = g_1^p(x) - g_1^n(x)$, определена величина ее первого момента Γ_1 и проверено выполнение правила сумм Бьеркена. Полученное значение отношения аксиального и векторного токов $g_A/g_V = 1,30 \pm 0,07$ (стат.) $\pm 0,10$ (сист.), что хорошо согласуется с $g_A/g_V^{\text{PDG}} = 1,256 \pm 0,003$ [1].

Из данных по ГНР поляризованных мюонов на изоскалярной мишени измерена передача поляризации Λ - и $\bar{\Lambda}$ -гиперонам $D^\Lambda = -0,012 \pm 0,047 \pm 0,024$, $D^{\bar{\Lambda}} = 0,249 \pm 0,056 \pm 0,049$ [2].

Получены первые результаты по анализу процесса дифракционной ассоциации π^- в конечное состояние $\pi^- \pi^- \pi^+$ в процессе рассеяния пионов с энергией 190 ГэВ на свинцовой мишени. Четко выделены хорошо изученные резонансы $a_1(1260)$, $a_2(1320)$ и $\pi_2(1670)$. Полученные данные указывают на наличие экзотического резонанса с квантовым числом $J^{\text{PC}} = 1^{-+}$ при 1,66 ГэВ/с, распадающегося на $\rho\pi$ [3].

- *Kurek K.* (on behalf of COMPASS). New results on quark helicity distributions and gluon polarization from COMPASS. Talk given on HEP-2009 Europhysics Conference on High Energy Physics, Poland, July 16–22, 2009.
- *Peshekhonov D.* (on behalf of COMPASS). Helicity quark distributions from DIS and SIDIS measured in COMPASS. Talk

given on 14th Lomonosov Conference on Elementary Particle Physics, Moscow, Aug. 19–25, 2009.

- *Korzenev A.* (on behalf of COMPASS). Measurement of the longitudinal spin structure of the proton by COMPASSN. Talk given in Hadron Structure 2009, International Conference, Slovakia, Aug. 30–Sep. 3, 2009.
- *Alekseev M. et al.* Measurement of the longitudinal spin transfer to Λ and Λ -bar hyperons in polarized muon DIS // EPJC. 2009. V. 64. P. 171–179.
- *Alekseev M. et al.* Observation of a $J^{PC} = 1^{-+}$ exotic resonance in diffractive dissociation of 190 GeV/c π^{-} into $\pi^{-}\pi^{-}\pi^{+}$. CERN-PH-EP/2009-018; Phys. Rev. Lett. (submitted).

В ноябре возобновились работы по запуску ЛНС в ЦЕРН. Существенный вклад в ремонт поврежденных сверхпроводящих магнитов ЛНС и усовершенствование системы клапанов для аварийной эвакуации жидкого гелия в нештатных ситуациях внесла бригада высококвалифицированных инженеров и техников, специально приглашенных для этой цели из ОИЯИ. К настоящему времени ЛНС уже установил новый мировой рекорд по энергии сталкивающихся пучков, несколько превысив прежнее достижение Тэватрона (США).

С запуском ЛНС начали работу и основные экспериментальные установки, в которых участвуют физики ОИЯИ, — ATLAS, CMS и ALICE. Идет набор данных, служащих для проверки работы всех систем этих сложнейших приборов.

Группой ОИЯИ–INFN–FNAL измерена масса топ-кварка на данных CDF на статистике $2,9 \text{ фб}^{-1}$ в канале распада двух лептонов: $M_{\text{top}} = 165,5 + 3,4/3,3 \text{ (стат.)} \pm 3,1 \text{ (сист.) ГэВ}/c^2$. Был усовершенствован метод измерения массы топ-кварка в канале распада «два лептона». Для увеличения числа выбранных событий использовался так называемый отбор «лептон + трек», а для улучшения разрешения измерения была применена зависимость ширины распада топ-кварка от его массы Брейта–Вигнера.

На статистике $4,2 \text{ фб}^{-1}$ экспериментами CDF и D0 с 95 %-й вероятностью исключено рождение бозона Хиггса из стандартной модели в интервале масс $m_H = 160\text{--}170 \text{ ГэВ}/c^2$.

Важными результатами, также достигнутыми в 2009 г. в рамках коллаборации CDF, являются наблюдение Ω_{-b} -бариона и первое наблюдение электрослабого рождения одиночного топ-кварка.

- *Aaltonen T. et al.* Measurement of the top quark mass at CDF using the «neutrino phi weighting» template method on a lepton plus isolated track sample // *Phys. Rev. D.* 2009. V. 79. P. 072005.
- *The CDF Collaboration.* Combined upper limit on standard model Higgs boson production with up to $4,2 \text{ фб}^{-1}$ of data. CDF note, 9713, 2009.
- *Артиков А. и др.* Система мюонных сцинтилляционных счетчиков установки CDF // *ЭЧАЯ.* 2008. Т. 39, вып. 3. С. 788–812.
- *The CDF Collaboration.* Observation of the Ω_{-b} and measurement of the properties of the χ_{-b} and Ω_{-b} . arXiv:0905.3123
- *The CDF Collaboration.* First observation of electroweak single top quark production // *Phys. Rev. Lett.* 2009. V. 103. P. 092002.

Релятивистская ядерная физика

Проведены два сеанса работы нуклотрона ОИЯИ общей продолжительностью примерно 1300 ч. Завершена полномасштабная модернизация системы криогенного обеспечения ускорительного комплекса. Обновленное оборудование протестировано и введено в эксплуатацию. Срок службы модернизированного оборудования существенно продлен для задач будущего проекта NICA/MPD.

В ходе сеансов протестированы и введены в опытную эксплуатацию комплекс аппаратуры системы задания цикла магнитного

поля, новая цифровая система связи частоты ускоряющих станций с магнитным полем, система автоматизированного управления вакуумным оборудованием пучковой камеры нуклотрона.

Проведены успешное комплексное испытание модернизируемых систем защиты и электропитания при величине магнитного поля свыше 1,5 Тл, а также четыре сеанса работы источника КРИОН-3 с целью оптимизации режимов и подготовки к ускорению тяжелых ионов.

- *Агапов Н. Н. и др.* Ход реализации проекта «Нуклотрон-М» (по итогам сеансов № 37, 38). Сообщ. ОИЯИ Р9-2009-38. Дубна, 2009.
- *Аверичев А. С. и др.* Итоги 39-го сеанса нуклотрона. Сообщ. ОИЯИ Р9-2009-131. Дубна, 2009.

Физика тяжелых ионов

Успешно завершен первый этап уникального эксперимента по синтезу и изучению свойств элемента 117 в реакции $^{48}\text{Ca} + ^{249}\text{Bk}$. Полученные результаты однозначно свидетельствуют об открытии новых изотопов сверхтяжелых элементов с атомными номерами 117, 115, 113, 111, 109, 107 и 105 с большим избытком нейтронов. Эксперимент проведен на ускорителе тяжелых ионов У-400 ОИЯИ в сотрудничестве с национальными лабораториями США (LLNL и ORNL).

Завершен цикл работ, посвященный изучению свойств изотопов гелия вблизи и за границей линии нейтронной стабильности $^{5,6,8,9,10}\text{He}$. В экспериментах использовались пучки радиоактивных ядер $^{6,8}\text{He}$, полученные на фрагмент-сепараторе АКУЛИНА, и газовые криогенные мишени дейтерия, трития и гелия. Для получения информации о структуре ядерных систем использовался корреляционный анализ кинематических параметров продуктов ядерного взаимодействия. Подобный подход позволил получить новые и достоверные данные о свойствах изучаемых ядер, в частности, об основном состоянии ^6He , которое было исследовано в реакции рассеяния на α -кластере ядра ^6He . Для сильно

обогащенной нейтронами ядерной системы $2p$ и $8n$ (^{10}He), исследуемой в реакции $t + ^8\text{He} \rightarrow p + ^{10}\text{He}$, было получено значение энергии основного состояния ^{10}He — 3 МэВ.

- *Fomichev A. S. et al.* Properties of very n -rich He isotopes // Eur. Phys. J. 2009. V. 5.
- *Golovkov M. S. et al.* The ^8He and ^{10}He spectra studied in the (t, p) reaction // Phys. Lett. B. 2009. V. 672. P. 22–29.
- *Sidorchuk S. I. et al.* Study of the ^6He structure in the reaction of quasifree scattering $^4\text{He}(^6\text{He}, 2\alpha)$ // Nucl. Phys. A. (submitted).

Нейтронная ядерная физика

Произведен физический пуск первой очереди установки ИРЕН (источник резонансных нейтронов), включающей в себя одну секцию ускорителя электронов и неразмножающую вольфрамовую мишень. Достигнутые параметры установки: пиковый ток пучка электронов 2,0 А; энергия электронов 30 МэВ; ширина вспышки 100 нс; частота вспышек 25 Гц; интегральный нейтронный поток $(3-5) \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$. Указанные параметры позволяют проводить эксперименты, требующие высокого энергетического разрешения в диапазоне энергий от тепловой точки до сотен электронвольт.

- *Belikov O. V. et al.* Physical start-up of the first stage of IREN facility // Proc. XVIII International School on Nuclear Physics, Neutron Physics and Applications. September 21–27, 2009, Varna, Bulgaria.

На импульсном реакторе ИБР-2М завершено создание установки «Колхида», предназначенной для исследования нейтронно-оптических явлений при взаимодействии поляризованных нейтронов с поляризованными ядрами, в частности, исследования ядерной прецессии спина нейтронов в широком диапазоне энергий от тепловых до области нейтронных резонансов, а также

свойств магнетиков с помощью поляризованных нейтронов. Проведено компьютерное моделирование эксперимента по сдвигу парамагнитного резонанса нейтронов.

- *Abov Y. G. et al. // Nucl. Instr. Meth. 2009. V. 601, is. 3. P. 317.*

Продолжены исследования P -нечетной асимметрии эмиссии вторичных частиц в реакциях с поляризованными холодными нейтронами на легких ядрах ${}^6\text{Li}$ и ${}^{10}\text{B}$ с целью изучения нейтрального слабого тока в нуклон-нуклонном взаимодействии. Результаты на текущий момент: асимметрия вылета тритонов в реакции ${}^6\text{Li}(n, \alpha){}^3\text{H}$ $\alpha_{P\text{-odd}}^{6\text{Li}} = -(8,8 \pm 2,1) \cdot 10^{-8}$; асимметрия вылета гамма-квантов в ядерной реакции ${}^{10}\text{B}(n, \alpha){}^7\text{Li}^* \rightarrow \gamma \rightarrow {}^7\text{Li}(\text{g. s.})$ $\alpha_{P\text{-odd}}^{10\text{B}} = +(0,8 \pm 3,9) \cdot 10^{-8}$. С использованием этих величин в рамках кластерной модели была извлечена константа слабого нейтрального тока $f_{\pi}^{6\text{Li}} \leq 1,1 \cdot 10^{-7}$ и $f_{\pi}^{10\text{B}} \leq 2,4 \cdot 10^{-7}$ (90 %-й уровень достоверности). Оба этих результата противоречат «лучшему» значению DDH $f_{\pi}^{\text{DDH}} = 4,6 \cdot 10^{-7}$.

- *Vesna V. A. et al. Measurement of the parity-violating asymmetry in the reactions of cold polarized neutrons and light nuclei ${}^6\text{Li}$, ${}^{10}\text{B}$ // Nucl. Phys. A. 2009. V. 827 (1). P. 687c–694c.*
- *Vesna V. A. et al. Measurement of P -odd asymmetry of g -quanta emission in the nuclear reaction ${}^{10}\text{B}(n, \alpha){}^7\text{Li}^* \rightarrow {}^7\text{Li}(\text{g. s.})$ // Nucl. Instr. Meth. A. 2009. V. 611. P. 244–247.*

На пучке холодных нейтронов в ILL (Франция) сотрудниками ОИЯИ в коллаборации с французскими учеными были измерены концентрация атомов водорода в алмазном нанопорошке до и после обезгаживания, полное сечение рассеяния на водороде, оставшемся после обезгаживания, и его температурная зависимость. Получено, что количество водорода в нанопорошке до и после обезгаживания может быть выражено отношениями C_8H и C_{15}H соответственно. Полное сечение рассеяния атома водорода составляет в обезгаженном порошке ~ 120 б. Изменение этого сечения при изменении температуры от 500 до 80 К не

превышает 3 %. Таким образом, увеличение вероятности отражения от алмазного нанопорошка, представляющего интерес в качестве отражателя очень холодных нейтронов, возможно либо путем удаления/замещения водорода, либо путем подавления канала неупругих потерь глубоким охлаждением порошка до температуры жидкого гелия.

- *Lychagin E. V. et al.* Storage of very cold neutrons in a trap with nano-structured walls // *Phys. Lett. B.* 2009. V.679. P.186–190.
- *Lychagin E. V. et al.* Coherent scattering of slow neutrons at nanoparticles in particle physics experiments // *Nucl. Instr. Meth. A.* 2009. V.611. P.302–305.

Завершен цикл работ в рамках проекта РФФИ и Академии Румынии «Геохронология и изучение ретроспективных загрязнений незатвердевших донных отложений из кислородосодержащих и бескислородных акваторий западной части Черного моря». Результаты проведенных исследований опубликованы в международных реферируемых журналах в пяти научных публикациях, две из которых представляют особый интерес для геологии.

Работа, выполненная ОИЯИ в сотрудничестве с македонскими специалистами по созданию геохимического атласа одного из экологически проблемных районов Македонии, удостоена Государственной премии Правительства Республики Македонии за 2009 г.

- *Cristache C. et al.* ENAA studies of anoxic Black Sea sediments pollution // *Marine Pollution Bulletin.* 2009. V.58. P.827–831; <http://doi:10.1016/j.marpolbul.2009.01.021>
- *Cristache C. et al.* An ENAA and PGAA comparative study of anoxic Black Sea sediments // *J. of Radioanalytical and Nuclear Chemistry.* 2009. V.279, No.1. P.7–12; <http://dx.doi.org/10.1007/s10967-007-7214-z>
- *Stafilov T. et al.* Geochemical Atlas of Veles and Environs. 2nd August. Stip, Macedonia, 2008. 124 p.

Физика конденсированных сред

В ходе нейтронного дифракционного исследования атомной и магнитной структуры кобальтитов типа $\text{Sr}_3\text{YCo}_4\text{O}_{10,5+\delta}$ (или $\text{Sr}_{0,75}\text{Y}_{0,25}\text{CoO}_{2,625+\delta/4}$), в которых А-позиции являются идеально упорядоченными, было найдено, что атомы Co, находящиеся в различных позициях элементарной ячейки, имеют различную величину магнитного момента, коррелирующую с кислородным окружением атома, т. е. впервые для перовскитоподобных кобальтитов была установлена прямая связь между зарядовым и спиновым состояниями атомов Co. В составах с разным содержанием кислорода был установлен G-тип AFM-структуры без признаков наличия ферромагнитной компоненты момента. Изучались составы с частичным замещением Sr на Ca, а именно, $\text{Sr}_{0,75-x}\text{Ca}_x\text{Y}_{0,25}\text{CoO}_{3-y}$ с $x \approx 0,30$ и $y \approx 0,35$, для которых из косвенных данных были получены указания на частичную стабилизацию ферромагнетизма вследствие влияния Ca на зарядовое состояние Co. Для проверки этой модели были измерены нейтронные дифракционные спектры в интервале температур от 1,5 до 300 К. Предварительный анализ показал наличие магнитного фазового перехода при $T \approx 260$ К с появлением AFM-структуры и возможной небольшой FM-компоненты.

- *Sheptyakov D. V. et al.* Correlation of chemical coordination and magnetic ordering in $\text{Sr}_3\text{YCo}_4\text{O}_{10,5+\delta}$, $\delta = 0,02$ and $0,26$ // *Phys. Rev. B.* 2009. V. 80(2). P. 024409 (1–9).

При исследовании влияния высокого давления на кристаллическую и магнитную структуры сложных анион-дефицитных оксидов кобальта в широком диапазоне температур в соединении $\text{Sr}_{0,7}\text{Y}_{0,3}\text{CoO}_{2,62}$ обнаружено изменение спиновой конфигурации ионов Co^{3+} при воздействии высокого давления, которое приводит к изменению симметрии антиферромагнитного состояния. Методами малоуглового рассеяния нейтронов и рентгеновской дифракции исследованы структурные характеристики оптически-активных наноструктурированных материалов состава $0,95\text{GeO}_2-0,05\text{Eu}_2\text{O}_3$, $0,949\text{GeO}_2-0,05\text{Eu}_2\text{O}_3-0,001\text{Ag}$ и $0,999\text{GeO}_2-0,001\text{Ag}$, отожженных на воздухе до $T = 900$ °С.

Установлено, что значительное изменение относительной интенсивности полос возбуждения люминесценции ионов Eu^{3+} при введении серебра коррелирует с уменьшением характерных размеров полидисперсных кластеров, образующихся при отжиге.

- *Golosova N. O. et al.* Spin state and magnetic transformations in $\text{Sr}_{0,7}\text{Y}_{0,3}\text{CoO}_{2,62}$ at high pressures // *Phys. Rev. B*. 2009. V. 79. P. 104431 (1–5).

Завершено комплексное исследование эффекта регулирования размера наночастиц магнетита в феррожидкостях с неполярными органическими основами при стабилизации монокарбоновыми кислотами. Исследования проведены с применением анализа статической намагниченности, просвечивающей электронной микроскопии, дифракции и малоуглового рассеяния синхротронного излучения, малоуглового рассеяния поляризованных нейтронов. Подтверждено, что при замене ненасыщенной олеиновой кислоты (C_{18}), используемой в классической процедуре стабилизации, насыщенными кислотами из ряда лауриновой (C_{12}), миристиновой (C_{14}), пальмитиновой (C_{16}), стеариновой (C_{17}) кислот происходит уменьшение эффективного размера стабилизированного магнетита.

- *Avdeev M. V. et al.* Comparative structure analysis of non-polar organic ferrofluids stabilized by saturated mono-carboxylic acids // *J. Colloid Interface Sci.* 2009. V. 334. P. 37–41.

С помощью малоуглового рассеяния нейтронов определена структура агрегатов наноалмазных частиц (детонация), диспергированных в полярные жидкости (вода, ДМСО) согласно специальной процедуре «мокрого» размалывания. Получены размер и фрактальные характеристики агрегатов, а также данные о структурных особенностях наноалмазных частиц (размер, характер поверхности). Анализ зависимости структурного фактора от числа частиц в растворе указывает на перекрытие разветвленных кластеров при концентрировании дисперсий. Вариация контраста с использованием смесей протонированных и дейтерированных растворителей позволила определить среднюю плотность частиц, составляющих кластер, и сделать вывод о существовании неалмазной компоненты на поверхности наноалмазов.

- *Avdeev M. V. et al.* Aggregate structure in concentrated liquid dispersions of ultrananocrystalline diamond by small-angle neutron scattering // *J. Phys. Chem. C*. 2009. V. 113. P. 9473–9479.

Методом малоуглового рассеяния нейтронов исследовано мицеллообразование додецил(сульфофеокси)бензолсульфоната натрия и нонилбензолдекаэтиленоксида в нейтральных и щелочных растворах электролитов различной концентрации. Показано, что образующиеся в растворах мицеллы имеют цилиндрическую (эллипсоидальную) форму. Определены характерные размеры мицелл в функции концентраций ПАВ и добавляемого электролита. Получена корреляция структурных данных с геометрией и динамикой травления «трековых» нанопор в растворах, содержащих ПАВ, и разработана модель влияния ПАВ на получение пор специфической геометрии.

- *Ковалев Ю. С. и др.* Агрегация поверхностно-активных веществ в растворах, применяемых для травления треков, и ее возможное влияние на форму пор в трековых мембранах // *Коллоидный журнал*. 2009. Т. 71, № 5. С. 616–622.

В ходе экспериментов по проблеме сосуществования ферромагнетизма (F) и сверхпроводимости (S) было исследовано магнитное состояние бислоя Fe/V с помощью нейтронного волнового резонатора MgO/V/Cu. Поведение бислоя в действительности соответствовало поведению трехслойной структуры F/F-S/S, в которой промежуточный слой F-S представлял собой смесь атомов ванадия и железа. Наблюдались прямой и обратный эффекты близости. Прямой эффект (установление сверхпроводящего параметра порядка в ферромагнетике F-S) проявился при переходе слоя ванадия (S) в сверхпроводящее состояние ($T = T_c$) в виде уменьшения и поворота вектора намагниченности к направлению внешнего магнитного поля. Обратный эффект близости (установление ферромагнитного порядка в сверхпроводнике F-S) наблюдался при температуре 0,6 Тс и состоял в увеличении вектора намагниченности и его повороте от направления магнитного поля.

- *Aksenov V. L., Khaidukov Yu. N., Nikitenko Yu. V.* Peculiarities of magnetic states in Ferromagnet/Superconductor heterostructures due to proximity effects // J. Phys.: Conf. Ser. (submitted).

РАДИАЦИОННЫЕ И РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучено модифицирующее влияние ингибиторов репликативного и репаративного синтеза ДНК — арабинозидцитозина и гидроксимочевины — на кинетику γ -индуцированного апоптоза в лимфоцитах человека. Показано, что в присутствии ингибиторов возрастает частота индуцированного апоптоза, что коррелирует с активным накоплением в этих условиях энзиматических двунитевых разрывов ДНК, которые, как известно, служат молекулярной основой событий, приводящих к запуску апоптоза.

Исследовано влияние комбинированного действия γ -излучения и липида А, выделенного из *Escherichia coli*, на фагоцитарную, лизоцимную и пероксидазную активность лейкоцитов крови человека. Показано, что липид А в низкой концентрации при γ -облучении повышает фагоцитарную и лизоцимную активность, что способствует повышению устойчивости к экзогенным факторам.

- *Belyakova E., Dubnickova M., Boreyko A.* Effect of low dose gamma irradiation together with lipid A on the human leukocytes activities *in vitro* // Fifth Summer School on Nuclear Physics Methods and Accelerators in Biology and Medicine, Slovakia, 2009. 2 p. (in press).
- *Boreyko A. V. et al.* The influence of DNA repair inhibitors on the induction and reparation of DNA double strand breaks in human lymphocytes induced by radiation with different linear energy transfer // Book of Abstracts Heavy Ions in Therapy and Space Symposium, 2009, Germany. P. 126.

Начаты исследования фенотипических проявлений мутаций, локализованных в генах, кодирующих субъединицы белковых

комплексов, таких как киназа *CDC28*, гистонацетилтрансфераза *SAGA* и регулятор локализации деацетилазы *Sir2*. Установлено их участие в репарации и чекпойнт-контроле.

- *Koltovaya N. A.* Activation of repair and checkpoints by double-strand DNA breaks: activational cascade of protein phosphorylation // *Rus. J. Genetics*. 2009. V. 45, No. 1. P. 1–15.
- *Kadyshevskaya E. Yu., Koltovaya N. A.* Participation of *SRM5/CDC28*, *SRM8/NET1*, and *SRM12/HF11* genes in checkpoint control in yeast *Saccharomyces cerevisiae* // *Rus. J. Genetics*. 2009. V. 45, No. 4. P. 397–408.

Продолжены исследования по определению радиочувствительности клеток различных индивидуумов при действии излучений с высокой ЛПЭ. Проведен анализ хромосомных aberrаций в лимфоцитах, облученных в G_0 - и G_2 -фазах клеточного цикла. В целом результаты показывают более высокую вариабельность между образцами крови доноров по частоте хромосомных aberrаций для ускоренных заряженных частиц, чем для γ -лучей.

- *Deperas-Kaminska M. et al.* Individually variable aberration frequencies in chromosomes 2, 8 and 14 of human peripheral blood lymphocytes exposed to charged particles of different LET // *Intern. J. of Radiation Biology*. 2009 (in press).

Проводятся исследования цитогенетических нарушений хромосомного аппарата клеток при действии малых доз ионизирующих излучений, а также процессов, лежащих в основе таких нарушений. Показано, что дозовая зависимость частоты хромосомных aberrаций в области доз менее 50 сГр имеет сложный нелинейный характер, характеризующийся участками гиперчувствительности и повышенной радиорезистентности. Выявлена ключевая роль эндогенных активных форм кислорода в явлении нелинейности в данном дозовом диапазоне.

- *Ochab-Marcinek A. et al.* Modelling radiation-induced cell cycle delays // *Radiation and Environmental Biophysics*. 2009; ISSN:0301-634X, eISSN:1432-2099.

- *Komova O. V. et al.* Sensibilizing and protective mechanisms triggered by low doses of radiation in human mammary carcinoma cells // The 37th Annual Meeting of the European Radiation Research Society, Prague, Czech Republic, 2009. P. 025.

Построена математическая модель мутационного процесса у бактерий *E. coli*, индуцированного УФ-облучением в диапазоне флюенсов энергии ($1 < D < 100$ Дж/м²). Исследована динамика концентраций основных белковых комплексов системы SOS-ответа *E. coli*. Получена оценка вероятности возникновения мутаций при реализации translesion-синтеза.

Разработана стохастическая модель SOS-ответа, основанная на использовании алгоритма Гиллеспи, получившего широкое распространение при моделировании сложных биологических систем. Исследовалась динамика индуцирующего сигнала SOS-системы в клетках *E. coli* при действии ускоренных ионов с количественным описанием процесса образования основных пре-мутационных повреждений ДНК.

- *Belov O. V., Krasavin E. A., Parkhomenko A. Yu.* Model of SOS-induced mutagenesis in bacteria *Escherichia coli* under ultraviolet irradiation // J. Theor. Biology. 2009. V. 261, No. 3. P. 388–395.

Изучены корреляции структурного поведения некоторых белков дикого (нативного) и мутантного типов, их молекулярно-динамическое поведение и структурная релаксация. Проведена количественная оценка нарушения функционирования белков как следствия их неправильной структурной организации.

- *Feldman T. B. et al.* Studies on the conformational state of the chromophore group (11-cis-retinal) in rhodopsin by computer molecular simulation methods // Biophysics. Pleiades Publishing, Inc., 2009. V. 54, No. 4. P. 465–470.

Продолжались работы по исследованию характеристик новых термолюминесцентных материалов в рамках комплексной долгосрочной программы сотрудничества между ЛРБ ОИЯИ и

Межуниверситетским ускорительным центром Нью-Дели, Индия (проект А-2.53 PUC-12/JC-XII).

- *Litvak M. et al.* DAN/MSL instrument: road from field tests to the estimation of hydrated minerals in the Martian subsurface // 40th Lunar and Planetary Science Conference, The Woodlands, Texas, 2009.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА

Создан высокоскоростной канал связи Дубна–Москва на основе технологии DWDM. Данная технология позволяет организовывать сразу много информационных потоков через одно оптическое волокно, чем обеспечивается практически неограниченная масштабируемость нового канала связи. В настоящее время запущен канал связи с пропускной способностью в 20 Гбит/с.

Существенно увеличены производительность ЦИВК ОИЯИ и емкость систем хранения данных: суммарная производительность ЦИВК составляет 2400 kSI2K, а доступная емкость системы хранения данных — 500 Тбайт. ЦИВК ОИЯИ функционирует как составная часть мировой инфраструктуры грид. Эффективная организация работы грид-сайта ОИЯИ позволила ему занять место в первой десятке грид-сайтов, включенных в глобальную грид-инфраструктуру проекта LHC (WLCG — Worldwide LHC Computing Grid — более 230 сайтов). Вклад ОИЯИ в решение задач в рамках российского грида для интенсивных операций с данными, объединяющего грид-сегменты ОИЯИ и 15 ресурсных центров в российских институтах, составил 40 %.

Впервые доказано существование экзотической асимптотики типа бризер для решений нестандартных линейных дифференциальных уравнений, моделирующих макроскопическое поведение композитных материалов. Исследована деформация решения типа бризер для эффективного линейного дифференциального уравнения с дисперсией b . Проведенные численные эксперименты указывали на существование решений типа бризер и в

случае $b \neq 0$. Построены асимптотики при больших t для решения рассматриваемой задачи в случае $b = 1$, подтверждающие достоверность процессов деформации бризера, выявленных при численном моделировании. Доказаны пять теорем, описывающих поведение действительной части решения для различных x .

- *Сердюкова С.И.* // Докл. РАН. 2009. Т. 427, № 1. С. 17–23.

Предложен новый метод построения функциональных уравнений для многопетлевых интегралов Фейнмана, позволяющий получать функциональные уравнения для интегралов, соответствующих двух-, трех- и четырехточечным диаграммам, благодаря чему впервые удалось сформулировать достаточно общую процедуру аналитического продолжения фейнмановских интегралов, зависящих от многих переменных. Полученные результаты актуальны для вычисления радиационных поправок, необходимых для сравнения теоретических предсказаний с экспериментальными данными, которые планируется получить на ускорителе LHC в ЦЕРН.

- *Tarasov O. V., Kniehl B. A.* // Nucl. Phys. B. 2009. V. 820. P. 178–192.

Сравнение распределений потерь энергии e/π с импульсом 1,5 ГэВ/с в прототипе детектора переходного излучения (TRD) для эксперимента CBM на ускорителе FAIR (Германия) и GEANT3-моделирования n -слойного детектора TRD, выполненного в среде CBM ROOT, показало, что результаты моделирования хорошо воспроизводят реальные данные. Показано, однако, что причиной сильно завышенного уровня подавления пионов является процедура подготовки данных для n -слойного TRD на основе реальных измерений. С помощью комбинированного метода, который более прост для практических применений, достигнут необходимый уровень подавления пионов.

- *Акишина Т.П. и др.* // Письма в ЭЧАЯ. 2009. Т. 6, вып. 2. С. 245–259.

Совместно с Техническим университетом Бреста (Белоруссия) и Университетом прикладных наук Вайнгартена (Герма-

ния) создана первая версия универсальной программы — симулятора квантовых вычислений на языке «Математика», названная QuantumCircuit. Программа имеет удобный графический интерфейс для задания произвольной квантовой схемы и содержит достаточно обширную встроенную базу данных квантовых вентилях, что необходимо для разработки и тестирования квантовых алгоритмов. Кроме того, для схем, составленных из вентилях Адамара и Тоффли, QuantumCircuit по команде пользователя строит систему булевых многочленов, число общих корней которых однозначно определяет квантовое вычисление. К настоящему времени в программу встроено квантовое преобразование Фурье, являющееся основой большинства известных квантовых алгоритмов, и квантовый алгоритм Гровера для поиска в несортированной базе данных.

- Gerdt V. P., Kragler R., Prokopenya A. N. // Part. & Nucl., Lett. 2009. V. 6, No. 7. P. 526–529.
- Gerdt V. P., Kragler R., Prokopenya A. N. // Lect. Notes Comp. Sci. 2009. V. 5743. P. 106–117.

Для дискретных динамических систем предложен метод конструктивного квантования. Этот метод, обобщающий стандартное фейнмановское квантование, основан на введении калибровочной связности специального вида. Сконструированы простые модели для изучения свойств предложенного квантования.

- Korniyak V. V. // Lect. Notes Comp. Sci. 2009. V. 5743. P. 180–194.

Взаимодействие каналированных частиц рассматривается в качестве одного из возможных путей решения проблемы синтеза легких элементов и взаимодействия ядер при низкой энергии. В работе «Сечение реакции двух заряженных частиц в канале кристалла» задача взаимодействия двух каналированных одноименно заряженных частиц в системе центра масс сведена к уравнению Шредингера в сферической системе координат с дополнительным осцилляторным потенциалом. Получены предварительные оценки и выявлен немонотонный характер зависимо-

сти коэффициента усиления ядерной реакции от энергии столкновения.

- *Красовицкий П. М. и др. // Изв. РАН. Сер. физ. 2009. Т. 73, № 2. С. 233–235.*

В рамках модели термического пика в трехмерном случае рассчитаны температуры в двухслойных структурах, представляющих собой массивную подложку и нанесенный на нее относительно тонкий слой из другого материала, при их облучении быстрыми тяжелыми ионами с высокими ионизационными потерями энергии. Детально исследованы изменения температур на границе раздела такой двухслойной структуры на примере Ni-W в зависимости от величины коэффициента конвективного теплообмена, характеризующего изменение градиента температур на границе раздела и, следовательно, определяющего тип теплового контакта. Расчеты проведены как для нелинейного случая с теплофизическими константами, зависящими от температуры, так и для линейного случая с независимыми от температуры теплофизическими константами. Установлено, что при учете зависимости теплофизических параметров от температуры рассчитанные температуры электронного газа и кристаллической решетки значительно меньше, чем в случае постоянных теплофизических параметров, взятых при комнатной температуре. Особенность нелинейной модели характеризуется тем, что тепловые процессы в кристаллической решетке значительно медленнее, чем в линейном случае. Показано, что при увеличении коэффициента конвективного теплообмена происходит переход от случая неидеального контакта к идеальному контакту.

- *Амирханов И. В. и др. // Поверхность: рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2009. № 12. С. 1–9.*

УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

В 2009 г. в УНЦ ОИЯИ проходили обучение 429 студентов: из университета «Дубна» — 195 человек; МГУ — 20 человек; МИРЭА — 159 человек; МФТИ — 16 человек; МИФИ,

МЭИ, госуниверситетов Белгорода, Воронежа, Еревана, Казани, Костромы, Саратова, Новгорода, Твери, Томска, Тулы, Уральского госуниверситета, национальных университетов Киева, Узбекистана, университета АН Молдовы — 39 человек.

Аспирантами ОИЯИ в 2009 г. были представители Армении, Белоруссии, Молдовы, РФ, Турции, Украины, всего 74 человека. Из них по специальности «Физика атомного ядра и элементарных частиц» обучалось 26 человек, «Теоретическая физика» — 16 человек, «Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника» — 9 человек.

УНЦ организовал летнюю практику для 113 студентов из МГУ, МФТИ, МИРЭА, университета «Дубна», госуниверситетов С.-Петербурга, Тулы, Уральского государственного технического университета, Казанского государственного технического университета, Томского политехнического университета, Национального университета Ужгорода.

Международная студенческая практика по направлениям исследований ОИЯИ в 2009 г. была организована в июле для студентов из Польши (22 человека), Чехии (13 человек), Румынии (12 человек), Сербии (1 человек), в сентябре для 23 студентов из ЮАР, а в конце октября на трехнедельную практику приехали 16 студентов из Египта. Программа практики включала работу над учебно-исследовательскими проектами в лабораториях Института, отчеты-презентации студентов о выполненной работе, лекции ведущих ученых и специалистов о деятельности лабораторий ОИЯИ, а также экскурсии и культурные мероприятия. С полным списком проектов можно ознакомиться на сайте УНЦ в разделе «Учебные проекты и лаборатории УНЦ ОИЯИ».

На сайте УНЦ (<http://uc.jinr.ru/>) обновилось содержание базы данных учебных курсов (русская и английская версии) по разделам: физика частиц и квантовая теория поля; математическая и статистическая физика; конденсированные среды, физика наноструктур и нейтронная физика; ядерная физика; физические установки; информационные технологии. В разделе «Студенты» появился список тем бакалаврских и магистерских студенческих работ.

В феврале проведены курсы «Радиационная охрана и ядерная безопасность» для польских студентов Университета им. М. Кюри-Склодовской (Люблин), выбравших специальность, связанную с обеспечением ядерной безопасности. Были организованы лекции, практические занятия и экскурсии, которые проводили сотрудники ОИЯИ.

УНЦ принимал участие в организации Всероссийской научной школы для молодых российских учителей физики, проходившей с 1 по 7 ноября в Европейской организации ядерных исследований (ЦЕРН) при финансовой поддержке Федерального агентства по науке и инновациям в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. Для 46 учителей физики из различных общеобразовательных учреждений России ведущие ученые-физики, среди которых были и представители ОИЯИ, прочитали лекции о современных достижениях в области физики частиц, космологии, ускорительной техники, информационных и нанотехнологий.

ОБЩИЕ ДАННЫЕ О КОЛИЧЕСТВЕ ПУБЛИКАЦИЙ СОТРУДНИКОВ ОИЯИ

(С 01.01.2009 ПО 10.11.2009)

• Книги — 15:

Expected Performance of the ATLAS Experiment: Detector, Trigger and Physics / G. Aad, I. N. Aleksandrov, A. Barashkou, D. Y. Bardin, V. A. Bednyakov, I. R. Boyko, Y. A. Budagov, G. A. Chelkov, V. F. Chepurinov, D. V. Dedovich, M. Demichev, G. L. Glonti, M. I. Gostkin, N. Grigalashvili, Y. Gusakov, Y. Ilyushenka, L. V. Kalinovskaya, M. Y. Kazarinov, G. D. Kekelidze, D. Kharchenko, N. Khovansky, E. Khramov, V. Kolesnikov, V. M. Kotov, V. Kruchonak, Z. V. Krumshtein, V. Kukhtin, E. Ladygin, A. B. Lazarev, I. D. Manjavidze, I. A. Minashvili, M. Mineev, K. Nikolaev, A. G. Olchevsky, V. D. Peshekhonov, V. M. Romanov, L. Rumyantsev, N. A. Rusakovich, R. Sadykov, A. N. Sissakian,

N. D. Topilin, V. B. Vinogradov, A. Zhemchugov [et al.]. — Geneva: CERN, 2008. — (CERN-OPEN; 2008-020).

Vol. 1: Performance, 2008. — XXIV, 722 p.: ill. — Bibliogr.: end of chapters. <http://cdsweb.cern.ch/record/1125884/files/CERN-OPEN-2008-020.pdf>

Vol. 2: Standard Model, Top Quark, B-physics, 2008. — VI, p. 723–1196: ill. — Bibliogr.: end of papers. <http://cdsweb.cern.ch/record/1125884/files/CERN-OPEN-2008-020.pdf>

Vol. 3: Higgs Boson, Supersymmetry, Exotic Processes, 2008. — VI, p. 1197–1828: ill. — Bibliogr.: end of chapters. <http://cdsweb.cern.ch/record/1125884/files/CERN-OPEN-2008-020.pdf>

Bogoliubov N. N. Problems of the Theory of Dispersion Relations / N. N. Bogoliubov, B. V. Medvedev, M. C. Polivanov; Preface: A. D. Sukhanov. — Reprint ed. — Dubna: JINR, 2009. — 119 p.

Titeica S. Articole Stiintifice / S. Titeica; Ed.: T. A. Marian. — Bucuresti: Editura Academiei Romane, 2008. — XVIII, 649 p.: ill. — Bibliogr.: p. 621–649, end of papers.

Акимов Ю. К. Полупроводниковые детекторы ядерных излучений. — Дубна: ОИЯИ, 2009. — 277 с.: ил. — (ОИЯИ; 2008-122). — Библиогр.: с. 253–277. В надзаг.: Объединенный ин-т ядерных исследований. Посвящается 60-летию Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Боголюбов Н. Н. Труды по теории плазмы. — Киев: Наукова думка, 2008. — 256 с.: ил. — (Проект «Наукова книга»). — Библиогр.: в конце ст.

Боголюбов Н. Н. Собрание научных трудов: В 12 т. / Отв. ред.: А. Д. Суханов. — М.: Наука, 2005–2009. (Классики науки).

Т. 11: Квантовая теория. Общие принципы квантовой теории поля / Николай Николаевич Боголюбов, Анатолий Алексеевич Логунов, Анатолий Иванович Оксак и Иван Тодорович Тодоров; Ред.: Д. В. Ширков, А. Д. Суханов и А. И. Оксак, 2008. — 1006 с.: ил. — Библиогр. в конце работ.

Т. 12: Квантовая теория. Теория элементарных частиц, 1963–1985 / Ред.: В. А. Матвеев и А. Д. Суханов, 2009. — 783 с.: ил. — Библиогр. в конце работ; с. 705–711; полный библиогр. список трудов Н. Н. Боголюбова: с. 712–759.

Казаков Д. И. Радиационные поправки, расходимости, регуляризация, ренормировка, ренормгруппа и все такое в примерах в квантовой теории поля. — М.: ИТЭФ, 2008. — 116 с.: ил. — Библиогр.: с. 116.

Куземский А. Л. Работы по статистической физике и квантовой теории твердого тела: к 65-летию со дня рождения. — Дубна: ОИЯИ, 2009. — 107 с.: ил. — (ОИЯИ; 2009-2). — Библиогр.: с. 90–107.

Матвеев В. А. Николай Николаевич Боголюбов — корифей современной теоретической и математической физики / В. А. Матвеев, А. Н. Сисакян и А. Д. Суханов. — Дубна: ОИЯИ, 2009. — 59 с. — (ОИЯИ; 2009-93): К 100-летию Н. Н. Боголюбова. — Библиогр.: с. 26–33, 53–59. Текст парал. на рус. и англ. яз.

Сисакян А. Н. Учитель. Страницы памяти. — Дубна: ОИЯИ, 2009. — 12 с., [1] с. портр. — (ОИЯИ: К 100-летию Н. Н. Боголюбова).

Тавхелидзе А. Н. Н. Н. Боголюбов (Штрихи к портрету). — Дубна: ОИЯИ, 2009. — 11 с., [1] с. портр. — (ОИЯИ; 2009-92: К 100-летию Н. Н. Боголюбова).

Ширков Д. В. Вспоминая о Николае Николаевиче. — Дубна: ОИЯИ, 2009. — 32 с., [1] с. портр. — (ОИЯИ; 2009-91: К 100-летию Н. Н. Боголюбова). — Библиогр.: с. 30–31.

- Журнальные статьи — 607
- Публикации в трудах конференций — 707
- Препринты — 225
- Авторефераты диссертаций — 31
- **Всего: 1585**

Редактор *Е. В. Сабаева*

Подписано в печать 13.03.2007.

Формат 60 × 90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1,75. Уч.-изд. л. 1,2. Тираж 135 экз. Заказ № 55691.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.

E-mail: publish@jinr.ru

www.jinr.ru/publish/