



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

2007-177

**КРАТКИЙ ОБЗОР
ВАЖНЕЙШИХ НАУЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В 2007 ГОДУ**

Дубна 2007

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Показано, что для системы джозефсоновских контактов вольт-амперные характеристики имеют ветвистую структуру, ветви обладают областью излома с характерной точкой излома. Было продемонстрировано, что зависимость тока в точке излома от параметров связи и диссипации дает метод определения моды продольной плазменной волны, возникающей в системе внутренних джозефсоновских контактов. Продemonстрировано наличие эффекта соизмеримости и предсказано групповое поведение вольт-амперных характеристик для стеков с разным числом контактов.

- *Shukrinov Yu. M., Mahfouzi F. // Phys. Rev. Lett. 2007. V. 98. P. 157001.*

Исследовано влияние слабого однородного магнитного поля на электронную структуру сфероидальных фуллеренов. Обнаружено, что тонкая структура электронного энергетического спектра весьма чувствительна к направлению магнитного поля. Этот вывод указывает на возможность изменения структуры электронных уровней в сфероидальных фуллеренах путем изменения направления магнитного поля, что крайне важно для практических приложений в нанoeлектронике.

- *Pudlak M., Pincak R., Osipov V. A. // Phys. Rev. A. 2007. V. 75. P. 025201; Pudlak M., Pincak R., Osipov V. A. // Ibid. P. 065201.*

Развита процедура построения перенормируемой теории возмущений для формально перенормируемых теорий поля в высших пространственно-временных измерениях. Процедура основана на $1/N$ -разложении и для любого числа измерений ведет к теории возмущений лишь с логарифмическими расходимостями. Процедура применена к простой N -компонентной скалярной модели и расширена на калибровочные теории с N фермионами. Эффективная константа связи во всех рассмотренных

моделях оказывается безразмерной и удовлетворяет обычным ренормгрупповым уравнениям. Соответствующая бета-функция является неполиномиальной по эффективной константе связи и указывает на асимптотически свободное поведение теории на малых или больших расстояниях в зависимости от размерности пространства. Исходная размерная константа связи играет при этом роль массы. В качестве феноменологического применения процедуры исследовано объединение взаимодействий в многомерной Стандартной модели и ее суперсимметричном расширении. Показано, что в высших размерностях объединение происходит при меньших в сравнении с четырехмерным случаем энергиях.

- *Kazakov D. I., Vartanov G. S. // JHEP. 2007. 0706:081; Kazakov D. I., Vartanov G. S. // Proc. of 15th Intern. Conf. on Supersymmetry and the Unification of Fundamental Interactions (SUSY-07), Karlsruhe, Germany, 26 July – 1 August 2007; e-Print: arXiv:0710.4889.*

Выполнены систематические исследования адронных формфакторов и амплитуд фото- и электророждения, а также дважды дифракционного образования мезонов с использованием аналитических свойств амплитуд, правил сумм и теорем факторизации КХД для непроинтегрированных и обобщенных партонных распределений. Вычислены радиационные поправки за счет обмена двумя фотонами в лептон-нуклонных процессах. Результаты важны для обработки прецизионных экспериментальных результатов (в частности на JLAB), разрешения противоречий между результатами различных измерений формфакторов нуклонов и описания дважды дифракционных процессов на LHC.

- *Kuraev E. et al. // Phys. Lett. B. 2007. V. 655. P. 196; Bartos E. et al. // Phys. Rev. D. 2007. V. 76. P. 057901; Bystritskiy Yu. M. et al. // Phys. Rev. C. 2007. V. 75. P. 015207; Adamuscin C. et al. // Phys. Rev. C. 2007. V. 75. P. 045205.*
- *Anikin I. V., Teryaev O. V. // Phys. Rev. D. 2007. V. 76. P. 056007; Szczurek A., Pasechnik R. S., Teryaev O. V. // Phys. Rev. D. 2007. V. 75. P. 054021.*

В стандартной теории pp -цикла на Солнце предполагается, что выгорание ${}^7\text{Be}$ происходит в результате двух бинарных процессов: $e + {}^7\text{Be} = {}^7\text{Li} + \nu$ и $p + {}^7\text{Be} = {}^8\text{B} + \gamma$. Но можно предположить, что начальное состояние для этих двух процессов трехчастичное: $e + p + {}^7\text{Be}$. Его влияние на вероятность захвата электрона ядром ${}^7\text{Be}$ рассмотрено в подходе, адекватно описывающем волновые функции трех заряженных частиц в континууме. Оказалось, что изменения, возникающие из-за трехчастичного характера системы, увеличивают скорость захвата электронов ядрами ${}^7\text{Be}$, тем самым ускоряя выгорание этого изотопа и уменьшая концентрацию ${}^8\text{B}$, образующегося при захвате протонов ядрами ${}^7\text{Be}$.

- *Belyaev V. B., Tater M., Truhlik E.* // Phys. Rev. C. 2007. V. 75. P. 034608.

Выявлена экспоненциальная неустойчивость в динамике систем, описываемых лагранжианами с высшими производными, при включении внешних диссипативных сил. Это свойство рассматриваемых систем необходимо учитывать при обобщении стандартных полевых моделей путем включения высших производных, например, при рассмотрении дополнительных пространственных измерений.

- *Nesterenko V. V.* // Phys. Rev. D. 2007. V. 75. P. 087703.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА

Физика частиц

В эксперименте **NA48/2** (ЦЕРН, SPS) при значительном вкладе сотрудников ОИЯИ обнаружена аномалия (острие) в распределении по инвариантным массам двух нейтральных пионов в распадах заряженных каонов на три пиона, а также измерены длины пион-пионного рассеяния на основе интерпретации этого острия как проявления перерассеяния пионов. Расчеты электромагнитных эффектов, выполненные теоретиками ОИЯИ, позволили количественно описать наблюдаемую форму аномалии рас-

пределения в области острия. Измеренные значения длин пионного рассеяния

$$(a_0 - a_2)M_{\pi^+} = 0,261 \pm 0,006_{\text{stat}} \pm 0,003_{\text{syst}},$$

$$a_2M_{\pi^+} = -0,037 \pm 0,013_{\text{stat}} \pm 0,009_{\text{syst}}$$

хорошо согласуются с расчетом в рамках КПТ и с результатами измерений на основе данных о распадах $K^\pm \rightarrow e^\pm \nu \pi^+ \pi^-$. Вместе с тем точность теоретических расчетов (ограниченных вторым порядком КПТ), используемых при измерении длин рассеяния, в настоящее время составляет примерно 5%, что существенно хуже собственно экспериментальной ошибки.

- *Madigozhin D.* (on behalf of the NA48/2 collaboration). Pion scattering lengths from NA48. QCD 05 (Montpellier) // Nucl. Phys. B. 2007. Proc. Suppl. V.164. P.85–88.
- *Gevorkyan S.R., Tarasov A.V., Voskresenskaya O.O.* Electromagnetic corrections to final state interactions in $K \rightarrow 3\pi$ decays // Phys. Lett. B. 2007. V.649. P.159–161.
- *Gevorkyan S.R. et al.* Electromagnetic effects and scattering lengths extraction from experimental data on $K \rightarrow 3\pi$ decays. JINR Preprint E2-2007-56. Dubna, 2007.
- *Goudzovski E.* (for NA48/2 collaboration). Precision study of $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0 \pi^0$ and $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^+ \pi^-$ Dalitz plot distributions by NA48/2 // Proc. of Kaon Intern. Conf., Frascati, Italy, 2007.

В эксперименте **COMPASS** (ОИЯИ–ЦЕРН) были измерены поляризованные валентные кварковые распределения в процессах полунклюзивного глубоконеупругого рассеяния (ГНР) поляризованных мюонов на дейтериевой мишени через разностную асимметрию рождения адронов. В лидирующем порядке КХД значение первого момента $\Delta u_v + \Delta d_v$ (слагаемое, входящее в определение спина нуклона) $0,40 \pm 0,07(\text{стат.}) \pm 0,05(\text{сист.})$ при $Q^2 = 10 \text{ ГэВ}^2$. Этот результат и данные анализа инклюзивных

процессов ГНР делают более предпочтительным несимметричную поляризацию легких кварков в нуклоне. Анализ данных по разностной асимметрии в рождении адронов был основан на работах физиков ОИЯИ.

- *Alexakhin V. Yu. et al.* (COMPASS). CERN-PH-EP/2007-024, hep-ex/0707.4077
- *Sissakian A. N., Shevchenko O. Yu., Ivanov O. N.* NLO QCD method of the polarized SIDIS data analysis // *Phys. Rev. D.* 2006. V. 73. P. 094026.

Физики ОИЯИ и университетов Мичигана и Оклахомы (США) выполнили первое прямое наблюдение заряженного «прекрасного» бариона Ξ_b^- — частицы, содержащей кварки из всех трех поколений: b , s и d . В результате анализа данных, полученных на детекторе D0 теватрона Лаборатории им. Э. Ферми (США), было отобрано 35 млн соударений протонов с антипротонами при энергии в системе центра масс 1,96 ТэВ, содержащих мюонные пары в области масс 2,5–3,6 ГэВ/ c^2 . В этих событиях реконструировались J/ψ -частицы и заряженные Ξ -гипероны, вылетающие из общей вершины, не совпадающей с вершиной первичного взаимодействия. В итоге, после применения дополнительных критериев, понижающих уровень фоновых комбинаций вторичных частиц, осталось 51 событие с эффективной массой системы ($J/\psi\Xi$) в интервале 5,2–7,0 ГэВ/ c^2 . Их распределение по массе ($J/\psi\Xi$) имеет пик из 19 событий в районе 5774 МэВ/ c^2 с шириной 37 МэВ/ c^2 . Вероятность появления пика из-за флуктуации фона (3,6 события) не превышает $3,3 \cdot 10^{-8}$. Все контрольные наборы событий не имеют особенностей в этом интервале масс ($J/\psi\Xi$). Интерпретация пика — распад $\Xi_b^- \rightarrow J/\psi + \Xi^-$. Измеренная масса Ξ_b^- согласуется с предсказаниями теории.

- *Abazov V. M. et al.* // *Phys. Rev. Lett.* 2007. V. 99. P. 052001.

Группа ОИЯИ/CDF впервые провела наблюдение каскада барионов, содержащих все три поколения кварков. На основе данных этих наблюдений ($1,9 \text{ fb}^{-1}$) и полностью реконструированного распада $\Xi_b^- \rightarrow J/\psi\Xi^-$; $J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$; $\Xi^- \rightarrow \Lambda^0\pi^-$; $\Lambda^0 \rightarrow$

$p\pi^-$ была измерена масса нового тяжелого бариона, состоящего из трех кварков $m(\Xi_b^-) = 5792,9 \pm 2,5(\text{стат.}) \pm 1,7(\text{сист.}) \text{ МэВ}/c^2$ (статистическая значимость результата 7σ). Кроме того, группой ОИЯИ улучшена точность измерения значения массы топ-кварка: $M_{\text{top}} = 167,7 \pm 4,2/4,0(\text{стат.}) \pm 3,1(\text{сист.}) \text{ ГэВ}/c^2$ (при $1,9\text{--}2,1 \text{ фб}^{-1}$ интегральной светимости). В 2007 г. группой получено самое точное значение для массы W -бозона — $(80,413 \pm 48) \text{ МэВ}/c^2$. Комбинируя этот результат с ранее полученными в мире, можно получить среднее значение массы W -бозона — $(80,398 \pm 25) \text{ МэВ}/c^2$. Благодаря точным измерениям масс W -бозона и топ-кварка становится возможным определить интервал для массы бозона Хиггса.

- *Budagov J. A. et al. // Phys. Part. Nucl. 2007. V. 38. P. 384–405.*
- *Aaltonen T. et al. FERMILAB-PUB-07-444-E, August 2007, e-Print: arXiv:0708.3642*

Релятивистская ядерная физика

Впервые (на нуклотроне ОИЯИ) в эксперименте с использованием выведенного неполяризованного пучка дейтронов с импульсом $5 \text{ ГэВ}/c$ наблюдался эффект появления тензорной поляризации дейтронов при прохождении через углеродную неполяризованную мишень. Тем самым получено указание на существование явления спинового дихроизма дейтронов при прохождении через вещество, предсказанное В. Г. Барышевским. Результаты эксперимента были представлены на XII Международном совещании по спиновой физике высоких энергий (DSPIN-2007, Дубна, 3–7 сентября 2007 г.).

- *Azhgirey L. S. et al. JINR Preprint E1-2007-165. Dubna, 2007; Part. & Nucl., Lett. (submitted).*
- Доклад на конференции DSPIN-2007, Дубна, 3–7 сентября 2007 г.

Завершен цикл научно-методических работ по разработке и созданию системы прецизионных дрейфовых камер, считывающей электроники и математического обеспечения для поиска и реконструкции треков в спектрометре HADES (GSI) и получены первые физические результаты. Обработка экспериментальных данных $C^{12} + C^{12}$ при 1 и 2 А·ГэВ подтвердила результаты коллаборации DLS, полученные 10 лет назад (значительное превышении выхода диэлектронных пар в области эффективных масс 150–550 МэВ над известными источниками их генерации DLS PUZZLE).

- *Agakichiev G. et al.* Dielectron production in $^{12}C + ^{12}C$ collisions at 2 А·ГэВ with the HADES spectrometer // *Phys. Rev. Lett.* 2007. V. 98. P. 052302.
- *Agakichiev G. et al.* Study of di-electron production in $^{12}C + ^{12}C$ collisions at 1 А·ГэВ // *Phys. Lett. B* (submitted).

Физика тяжелых ионов

Продолжены систематические исследования химических свойств сверхтяжелых элементов 112 и 114. Параметры системы сбора и регистрации были значительно улучшены по сравнению с экспериментом 2006 г. В реакциях $^{242}Pu(^{48}Ca, 3n) \rightarrow ^{287}114 \rightarrow ^{283}112$ и $^{244}Pu(^{48}Ca, 3-4n) \rightarrow ^{288-289}114 \rightarrow ^{284-285}112$ наблюдались два события α -распада элемента $^{288}114 (T_{1/2} = 0,5 \text{ с})$. Химические свойства элементов изучались с помощью криогенного детектора. В эксперименте было впервые установлено, что летучесть элемента 114 ближе к тяжелым благородным газам, чем к его более легкому гомологу — свинцу. Кроме этого, были подтверждены выводы относительно химических свойств элемента 112, полученные в 2006 г.

- *Dmitriev S. N. et al.* Gas phase chemistry with elements 112 and 114 // *Proc. of 3rd Int. Conf. on the Chemistry and Physics of the transactinide elements.* September 23–28, 2007, Davos, Switzerland.
- *Eichler R. et al.* Chemical characterization of element 112 // *Nature.* 2007. V. 447. P. 72.

Ядерная физика низких и промежуточных энергий

В рамках совместного эксперимента GEMMA (ОИЯИ–ИТЭФ) на Калининской атомной электростанции получены первые результаты по измерению магнитного момента нейтрино. Для измерений был использован высокочистый германиевый детектор массой 1,47 кг, окруженный защитой из кристаллов NaI(Tl), который был помещен на расстоянии 13,9 м от активной зоны реактора. Плотность пучка антинейтрино составила $2,73 \times 10^{13} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$. В результате с 90%-й вероятностью был получен лучший в мире предел на магнитный момент нейтрино $\mu_\nu < 5,8 \cdot 10^{-11} \mu_b$.

- *Beda A. G. et al. // Phys. At. Nucl. 2007. V.70, No.11. P.1873–1884.*

Впервые в широком диапазоне энергий 0,5–2,0 ГэВ исследована реакция $pp \rightarrow (pp)_S \pi^+$ — спин-изоспиновый партнер широко известной реакции $pp \rightarrow d\pi^+$. Образующиеся протонные пары в 1S_0 -состоянии детектировались под малыми углами к протонному пучку. В энергетической зависимости сечения реакции наблюдался широкий максимум при энергии 0,6–0,8 ГэВ и переход к максимуму при энергии выше 2,0 ГэВ. Угловая и энергетическая зависимости сечения имеют сходство с зависимостями в реакции $pp \rightarrow d\pi^+$, но абсолютное значение на два порядка ниже по величине, что свидетельствует о значительном подавлении образования пионов со спин-синглетным состоянием нуклонной пары конечного состояния.

- *Kurbatov V. S. et al. // Phys. Lett. B (submitted).*

Нейтронная ядерная физика

Поставлен эксперимент по измерению гравитационной силы $F_g = m_g a$, действующей на нейтрон в поле тяжести Земли. Здесь m_g — гравитационная масса нейтрона, и a — ускорение его свободного падения. Методика эксперимента основана на применении квантовых устройств: движущейся дифракционной решетки, используемой в качестве фазового модулятора нейтронной волны, и нейтронных интерферометров Фабри–Перо.

Идея эксперимента состоит в сравнении изменения кинетической энергии нейтрона $\Delta E = m_g a \Delta H$ при его свободном падении с высоты ΔH с величиной кванта энергии $E = \hbar \Omega$, отнимаемого у нейтрона при дифракции в -1 -м порядке на движущейся решетке. Полученное в эксперименте значение величины $m_g a$ совпадает с величиной mg , где m — табличное значение массы нейтрона, а g — локальное значение ускорения свободного падения для макроскопических тел в месте проведения эксперимента. Для отношения этих величин $\gamma = mg/m_g a$, характеризующего степень справедливости слабого принципа эквивалентности для нейтрона, получено значение $1 - \gamma = (1,8 \pm 2,1) \cdot 10^{-3}$.

- Франк А. И. и др. // Письма в ЖЭТФ. 2007. Т. 86. С. 255–259.

Закончены измерения и обработаны экспериментальные данные по генерации ультрахолодных нейтронов (УХН) на импульсном реакторе TRIGA-Майнц (совместно с группами из Мюнхена и Майнца). Результаты по генерации УХН и нестационарному транспорту по зеркальному нейтроноводу хорошо согласуются с расчетами. Нейтроны генерировались в твердой дейтериевой мишени при температуре 6–10 К и транспортировались по зеркальному нейтроноводу длиной 6 м. В части экспериментов использовался мезитиленовый предзамедлитель при температуре 20 К. При регистрации нейтронов использовались попеременно три разных детектора нейтронов: кремниевый с радиатором из обогащенного фторида лития, пропорциональный газовый с ^3He и GEM-детектор с борным радиатором. При импульсе реактора 10 МДж количество зарегистрированных нейтронов с энергией ниже 200 нэВ превышало 10^5 .

- *Frei F. et al.* // Eur. Phys. J. A (accepted).
- *Atchison F. et al.* // Phys. Rev. Lett. (accepted).

В рамках экспериментов по поиску нейтральных токов в нуклон-нуклонных взаимодействиях и определению слабой π -мезонной константы связи проведены измерения (в коллаборации с ПИЯФ, ILL и ТУ Мюнхена) P -нечетной асимметрии

γ -квантов реакции $^{10}\text{B}(n, \alpha_1)^7\text{Li}^* \rightarrow ^7\text{Li} + \gamma$ на пучке холодных поляризованных нейтронов PF1B (ILL, Гренобль). В измерении применялась новая система регистрации токовых сигналов. Метод позволяет производить процедуру, аналогичную интегрированию сигнала, за значительно более короткие промежутки времени, чем аналоговые интеграторы. Это дало возможность уйти из низкочастотной области, где вклад флуктуаций мощности реактора и шумов максимален, и уменьшить погрешность определения эффекта более чем в 1,5 раза. Суммарное по трем циклам значение асимметрии (предварительное) $\alpha_\gamma = (4,5 \pm 2,7) \cdot 10^{-8}$.

- *Весна В. А. и др.* Препринт ПИЯФ 2708. Гатчина, 2007.

Завершена обработка экспериментальных данных, полученных на реакторе ИБР-2 в продолжение исследований характеристик запаздывающих нейтронов деления главных и минорных реакторных изотопов. Эти характеристики являются важными ядерными константами, используемыми в расчетах кинетики реакторов, что определяет значимость таких работ и высокие требования к точности результатов. Полученное значение полного выхода запаздывающих нейтронов при делении изотопа $^{245}\text{См}$ тепловыми нейтронами $\nu_d = (0,64 \pm 0,02) \%$ является вторым известным экспериментальным результатом и отличается от него вдвое более высокой точностью. Проведенное сравнение этого результата с глобальной систематикой выходов запаздывающих нейтронов показало, что оно совпадает со значением, полученным в рамках упрощенного варианта этой систематики.

- *Андреанов В. Р. и др.* Сообщение ОИЯИ РЗ-2007-123. Дубна, 2007.

Комплексный анализ экспериментальных данных о процессе каскадного γ -распада нейтронного резонанса позволил получить принципиально новую информацию о свойствах ядерной материи ниже энергии возбуждения. Аппроксимация полученных в ОИЯИ данных о плотности уровней в фиксированном спиновом окне показала, что свойства этого параметра любого ядра ниже энергии связи нейтрона полностью определяются разрывом от трех до пяти куперовских пар нуклонов. Аппроксимация

экспериментальных данных о парциальных ширинах первичных дипольных γ -переходов в том же интервале энергий подтвердила этот вывод: свойства ядра определяются сосуществованием и взаимодействием в ядре возбуждений фермионного и бозонного типа. Таким образом, продемонстрирована возможность и необходимость прямого экспериментального и теоретического изучения сверхтекучести нагретого ядра до его температуры не ниже 0,5 МэВ.

- Суховой А. М., Фурман В. И., Хитров В. А. // ЯФ. 2008 (принято к публикации).

Физика конденсированных сред

Атомная и магнитная структура составов $(\text{La}_{1-y}\text{Pr}_y)_{0,7}\text{Ca}_{0,3}\text{MnO}_3$ изучена как функция y в диапазоне $y = 0, 2-1$ в области перехода металл–изолятор в зависимости от содержания изотопов кислорода ^{16}O и ^{18}O . Получены количественные характеристики влияния на поляронное сужение зоны проводимости микронапряжений в решетке и объемной доли мезоскопических ферро- и антиферромагнитных кластеров. Хорошо выраженный провал в температуре перехода в упорядоченное магнитное состояние и подавление всех типов дальнего магнитного порядка вблизи точки перехода металл–изолятор при $y = 0,9$ указывают на ключевую роль химического беспорядка в структуре в формировании фазово-расслоенного состояния в мезоскопическом масштабе размеров.

- Pomjakushin V. Yu. et al. // Phys. Rev. B. 2007. V. 75. P. 054410-1-12.

Проведено исследование структурных изменений, переходов между различными спиновыми состояниями ионов Co^{3+} и перехода диэлектрик–металл в кобальтите лантана LaCoO_3 в широком диапазоне температур 10–900 К и давлений 0–20 ГПа. Установлено, что под давлением происходит резкое подавление магнитного промежуточно-спинового состояния ($S = 1$) и стабилизация немагнитного низкоспинового состояния ($S = 0$) ионов Co^{3+} . Температура перехода диэлектрик–металл существенно возрастает под давлением.

- *Kozlenko D. P. et al. // Phys. Rev. B. 2007. V. 75. P. 064422-1-12.*

Исследована возможность использования коротких монокарбокислых кислот ($C_{12}H_{24}O_2$ и $C_{14}H_{28}O_2$) для стабилизации наночастиц магнетита в магнитных жидкостях на основе неполярных органических растворителей. Показано, что они могут быть использованы для получения высокостабильных образцов. Проведено сравнение структуры новых образцов с магнитными жидкостями, стабилизированными ненасыщенной олеиновой кислотой $C_{18}H_{34}O_2$. Данные по намагниченности и малоугловому рассеянию нейтронов выявили существенные различия в функции распределения по размерам стабилизированного магнетита: уменьшение среднего радиуса частиц и индекса полидисперсности при переходе от олеиновой кислоты к коротким кислотам. Из сравнения эффективной толщины и плотности оболочек кислот вокруг магнетита следует, что наблюдаемый эффект регулирования размера связан с различной организацией кислот на поверхности магнетита.

- *Avdeev M. V. et al. // J. Magn. Magn. Mater. 2007. V. 311. P. 6–9.*

Методом рефлектометрии нейтронов с использованием стоячих волн поляризованных нейтронов выполнены исследования ферромагнитно-сверхпроводящей составной структуры, состоящей из сверхпроводящего слоя ванадия V(39 нм) и периодической структуры $20[V(3 \text{ нм})/Fe(3 \text{ нм})]$. Впервые (при переходе слоя ванадия в сверхпроводящее состояние) были наблюдаемы явления образования доменной структуры в окрестности границы раздела ванадий–железо и антиферромагнитное упорядочение в периодической структуре. Таким образом, показано, что магнитным состоянием наноструктуры можно управлять с помощью сверхпроводящего перехода. Это открывает возможности разработки принципиально новых логических элементов для нанoeлектроники, в которых состояние кодируется и по величине магнитного момента, и по сопротивлению.

- *Аксенов В.Л. и др. // Кристаллография. 2007. Т. 52. С. 403–409.*

Исследованы магнитные и магнитотранспортные свойства композитных наногранулированных пленок на основе кобальта. В нанокompозитных сплавах $(\text{Co})_x(\text{SiO}_2)_{1-x}$ в области перколяции обнаружен магнитный фазовый переход с образованием фрактальных структур. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что в нанокompозитных гранулированных системах в области перколяционного перехода образуются магнитные фрактальные структуры, которые и определяют магнитные свойства композитов, в том числе и магнитосопротивление.

- Докукин М. Е. и др. // Изв. РАН, сер. физ. 2007. Т. 71. С. 1643–1644.

Получены экспериментальные доказательства явления укрепления липидной матрицы верхнего слоя кожи человека *stratum corneum* (SC) молекулами керамида 6. В серии экспериментов, выполненных методом дифракции нейтронов, было установлено, что сверхсильное межмембранное взаимодействие, создаваемое молекулами керамида 6, не может быть разрушено ни длинноцепочечными керамидами, ни длинноцепочечными жирными кислотами. Эксперименты, выполненные методом малоуглового рассеяния нейтронов, показали, что взаимодействие, создаваемое молекулами керамида 6, является короткодействующим. Устойчивость разработанной мембраны SC к вариации биохимического состава липидов и водных растворов позволила начать эксперименты по исследованию веществ, увеличивающих проницаемость кожи человека для транспортировки лекарств.

- Киселев М. А. // Кристаллография. 2007. Т. 52. С. 549–553.

Широко используемый в медицине антибиотик (амфотерицин В) (AmB) изучался с помощью малоуглового рассеяния нейтронов, рентгеновской дифракции и фурье-спектроскопии. Результаты экспериментов показали, что AmB преимущественно локализуется вблизи головных групп мембраны при концентрациях ниже одного мольного процента. При концентрации выше этого уровня происходит процесс агрегации. Появляется эффект ассоциации и происходит встраивание антибиотика в гидрофобную мембранную часть.

- *Here M. et al. // Chemistry and Physics of Lipids. 2007. V. 147. P. 78–86.*

Впервые показано существование открытых внутренних полостей в эффективном объеме дендримера, доступных растворителю, и рассчитана их объемная доля. Показано, что концевые группы дендримера локализованы в его поверхностном слое. Данные малоуглового рассеяния позволили получить размеры и восстановить внешнюю форму дендримеров различных поколений для трех и четырех функциональных дендримеров. Из новой модели структуры дендримера следует, что его внутренняя сфера является проницаемой для растворителя, причем его плотность понижается как минимум в два раза.

- *Рогачев А. В. и др. // Кристаллография. 2007. Т. 52. С. 546–550.*

РАДИАЦИОННЫЕ И РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведены эксперименты на лимфоцитах крови человека, стимулированных для инициации клеточного цикла фитогемагглютинином. Клетки были облучены γ -квантами и протонами с энергией 250 МэВ в пике Брэгга в диапазоне доз 1–4 Гр. Изучены закономерности индукции двунитевых разрывов (ДР) в различных фазах клеточного цикла (G_0 , S, G_1 и G_2) при облучении протонами. Показано, что наибольший выход ДР ДНК наблюдается у клеток, находящихся в S-фазе клеточного цикла. Изучена кинетика репарации ДР ДНК в стимулированных лимфоцитах непосредственно после облучения γ -квантами и протонами и в период 24, 48, 72 и 96 ч после лучевого воздействия. Установлено, что выход ДР ДНК уменьшается в пострadiационный период по экспоненциальной кинетике и к 24 ч достигает контрольных величин. Этот уровень сохраняется и в период до 96 ч.

- *Борейко А. В. и др. Индукция двунитевых разрывов ДНК в лимфоцитах человека при действии ускоренных тяжелых ионов различных энергий // III Международный симпозиум «Проблемы биохимии, радиационной и космической биологии». Дубна, 2007. С. 109–110.*

В серии экспериментов по облучению *in vitro* лимфоцитов периферической крови нескольких доноров тяжелыми ионами (^{11}B , ^{17}Li , ^{20}Ne) исследована частота возникновения дицентриков и колец центральных (учитывались только клетки, находящиеся в первом после облучения митозе) и РСС-фрагментов. Полученные данные согласуются с результатами предыдущих экспериментов.

- Шмакова Н. Л. и др. Индукция хромосомных aberrаций в лимфоцитах человека при действии малых доз ионизирующей радиации и возможные молекулярные механизмы клеточного ответа // III Международный симпозиум «Проблемы биохимии, радиационной и космической биологии». Дубна, 2007. С. 127–128.

Продолжен анализ структуры и функциональных доменов киназы человека и дрожжей. Построена трехмерная структура киназы дрожжей на базе кристаллической решетки гомологичной киназы человека. Проведено сопоставление фенотипов различных мутаций, локализованных в протеинкиназе CDC28, со структурными изменениями киназы. Показана корреляция радиочувствительности, времени генерации и уровня мутабельности митохондриального генома клеток дрожжей со степенью нарушения структуры киназы.

- Кретов Д. А., Холмуродов Х. Т., Колтовая Н. А. Анализ связей между АТФ и каталитической субъединицей киназы (нативной и мутантной) с помощью МД-моделирования кристаллической решетки активной киназы CDK2 // Ж. физ. хим. 2007. Т. 81, № 10. С. 1891–1896.

Методом компьютерного моделирования проведено сравнительное исследование молекулярной динамики родопсина, содержащего хромофорную группу (11-*цис* ретиналь), и свободного опсина. Молекулярная динамика прослежена во временном интервале, равном 3000 пс; при этом получено и проанализировано $3 \cdot 10^6$ дискретных конформационных состояний родопсина и опсина. Продемонстрировано, что «встраивание» хромофорной группы в хромофорный центр опсина оказывает существенное

влияние на ближайшее белковое окружение хромофора, на конформационное состояние цитоплазматического домена и практически не оказывает влияния на конформационное состояние внутридискового домена. На основании результатов моделирования обсуждается возможный внутримолекулярный механизм поддержания родопсина как G-белок-связывающего рецептора в неактивном состоянии, т. е. функция хромофора как эффективного лиганда-антагониста.

- Холмуродов Х. Т., Фельдман Т. Б., Островский М. А. Молекулярно-динамическое изучение конформационных и структурных свойств белка родопсин в темно-адаптированном состоянии // III Международный симпозиум «Проблемы биохимии, радиационной и космической биологии». Дубна, 2007. С. 68–69.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА

Ресурсы ЦИВК ОИЯИ (вычислительные и хранения данных) используются как локально, так и для распределенных вычислений в рамках мировой грид-инфраструктуры LCG/EGEE. С июля по октябрь 2007 г. вклад ЦИВК ОИЯИ в решение задач в рамках грид-инфраструктуры RDIG составил 47 %.

Создан комплекс программ для вычисления волновых функций дискретного и непрерывного спектра конечномерных квантовых систем методом Канторовича. Получаемые этим методом задачи на собственные значения для систем обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка с переменными коэффициентами решаются с помощью метода конечных элементов. Эффективность и стабильность этого алгоритма показана на двумерных точно решаемых квантовых моделях. Комплекс программ применен для вычисления волновых функций дискретного и непрерывного спектра атома водорода в магнитном поле, которые необходимы для расчета сечения фотоионизации и скорости вынужденной рекомбинации под действием лазерных импульсов и в конечном счете для определения условий, при которых выход рекомбинировавших атомов будет наибольшим.

- *Chuluunbaatar O. et al. // Comput. Phys. Commun.* 2007. V. 177. P. 649–675;
- *Vinitzky S.I. et al. // Programming and Computer Software* 2007. V. 33. P. 105–116; Программирование. 2007. № 33. С. 63–76;
- *Chuluunbaatar O. et al. // J. Phys. A.* 2007. V. 40. P. 11485–11524;
- *Chuluunbaatar O. et al. // Comput. Phys. Commun.* 2007 (accepted); doi:10.1016/j.cpc.2007.09.005.
- *Chuluunbaatar O. et al. // Proc. of SPIE.* 2007. V. 6537. P. 653706-1-18.

Разработан численно-аналитический алгоритм вычисления коэффициентов дискретного двумерного эллиптического уравнения по заданным собственным значениям и некоторым условиям симметрии базисных собственных функций.

- *Сердюкова С. // ЖВМ и МФ.* 2007. № 2.

Для повышения эффективности локального сглаживания поверхностей предложена бикубическая модель, в которой биквадратная составляющая фиксирована координатами опорных точек поверхности, бикубическая остается свободной, а базисные функции зависят от параметров. Такой подход позволил более чем в два раза сократить размерность матрицы нормальных уравнений, существенно повысить скорость и устойчивость вычислений. Алгоритмы, построенные на основе предложенной модели, ориентированы как на практическое применение, так и на разработку более эффективных глобальных методов аппроксимации и сглаживания поверхностей.

- *Дикусар Н., Торок Ч. // Кибернетика.* 2007. Т. 43, № 4. С. 533–546.

Исследованы возможности микроскопического потенциала (в том числе нижний предел его применимости по энергии столкновения) для объяснения имеющихся экспериментальных данных

о полных сечениях реакции при энергиях до 100 МэВ/нуклон, а также протестированы известные в литературе модели распределения плотности ядерного вещества в ядре ${}^6\text{He}$. Представлены экспериментальные данные полных сечений реакций ${}^4,6\text{He}$, ${}^6,7\text{Li} + {}^{28}\text{Si}$ при энергиях $E = 5\text{--}50$ МэВ/нуклон. Данные для реакций ${}^6\text{Li}$, ${}^6\text{He} + {}^{28}\text{Si}$ проанализированы на основе микроскопической модели оптического потенциала двойного фолдинга, в которой вещественная и мнимая части вычисляются при различных плотностях налетающего ядра. На основе перенормированных микроскопических потенциалов и их производных, добавленных для учета коллективных эффектов, построены полумикроскопические потенциалы, обеспечивающие согласие с экспериментальными данными.

- Лукьянов К. В. и др. // Изв. РАН, сер. физ. 2008. Т. 71, вып. 3.

Дискретные динамические системы и мезоскопические решеточные модели исследовались с точки зрения их групп симметрий. Анализ систем такого рода может быть использован для моделирования таких структур, как фуллерены и графеоны, которые рассматриваются в настоящее время как потенциальная основа нанотехнологий. Были обнаружены универсальные особенности поведения детерминистических динамических систем, обусловленные наличием нетривиальных симметрий. Для группового анализа систем обоих типов разработана программа на языке Си.

- Korniyak V. V. // Computer Algebra Systems in Teaching and Research (CASTR 2007), University of Podlasie, Scieldce, Poland, 2007. P. 192–201.
- Korniyak V. V. // Computer Algebra in Scientific Computing (CASC 2007). LNCS 4770. Berlin: Springer-Verlag, 2007. P. 236–251.
- Корняк В. В. // Программирование. 2007. Т. 33, № 2. С. 41–49.

- *Kornyak V. V.* // Acta Academiae Aboensis, Ser. B. 2007. V. 67, No. 2. P. 155–167.

Проведены работы по усовершенствованию методов, алгоритмов и программ для решения актуальных физических задач на основе применения методов базисов Гребнера. Найдены новые стратегии выбора продолжений при построении базисов Гребнера инволютивными методами и исследована их вычислительная эффективность. Благодаря встраиванию новых стратегий в специализированную систему компьютерной алгебры GINV последняя стала самой быстрой в мире по скорости вычисления базисов Гребнера программной системой с открытым кодом. Исследованы вопросы алгоритмизации формализма Дирака для вырожденных динамических систем с полиномиальными лагранжианами на основе техники базисов Гребнера. В частности, впервые найдены и расклассифицированы все связи для $SU(3)$ механики Янга–Миллса на световом конусе.

- *Гердт В. П., Блинков Ю. А.* // Программирование. 2007. Т. 33, № 3. С. 34–43.
- *Gerdt V. P., Khvedelidze A. M., Paliy Yu. G.* // Computer Algebra in Scientific Computing (CASC 2007). LNCS 4770. Berlin: Springer-Verlag, 2007. P. 145–159.

УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

В 2007 г. в УНЦ ОИЯИ проходили обучение около 600 студентов: из МГУ — 24 человека, МФТИ — 8 человек, ун-та «Дубна» — 241 человек, МИРЭА — 199 человек, других вузов РФ и стран-участниц — 101 человек (Армения, Белоруссия, Польша, Узбекистан, Чехия).

В аспирантуре ОИЯИ обучалось 72 человека, из них по специальности «Физика атомного ядра и элементарных частиц» — 31 человек, по специальности «Теоретическая физика» — 16 человек.

УНЦ ОИЯИ принял активное участие в организации 4-й Международной студенческой летней школы «Ядерные методы и ускорители в биологии и медицине». Школа проходила с 8 по 19

июля в Праге, ее слушателями были 85 студентов из 18 стран, в числе которых страны-участницы ОИЯИ — Республика Белоруссия, Куба, Чешская Республика, Украина, Польша, Россия и Словакия. Были прочитаны 22 лекции и 6 пленарных докладов. Обязательным условием поездки на школу было представление устного доклада или постера. Студенты сделали более 50 выступлений по результатам своих исследовательских работ.

С 24 июня по 22 июля в ОИЯИ проходила 4-я Международная летняя студенческая практика по направлениям исследований Института. В этом году она состояла из двух этапов: 1-й — для студентов Польши (27 человек), Чехии (4 человека) и Словакии (3 человека), 2-й — для студентов Румынии (11 человек), Болгарии (4 человека) и Белоруссии (3 человека). В практике также приняли участие 3 студента из Республики Саха (Якутия). Программа традиционно включала лекции ведущих ученых и специалистов ОИЯИ, а также выполнение учебных лабораторных работ, которые с этого года приобрели статус учебно-исследовательских проектов.

ОБЩИЕ ДАННЫЕ О КОЛИЧЕСТВЕ ПУБЛИКАЦИЙ СОТРУДНИКОВ ОИЯИ

(С 01.12.2006 ПО 26.11.2007)

- Книги — 15:

Бедняков, Вадим Александрович. Математический анализ: последовательности и ряды, дифференциальное и интегральное исчисление : Учебно-метод. пособие / Вадим Александрович Бедняков, Максим Анатольевич Назаренко и Анастасия Юрьевна Напеденина; Ред.: М.А. Назаренко. — М.: ООО «ЦИТвП», 2007. — 120 с. — Библиогр.: с.116–117.

Боголюбов, Николай Николаевич. Собрание научных трудов = Collection of Scientific Works: В 12 т. / Николай Николаевич Боголюбов; Отв. ред.: А.Д. Суханов. — М.: Наука, 2005. — (Классики науки). Т.7: Статистическая механика. Введение в квантовую статистическую механику. Аспекты теории полярона

= Statistical Mechanics. Introduction to Quantum Statistical Mechanics. Some Aspects of the Polaron Theory / Николай Николаевич Боголюбов и Николай Николаевич Боголюбов (мл.); Ред.: Н.Н. Боголюбов (мл.) и А.Д. Суханов, 2007. — 662 с. : ил. — Библиогр. в конце частей.

Дубна — остров стабильности: Очерки по истории Объединенного института ядерных исследований. 1956–2006 гг. / Ю.А. Батусов, В.В. Волков, Ю.Н. Денисов, И. Звара, П.С. Исаев, М.М. Комочков, Е.А. Красавин, А.А. Кузнецов, М.Г. Лошилов, И. Натканец, В.А. Никитин, В.Н. Пенев, Л.Б. Пикельнер, Р. Позе, Н. Попа, В.А. Сенченко, М. Фингер; Общ. ред.: В.Г. Кадышевский, А.Н. Сисакян и Ц. Вылов. — М.: Академкнига, 2006. — 643 с.: ил. — Библиогр.: с.155–158, 272, 386–387. Авт. указ. на обороте тит. л.

Мешков, Игорь Николаевич. Основы квантовой механики и атомной физики: Учеб. пособие / Игорь Николаевич Мешков и Анатолий Олегович Сидорин. — Дубна: ОИЯИ, 2006. — 338 с.: ил. — (Учебно-методические пособия Учебно-научного центра ОИЯИ. УНЦ; 2006-29). — Библиогр.: с.333.

Молчанов, Евгений Макарьевич. Записки островитянина : Письма. Дневники. Беседы. — Дубна : ОИЯИ, 2006. — 314 с.: ил. — Библиогр.: с.311.

Релятивистская ядерная физика в Объединенном институте ядерных исследований / А.И. Малахов, А.Н. Сисакян, А.С. Сорин и С. Вокал. — Дубна : ОИЯИ, 2006. — 74 с.: ил. — (ОИЯИ; Р1-2006-93). — Библиогр.: с.69–72.

Самойлов, Валентин Николаевич. Единый системный подход к анализу экономических, технологических и юридических процессов. — Дубна : ОИЯИ, 2007. — 112 с. : ил. — (ОИЯИ; Р11-2006-121). — Библиогр.: с.97–109.

Сисакян, Алексей Норайрович. Государственный экзамен по специальности «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», очная форма обучения : Учеб. пособие / Алексей Норайрович Сисакян, Александр Сергеевич Сигов и Максим Анатольевич Назаренко. — М. : ЦИТвП, 2006. — 56 с. — Библиогр.: с.51–52. В надзагл.: Фед. агентство по образованию.

Филиал гос. образ. учреж. высш. проф. образования МИРЭА (Технический ун-т) в г. Дубне Моск. обл.

Сисакян, Алексей Норайрович. Государственный экзамен по специальности «Вычислительные машины, комплексы, системы и сети», заочная форма обучения : Учеб. пособие / Алексей Норайрович Сисакян, Александр Сергеевич Сигов и Максим Анатольевич Назаренко. — М. : ЦИТвП, 2006. — 42 с. — Библиогр.: с.41. В надзагл.: Фед. агентство по образованию. Филиал гос. образ. учреж. высш. проф. образования МИРЭА (Технический ун-т) в г. Дубне Моск. обл.

Сисакян, Алексей Норайрович. Такая любовь : [сб. стихов] / Алексей Норайрович Сисакян, Светлана Петровна Пизик и Иван Ярославов. — Дубна : ОИЯИ, 2007. — 133 с. : ил.

Сисакян, Алексей Норайрович. Улыбка мысли : [сб. стихов]. — Дубна : ОИЯИ, 2007. — 193 с. : цв. ил.

Сморodinский, Яков Абрамович. Температура. — 3-е изд. — М. : Бюро Квантум , 2007. — 175 с.: ил. — (Б-чка «Квант»; Вып. 103 : Прил. к журн. «Квант»; № 5/2007).

Сороко, Лев Маркович. Новые оптические микроскопы / Лев Маркович Сороко; Ред.: Ю.А. Батусов. — Дубна : ОИЯИ, 2006. — 88 с. : ил. — (ОИЯИ; P13-2006-12). — Библиогр. в конце разд.

Стависский, Юрий Яковлевич. Мы из Обнинска : Записки нейтронщика. — М. : Энергоатомиздат, 2002. — 158 с. : ил. — Библиогр.: с.147–148, 157–158.

Суханов, Александр Дмитриевич. Лекции по квантовой физике : Учеб. пособие для студ. вузов / Александр Дмитриевич Суханов и Ольга Наумовна Голубева. — М. : Высш. шк., 2006. — 528 с. : ил. — Библиогр.: с.520.

- Журнальные статьи — 793
- Публикации в трудах конференций — 620
- Препринты — 141
- Авторефераты диссертаций — 23
- **Всего: 1592**

Редактор *Е. В. Сабеева*

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/