

**Краткий обзор
важнейших научных результатов
Объединенного института
ядерных исследований
в 2004 году**

Дубна 2005

Содержание

Теоретическая физика	3
Экспериментальная физика	5
Физика частиц	5
Релятивистская ядерная физика	7
Физика тяжелых ионов	7
Ядерная физика низких и промежуточных энергий	9
Нейтронная ядерная физика	11
Физика конденсированных сред	12
Радиационные и радиобиологические исследования	17
Информационные технологии и вычислительная физика	18
Базовые установки	21
Учебно-научный центр	22
Общие данные о количестве публикаций сотрудников ОИЯИ (по состоянию на 31.12.2004)	23
Премии	25

Теоретическая физика

Исследовано взаимодействие многомерных вращающихся черных дыр и бран в пространстве-времени с большими внешними измерениями. Показано, что за счет такого взаимодействия черная дыра теряет часть своего углового момента, до тех пор пока не достигает некоторого конечного стационарного состояния. В этом состоянии остаются лишь те компоненты углового момента, которые связаны с векторами Киллинга, соответствующими вращениям, сохраняющим положение браны. Характерное время, за которое черная дыра с гравитационным радиусом r_0 достигает этого конечного состояния, есть $N \sim r_0^{p-1}/G\sigma$, где G — многомерная гравитационная постоянная, σ — натяжение браны, а p — число внешних измерений.

- *Frolov V. P., Fursaev D. V., Stojkovic D. // Class. Quant. Grav. 2004. V. 21. P. 3483–3498; e-Print Archive: gr-qc/0403054; JHEP. 2004. V. 0406. 057; e-Print Archive: gr-qc/0403002.*

Данные коллаборации EGRET (Energetic Gamma Rays Telescope) по диффузным гамма-лучам показывают ярко выраженный избыток сигнала при энергии свыше 1 ГэВ по сравнению со стандартной галактической моделью. Этот избыток с одинаковым спектром виден по всем направлениям на небе, как и ожидается, если имеет место аннигиляция тёмной материи. Эта гипотеза детально изучается. Энергетический спектр избыточного сигнала используется для получения ограничения на массу WIMP (слабо взаимодействующая массивная частица) в районе 50–100 ГэВ, в то время как небесные угловые распределения используются для определения строения гало, которое оказывается совместным с триаксиальным изотермическим гало с дополнительной тёмной материей в галактической плоскости. Послед-

няя жёстко скоррелирована с кольцом звёзд вокруг нашей галактики на расстоянии 14 кпк, возникающих из приливного разрушения карликовой галактики. Показано, что это кольцо тёмной материи с массой $\approx 8 \cdot 10^{10} M_{\odot}$ приводит к загадочному изменению наклона ротационной кривой при $R = 1,1R_0$ и большой локальной плотности на поверхности диска. Полная масса гало оценивается в $3 \cdot 10^{12} M_{\odot}$. Эти сигналы аннигиляции тёмной материи совместны с суперсимметрией и в комбинации с вышеперечисленными свойствами приводят к интригующей возможности, что избыток сигнала в данных EGRET есть следствие аннигиляции тёмной материи.

- *Де Бур В., Херольд М., Сандер К., Жуков В., Гладышев А., Казаков Д.* arXiv: astro-ph/0408272.

Исследовалось жесткое электророждение экзотических гибридных кварк-глюонных мезонов. Показано, что в случае их продольной поляризации этот процесс имеет вклад от амплитуды ведущего твиста, что связано с глюонами из струны, порождаемой нелокальным кварк-антикварковым источником. Соответствующее сечение всего на порядок меньше, чем доминирующее сечение образования ρ -мезона, что открывает возможность изучения гибридных мезонов в экспериментах COMPASS, HERMES и CLAS.

- *Anikin I. V., Pire B., Szymanowski L., Teryaev O. V., Wallon S.* // Phys. Rev. D. 2004. V. 70. P. 011501; arXiv: hep-ph/0401130; arXiv: hep-ph/0411407.

Для реакций горячего слияния ядер пучка ^{48}Ca с актинидной мишенью исследована зависимость сечений образования сверхтяжелых ядер с $Z = 108-118$ от соотношения чисел протонов и нейтронов в ядре-мишени. Показано, что использование самых тяжелых из доступных изотопов актинидов может привести к уменьшению сечений. Предложены наиболее оптимальные реакции для синтеза сверхтяжелых элементов. Получение сверхтяжелых элементов с меньшим числом нейтронов позволило бы провести дополнительную идентификацию этих ядер, так как их альфа-распадные цепочки кончаются в области известных ядер.

- *Adamian G. G., Antonenko N. V., Scheid W.* // Phys. Rev. C. 2004. V. 69. P. 044601.

Предложен новый адиабатический метод описания системы трех заряженных частиц в континууме. Подход основан на кулоновском преобразовании Фурье исходного трехчастичного гамильтониана, позволяющем развить схему, альтернативную методу Борна–Оппенгеймера. Преобразованный гамильтониан и волновые функции разлагаются по малому параметру, равному отношению масс легкой и тяжелой частиц. В качестве примера рассмотрена система ppe в непрерывном спектре. Волновая функция этой системы сравнивалась с феноменологической волновой функцией, используемой для описания одной из реакций идущего в центре Солнца pp -взаимодействия, а именно реакции $p + p + e \rightarrow d + \nu$.

- *Belyaev V. B., Levin S. B., Yakovlev S. L. // J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 2004. V. 37. P. 1369.*

Экспериментальная физика

Физика частиц

На материалах нейтронного облучения 1-м водородной пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ в реакции $np \rightarrow nrK^+K^-$ при импульсе $P_n = (5,20 \pm 0,12)$ ГэВ/с обнаружен ряд резонансов со странностью $S = +1$ в системе nK^+ с высокими статистическими значимостями. Определены ширины резонансов, и произведены оценки спинов для шести из них.

- *Троян Ю. А. и др. Препринт ОИЯИ Д1-2004-39. Дубна, 2004; Proc. of the Roman Academy, Series A. 2004. No. 3.*

Закрыта проблема нарушения унитарности матрицы Кабиббо–Кобаяши–Маскавы: представленные коллаборацией NA48/2 (ОИЯИ–CERN) результаты прецизионного измерения относительной вероятности распада $K^\pm \rightarrow \pi^0 e^\pm \nu$, позволившие вычислить величину $|V_{us}| = 0,2241 \pm 0,0013(\text{exp.}) \pm 0,0023(\text{theor.})$, находятся в хорошем согласии с предсказаниями стандартной модели и последними результатами эксперимента E865.

- *Литов Л. (Коллаборация NA48). Measurement of V_{us} Recent NA48 results on semileptonic and rare kaon decays // 32-я Между-*

нар. конф. по физике высоких энергий ICHEP-2004, 16–22 августа 2004 г., Пекин, Китай.

В рамках коллаборации HERMES (ОИЯИ–DESY) получен первый результат измерения азимутальной асимметрии в процессах глубоконеупругого рассеяния продольно-поляризованных лептонов на поперечно-поляризованных протонах. Эта асимметрия интерпретируется механизмом Сиверса. Результат является прямым указанием на существование орбитального углового момента кварков.

- *Airapetian et al.* // Phys. Rev. Lett. (in press); hep-ex/0408013; DESY-04-141; CERN Courier. 2004. V. 44, No. 8. P. 52.

В рамках коллаборации H1 (ОИЯИ–DESY) получены результаты измерения дифракционной структурной функции F_2^D в процессах глубоконеупругого рассеяния с образованием лидирующего протона в конечном состоянии.

- *Капишин М.* (Коллаборации H1 и ZEUS). Inclusive Measurements of Diffraction at HERA // 32-я Междунар. конф. по физике высоких энергий ICHEP-2004, 16–22 августа 2004 г., Пекин, Китай.

Коллаборация NA48 (ОИЯИ–CERN, SPS) представила результаты по обнаружению нового канала распада $K_S \rightarrow \pi^0 \mu^+ \mu^-$. Получено значение парциальной вероятности этого распада $BR(K_S \rightarrow \pi^0 \mu^+ \mu^-) = (2,9_{-1,2}^{+1,5}(\text{стат.}) \pm 0,2(\text{сист.})) \cdot 10^{-9}$.

- *Batley J. R., Kalmus G. E., Lazzeroni C. et al.* Observation of the rare decay $K_S \rightarrow \pi^0 \mu^+ \mu^-$ // Phys. Lett. B. 2004. V. 599. P. 197–211.

Целью эксперимента ДИРАК, проводимого на выведенном пучке протонного синхротрона PS CERN при энергии 24 ГэВ, является измерение времени жизни основного состояния $\pi^+ \pi^-$ -атома с точностью 10 %. Это измерение позволит проверить современные представления о механизме нарушения киральной симметрии в КХД и точные предсказания КХД при низких энергиях. В 2004 году на ускорителе PS CERN проведен 20-дневный сеанс по испытанию нового фиберного детектора. Новая электроника считывания, разработанная и изготовленная в ЛЯП ОИЯИ, позволяет одновременно получать временную и амплитудную информацию с каждого канала. Результа-

ты сеанса полностью подтвердили преимущества нового детектора и электроники. Набрано около 100 миллионов событий с микродрейфовыми камерами для определения эффективности детектора к двухтрековым событиям.

- *Adeva B. et al.* Detection of $\pi^+\pi^-$ atoms with the DIRAC spectrometer at CERN // J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 2004. V. 30. P. 1929–1946.
- *Kulikov, Zhabitsky M.* Dead time losses and their measurement in DIRAC // Nucl. Instr. Meth. A. 2004. V. 527. P. 591.

Релятивистская ядерная физика

С помощью 4 π -установки ФАЗА на выведенном пучке легких ионов нуклотрона ОИЯИ было доказано, что тепловая мультифрагментация является следствием специфически ядерного фазового перехода *жидкость–туман*. Найдено, что критическая температура для фазового перехода жидкость–газ $T_c = (17 \pm 2)$ МэВ, что существенно выше, чем температура системы (5–6 МэВ). Это очень важное наблюдение в пользу механизма быстрого развала системы, попавшей в спиноподобную область фазовой неустойчивости.

- *Karnaukhov V. A., Oeschler H. et al.* Multifragmentation and Nuclear Phase Transitions (Liquid–Fog and Liquid–Gas) // Nucl. Phys. A. 2004. V. 734. P. 520.
- *Karnaukhov V. A., Oeschler H., Avdeyev S. P. et al.* // Phys. Rev. C. 2004. V. 70. P. 041601(R).

Физика тяжелых ионов

Для синтеза сверхтяжелых элементов в Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флёрва ОИЯИ использовались реакции слияния ядер ускоренных ионов ^{48}Ca с ядрами-мишенями ^{238}U , $^{242,244}\text{Pu}$, ^{243}Am , $^{245,248}\text{Cm}$ и ^{249}Cf . В экспериментах, проведенных в течение последних 5 лет, были синтезированы 17 изотопов новых химических элементов с атомными номерами от 112 до 118. Благодаря существенным усовершенствованиям ускорительной техники и экспериментальных методов удалось наблюдать десятки событий распада новых сверхтяжелых ядер.

Главное внимание в 2004 году было уделено исследованию механизма ядерных реакций $^{233,238}\text{U}$, ^{242}Pu , $^{248}\text{Cm} + ^{48}\text{Ca}$, приводящих к образованию сверхтяжелых нуклидов. Было установлено, что вероятность образования таких ядер зависит от числа нейтронов в составном ядре и от ориентации ядра-мишени в момент столкновения с ядром ^{48}Ca .

- *Oganessian Yu. Ts., Utyonkov V. K., Lobanov Yu. V., Abdullin F. Sh., Polyakov A. N., Shirokovsky I. V., Tsyganov Yu. S., Gulbekian G. G., Bogomolov S. L., Gikal B. N., Mezentsev A. N., Iliev S., Subbotin V. G., Sukhov A. M., Voinov A. A., Buklanov G. V., Subotic K., Zagrebaev V. I., Itkis M. G., Patin J. B., Moody K. J., Wild J. F., Stoyer M. A., Stoyer N. J., Shaughnessy D. A., Kenneally J. M., Wilk P. A., Loughheed R. W., Il'kaev R. I., Vesnovskii S. P.* Measurements of cross sections and decay properties of the isotopes of elements 112, 114, and 116 produced in the fusion reactions $^{233,238}\text{U}$, ^{242}Pu , and $^{248}\text{Cm} + ^{48}\text{Ca}$ // Phys. Rev. C. 2004. V. 70. P. 064609.

Были выполнены эксперименты по определению химическими методами атомного номера долгоживущего изотопа, наблюдавшегося в цепочках распада элемента с $Z = 115$, синтезируемого при облучении мишени из ^{243}Am ионами ^{48}Ca , предположительно — дубния (Db, $Z = 105$).

- *Oganessian Yu. Ts., Utyonkov V. K., Lobanov Yu. V., Abdullin F. Sh., Polyakov A. N., Shirokovsky I. V., Tsyganov Yu. S., Gulbekian G. G., Bogomolov S. L., Mezentsev A. N., Iliev S., Subbotin V. G., Sukhov A. M., Voinov A. A., Buklanov G. V., Subotic K., Zagrebaev V. I., Itkis M. G., Patin J. B., Moody K. J., Wild J. F., Stoyer M. A., Stoyer N. J., Shaughnessy D. A., Kenneally J. M., Loughheed R. W.* Experiments on the synthesis of element 115 in the reaction $^{243}\text{Am}(^{48}\text{Ca}, xn)^{291-x}115$ // Phys. Rev. C. 2004. V. 69. P. 021601(R).

Согласно расчетам дубний относится к элементам 5-й группы Периодической таблицы, поэтому для его выделения из продуктов ядерных реакций была разработана методика сорбционного выделения элементов 5-й группы в виде анионных фторидных комплексов. В 8 опытах при облучении мишени ^{243}Am ионами ^{48}Ca было зарегистрировано 15 событий спонтанного деления.

Совокупность полученных данных указывает на то, что наблюдаемое спонтанное деление обусловлено распадом элемента дубния, являющегося конечным продуктом распада элемента 115. Таким образом, данные настоящего эксперимента являются независимым доказательством синтеза 115-го, равно как и 113-го, элемента в реакции $^{48}\text{Ca} + ^{243}\text{Am}$.

- *Дмитриев С. Н., Оганесян Ю. Ц., Утенков В. К., Шишкин С. В., Еремин А. В., Лобанов Ю. В., Чепигин В. И., Сокол Е. А., Цыганов Ю. С., Востокин Г. К., Аксенов Н. В., Юссунуа М., Иткис М. Г., Gaggeler H. W., Schumann D., Bruchertseifer H., Eichler R., Shaughnessy D. A., Wilk P. A., Kenneally J. M., Stoyer M. A., Wild J. F.* Химическая идентификация элемента Db как продукта распада элемента 115 в реакции $^{48}\text{Ca} + ^{243}\text{Am}$. JINR Preprint E12-2004-157. Dubna, 2004; направлено в журнал «Mendeleev Communications».

Ядерная физика низких и промежуточных энергий

С использованием сильноточного импульсного ускорителя МИГ ИСЭ СО РАН (г. Томск) ($\tau \approx 100$ нс, $I \approx 2,5$ МА) впервые проведены исследования реакции $p + d \rightarrow ^3\text{He} + \gamma$ (5,5 МэВ) в области ультранизких энергий столкновения протонов с дейтронами. Найдены верхние граничные оценки астрофизического фактора и эффективного сечения pd -реакции для интервала энергий столкновения протонов с дейтронами $2,7 \leq E_{pd} \leq 16,7$ кэВ, которые согласуются с результатами расчетов.

На экспериментальной установке «Темп» проводились исследования возможности использования альтернативного метода изучения реакций между легкими ядрами — метода, основанного на использовании высокоинтенсивных встречных потоков плазмы, формируемых в разряде в скрещенных электромагнитных полях. Выполнен эксперимент по изучению dd -реакции с использованием встречных потоков дейтериевой плазмы.

Начаты работы по созданию ускорителя с использованием холловского ионного источника. Применение такого типа источника позволит формировать сильноточные (~ 100 А), баллистически сходящиеся ионные пучки H^+ , D^+ с энергией 1–12 кэВ и с разбросом меньше 5 %. Безусловно, использование данного ускорителя весьма

перспективно для исследования pd -, dd -, $d^3\text{He}$ -реакций в области ультранизких энергий.

- *Bystritsky V. M., Bystritskii Vit. M., Dudkin G. N., Gerasimov V. V. et al.* Dynamics of hydrogen liner formation in the inverse Z-pinch configuration at the MIG generator. First results on the study of the pd reaction // 15th International Conference on High-Power Particle Beams, July 18–23, 2004, St. Petersburg, Russia.
- *Dudkin G. N., Bystritsky V. M. et al.* Search of interaction processes of plasma opposing fluxes // 13th International Symposium on High Current Electronics, Tomsk, Russia, 25–30 July 2004.

На основании экспериментальных данных, полученных в 1999–2001 годах на пучке остановленных пионов с помощью широкоапертурного детектора РИВЕТА, было проведено прецизионное измерение относительной вероятности редкого распада пиона $\pi^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \nu(\pi_\beta)$, которая была вычислена при помощи нормализации количества зарегистрированных распадов π_β на количество зарегистрированных распадов $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu(\pi_{e2})$: $\Gamma(\pi^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \nu) / \Gamma(\text{total}) = (1,036 \pm 0,004(\text{стат.}) \pm 0,004(\text{сист.}) \pm \pm 0,003(\pi_{e2})) \cdot 10^{-8}$. Полученный результат хорошо согласуется с предсказанием стандартной модели.

Было также проведено изучение радиационного распада пиона $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu \gamma$ в трех кинематических областях. На основании распределения Далитца для 41601 события были оценены вероятности распада $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu \gamma$ для каждой из трех областей. В 2004 году на установке был проведен специальный сеанс для изучения распада $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu \gamma$. Было записано около 450 Гбайт экспериментальных данных.

- *Počanić D., Frlež E., Baranov V. A. et al.* Precise Measurement of the $\pi^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \nu$ Branching Ratio // Phys. Rev. Lett. 2004. V. 93. P. 181803.
- *Frlež E., Počanić D., Baranov V. A. et al.* Precise Measurement of the Pion Axial Form Factor in the $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu \gamma$ Decay // Phys. Rev. Lett. 2004. V. 93. P. 181804.

Нейтронная ядерная физика

В течение 2004 года был завершен анализ экспериментальных результатов проведенных в 2002–2003 годах экспериментов по поиску отрицательного нейтронного p -резонанса у изотопов свинца. В результате проведенных исследований было убедительно показано, что нарушающий пространственную четность эффект вращения спина нейтрона обусловлен наличием p -резонанса у изотопа ^{207}Pb .

- *Анджеевски Ю., Гундорин Н. А., Картихин И. Л., Ласонь Л., Лобов Г. А., Матвеев Д. В., Пикельнер Л. Б.* О природе нарушения чётности при взаимодействии нейтронов со свинцом // ЯФ. 2004. Т. 67, № 7. С. 1257–1262.

На установке ЭГ-5 ЛНФ ОИЯИ начаты эксперименты по измерению энергетической зависимости коэффициентов углового распределения в реакции $^{14}\text{N}(n, p)^{14}\text{C}$ в диапазоне нейтронов ~ 10 кэВ – ~ 1 МэВ. Получено значение корреляции вперед-назад $\alpha_{fb} = (4, 2 \pm 4, 0) \cdot 10^{-2}$ без учета вклада фона.

- *Oprea A. I., Gledenov Yu. M., Khuukhenkhuu G., Oprea C., Sedyshev P. V., Sedysheva M. V., Szalanski P. J.* Evaluation of the forward-backward coefficient in the $^{14}\text{N}(n, p)^{14}\text{C}$ reaction // ISINN-12. Neutron Spectroscopy, Nuclear Structure, Related Topics. Dubna, 2004. P. 201–204.

На пучке ПФ1 реактора ИЛЛ (Гренобль) был проведен эксперимент по исследованию массово-энергетических корреляций в тройном нейтронно-индуцированном делении ^{235}U . Получены предварительные результаты по выходам, энергетическим и угловым распределениям легких заряженных частиц, исследованы некоторые свойства четверного деления с одновременным вылетом двух α -частиц или α -частицы и трития.

- *Mutterer M., Kopatch Yu. N., Jesinger P., Gagarski A. M., Gonnenswein F., Kalben J. V., Khlebnikov S. G., Kojouharov I., Lubkiewicz E., Mezentsseva Z., Nesvizhevsky V., Petrov G. A., Schaffner H., Scharma H., Schwalm D., Thierolf P., Trzaska W. H., Tyurin G. P., Wollersheim H.-J.* Recent Experimental Studies on Particle-Accompanied Fission // Nucl. Phys. A. 2004. V. 738. P. 122.

В плане подготовки эксперимента по прямому измерению длины n -рассеяния на импульсном реакторе ЯГУАР (Снежинск) были проведены измерения потока быстрых, эпитепловых и тепловых нейтронов по всей глубине (~ 12 м) подреакторной шахты, которые удовлетворительно совпали с расчетными значениями этих величин, что оправдывает дальнейшее развитие работ по осуществлению эксперимента по нейтрон-нейтронному рассеянию.

- Crawford B. E., Stephenson S. L., Howell C. R., Mitchell G. E., Tornew W., Furman W. I., Lychagin E. V., Muzichka A. Yu., Nekhaev G. N., Strelkov A. V., Sharapov E. I., Shvetsov V. N. Calculations of neutron spectra after neutron-neutron scattering // J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 2004. V. 30. P. 1269.

Решена задача полностью безмодельного определения плотности уровней в фиксированном интервале их спинов и приведенной вероятности возбуждающих и разряжающих их дипольных электрических и магнитных гамма-переходов в диапазоне возбуждений, близком к энергии связи нейтрона. Основной физический вывод, следующий из анализа экспериментальных данных по каскадной заселяемости возбуждаемых при захвате тепловых нейтронов уровней: в большинстве ядер очень существенное изменение структуры возбужденных уровней наблюдается в районах около 20, 50 и 80 % энергии связи нейтрона. В рамках существующих моделей плотности уровней наблюдаемый эффект можно связать только с разрывом двух, как минимум, куперовских пар нуклонов.

- Суховой А. М., Хитров В. А. Возможности современного эксперимента по безмодельному определению параметров гамма-распада компаунд-состояния тяжелого ядра // ЯФ. 2004. Т. 67(4). С. 684–693.

Физика конденсированных сред

С помощью совместного анализа рентгеновских и нейтронных дифракционных данных была определена кристаллическая структура однофазного соединения Li_2BeD_4 . Соединение кристаллизуется в моноклинной сингонии (пространственная группа $P2_1/c$) с параметрами решетки $a = 7,06228(9)$ Å, $b = 8,3378(1)$ Å, $c = 8,3465(1)$ Å, $\beta = 93,577(1)^\circ$, $Z = 8$. Его структура содержит изолированные тетра-

эдры BeD_4 и атомы Li между ними и сохраняется без каких-либо заметных изменений вплоть до 8 К. Определение кристаллической структуры Li_2BeD_4 является первым реальным результатом для тройных гидридов в системе Li–Be–H. Оно продемонстрировало мощь современных структурных вычислительных программ для прямого определения структуры из порошковых дифракционных спектров и преимущества одновременного использования нейтронных и рентгеновских данных для получения структурной информации о системах, состоящих из самых легких атомов.

- *Bulychev B. M., Shpanchenko R. V., Antipov E. V., Sheptyakov D. V., Bushmeleva S. N., Balagurov A. M.* Synthesis and Crystal Structure of Lithium Beryllium Deuteride Li_2BeD_4 // *Inorg. Chem.* 2004. V. 43(20). P. 6371–6376.

Проведено исследование влияния высокого давления до 5 ГПа и низкой температуры в диапазоне 15–300 К на атомную и магнитную структуру манганитов $\text{Pr}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ ($x=0,5, 0,56$). Соединения $\text{Pr}_{0,44}\text{Sr}_{0,56}\text{MnO}_3$ и $\text{Pr}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{MnO}_3$ при нормальном давлении имеют тетрагональную структуру (пр. гр. I4/mcm). С понижением температуры в $\text{Pr}_{0,44}\text{Sr}_{0,56}\text{MnO}_3$ наблюдается фазовый переход в антиферромагнитную (АФМ) фазу А-типа, который сопровождается структурным фазовым переходом из тетрагональной в орторомбическую структуру (пр. гр. Fmmm). В $\text{Pr}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{MnO}_3$ с понижением температуры наблюдаются переходы в промежуточную тетрагональную ФМ-фазу и низкотемпературную орторомбическую АФМ-фазу А-типа. При высоком давлении $P \approx 2$ ГПа в $\text{Pr}_{0,44}\text{Sr}_{0,56}\text{MnO}_3$ возникает новая тетрагональная АФМ-фаза С-типа, которая сосуществует с исходной орторомбической фазой А-типа в области низких температур. В $\text{Pr}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{MnO}_3$ влияние высокого давления приводит к значительному возрастанию температуры фазового перехода из тетрагональной ФМ-фазы в орторомбическую АФМ-фазу А-типа. В области низких температур наблюдается сосуществование исходной орторомбической АФМ-фазы А-типа с тетрагональной фазой, не проявляющей признаков наличия дальнего магнитного порядка.

- *Kozlenko D. P., Glazkov V. P., Jirak Z., Savenko B. N.* High Pressure Effects on the Crystal and Magnetic Structure of $\text{Pr}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ Manganites ($x=0,5, 0,56$) // *J. Phys.: Condensed Matter.* 2004. V. 16. P. 2381–2394.

Впервые методами нейтронной дифрактометрии и акустической эмиссии (АЭ) исследована динамика α - β -перехода в образце природной горной породы — кварцита. Измерены изменения межплоскостных расстояний кристаллической решетки в процессе α - β -перехода, и на этой основе оценены значения внутренних напряжений, которые в несколько раз превысили приложенное к образцу внешнее механическое напряжение. Установлено, что после завершения α - β -перехода возникали вспышки АЭ, превышающие на два порядка по интенсивности уровень АЭ, обусловленный термическим растрескиванием при нагревании образца. Возникновение вспышек упругих колебаний АЭ при фазовом переходе в порообразующем минерале земной коры — кварце свидетельствует о дискретном характере неустойчивости. Не исключено, что такие явления могут способствовать развитию очага землетрясения за счет изменения напряженного состояния среды или триггерного эффекта.

- *Соболев Г. А., Пономарев А. В., Никитин А. Н., Балагуров А. М., Васин Р. Н.* Исследование динамики полиморфного α - β -перехода в кварците методами нейтронной дифрактометрии и акустической эмиссии // Физика Земли. 2004. № 10. С. 5–15.

На спектрометре неупругого рассеяния ДИН-2ПИ проведено сравнение экспериментальных данных по системе натрий–свинец с расчетом на основе моделирования методами молекулярной динамики. Сделан вывод о том, что при низких концентрациях примеси $\text{Sr}_{\text{Pb}} \sim 10\%$ ат. и менее кластеры типа Na_4Pb в заметном количестве отсутствуют и растворенный свинец присутствует в расплаве в атомарном состоянии. Такой вывод позволяет более осознанно подходить к оценкам термодинамических и физико-химических свойств этого расплава.

- *Blagoveshchenskii N. M., Morozov V. A., Novikov A. G., Savostin D. V., Savostin V. V., Shimkevich A. L.* Structure of liquid Na–Pb alloys: neutron-diffraction investigation // Twelfth International Conference on Liquid and Amorphous Metals, Metz, France, 11–16 July 2004: Abstract Book & Programme. P. B020

На спектрометре НЕРА-ПР выполнены эксперименты и проведено моделирование функции плотности колебательных состояний в твердом метаноле, различным образом дейтерированном: CH_3OH ,

CH₃OD, CD₃OH, CD₃OD. Показано, что метанол может эффективно использоваться как стандарт для оценки качества компьютерной симуляции динамики молекул в кристаллической и аморфных фазах.

- *Natkaniec I., Holderna-Natkaniec K., Majerz I., Parlinski K.* Neutron spectroscopy of deuterated derivatives and DFT modelling vibrational spectra of methanol clusters // Workshop on Neutrons and Numerical Methods 2, ILL, Grenoble, 14–18 September 2004, N2M2 — Abstracts, Phonons and vibrations.

На рефлектометре с поляризованными нейтронами РЕМУР исследовалось явление сверхпроводимости и магнетизма на границе раздела сверхпроводника с ферромагнетиком. В частности, были исследованы слоистые структуры, в которых одновременно существуют составленные из сверхпроводящих слоёв ванадия и ферромагнитных слоёв железа периодические структуры Fe/V плюс бислои V/Fe и V/Fe_{0,66}V_{0,34}. Показано, что эффекты влияния сверхпроводимости на магнетизм сильно зависят от состава и структуры магнитного слоя.

- *Aksenov V. L., Jernenkov K. N., Khaidukov Yu. N., Nikitenko Yu. V., Petrenko A. V., Proglyado V. V., Andersson G., Wappling R.* Interplay between superconductivity and ferromagnetism in Fe/V multilayered structure studied by polarized neutron reflectometry // Physica B. 2004 (in press).

На установке малоуглового рассеяния нейтронов ЮМО проведены исследования ряда полимерных систем, дендримеров, а также смешанных растворов полимеров и поверхностно-активных веществ. При изучении структуры поликарбосилановых дендримеров с различным молекулярным строением были выявлены структурные особенности укладки концевых групп дендримеров, а именно их слоистый характер. Это, по-видимому, является причиной ограничения роста дендримеров при увеличении степени генерации.

- *Ozerin A. N., Muzafarov A. M., Kuklin A. I., Islamov A. Kh., Ignat'eva G. M., Ozerina L. A., Myakushev V. D., Tatarinova E. A.* Determination of the Shape of Dendrimer Macromolecules in Solutions from Small-Angle Neutron Scattering Data // Proceedings of Russian Academy of Science. 2004. 395/2. P. 59–62.

Проведены эксперименты по малоугловому рассеянию нейтронов с вариацией контраста на высокостабильных магнитных жидкостях с водной основой. Получены параметры коллоидных частиц жидкостей при различных концентрациях диспергированного магнитного вещества (магнетит). Проведено сравнение структуры данных жидкостей с менее стабильными водными образцами с использованием других ПАВ для стабилизации, а также с высокостабильными магнитными жидкостями на основе неполярных носителей, таких как бензол.

- *Balasoiu M., Avdeev M. V., Kuklin A. I., Aksenov V. L., Bica D., Vékás L., Hasegan D., Török Gy., Rosta L., Garamus V., Kohlbrecher J.* // Magneto-hydro-dynamics (in press).

Исследована коагуляция водных дисперсий фуллеренов при добавлении в них различных солей. При этом анализировалась временная эволюция спектров поглощения видимого и ультрафиолетового излучения. Обнаружено, что концентрация фуллеренов в растворах монотонно уменьшается после добавления соли, что подтверждает зарядовую природу стабилизации коллоидных частиц в данных системах. Измеренные пороги коагуляции значительно отличаются от имевшихся ранее значений. Проведены эксперименты и предварительная обработка данных по малоугловому рассеянию нейтронов на коагулирующих водных растворах фуллеренов в режиме реального времени. Получены оценки динамики роста кластеров фуллеренов и их концентрации в растворе при коагуляции.

- *Avdeev M. V., Khokhryakov A. A., Tropin T. V., Andrievsky G. V., Klochkov V. K., Derevyanchenko L. I., Rosta L., Garamus V. M., Priezhev V. B., Korobov M. V., Aksenov V. L.* Structural Features of Molecular-Colloidal Solutions of C₆₀ Fullerenes in Water by Small-Angle Neutron Scattering // *Langmuir*. 2004. V. 20. P. 4363–4368.

Методом нейтронной дифракции проведены исследования структуры модельных мембран *Stratum Corneum*. Исследована структура смешанной четырехкомпонентной системы церамид б/холестерин/пальмитиловая кислота/сульфат холестерина с различными весовыми соотношениями компонентов и низким уровнем гидратации. Определено положение холестерина в липидном бислое. Измерена функция распределения воды в бислое. Доказано, что модельные мембраны *Stratum Corneum* имеют малую гидратацию межмембранного пространства по сравнению с фосфолипидами.

- *Kiselev M. A., Zbytovská J., Dante S., Hauß Th., Wartewig S., Neubert R. H. H.* New insights into structure and hydration of Stratum Corneum lipid model membrane using neutron diffraction // Proceedings of the Germany–JINR Use Meeting «Condensed Matter Physics with Neutrons at the IBR-2 Pulsed Reactor», June 2004, FLNP JINR, Dubna, Russia. Dubna, 2004.

Радиационные и радиобиологические исследования

Продолжены исследования эффектов малых доз излучения с различными физическими характеристиками на лимфоцитах периферической крови человека и клетках китайского хомячка. Клетки облучали в дозах 0,01–1 Гр рентгеновскими и γ -лучами Co-60, ионами углерода (ЛПЭ 10,6 кэВ/мкм) и ионами магния (ЛПЭ 43 кэВ/мкм). На четырех образцах крови и культуре клеток китайского хомячка при использовании различных методов цитогенетического анализа для всех использованных типов излучения показан сложный нелинейный характер зависимости эффекта от дозы в диапазоне от 0,01 до 0,5–0,7 Гр. При дозах 0,01–0,05 Гр клетки проявляют максимальную радиочувствительность, обусловленную индукцией хроматидных повреждений. С ростом дозы наблюдается увеличение радиорезистентности, что проявляется в снижении процента аберрантных клеток и частоты аберраций практически до контрольного уровня. При дозах свыше 0,5–0,7 Гр зависимость доза–эффект приобретает линейный характер, при этом клетки проявляют повышенную радиорезистентность — наклон кривой уменьшается по сравнению с первоначальным в 5–10 раз (в зависимости от используемого цитогенетического критерия). Полученные данные свидетельствуют о проявлении феномена ГЧ/ИР при действии излучений в широком диапазоне ЛПЭ, а также о неправомерности оценки риска малых доз облучения путем линейной экстраполяции эффектов высоких доз, так как при этом имеет место недооценка эффективности малых доз. Делается вывод о невозможности биодозиметрии при дозах ниже 0,5 Гр.

- *Красавин Е. А. и др.* Генетическое действие излучений с разными физическими характеристиками на клетки человека и млекопитающих // ЭЧАЯ. 2004. Т. 35, № 6. С. 1483–1511.

Проводились исследования собственных частот нуклеотидных дублетов методами *ab initio* с использованием пакета Gaussian98 [4]. Несмотря на возрастающую мощность современных суперкомпьютеров, основной причиной, по которой пока невозможно прямое моделирование биологически важных структур, состоящих из нескольких сотен нуклеотидов, являются квадратично растущие затраты времени на расчет электростатических взаимодействий. Для эффективного расчета электростатики создан C++ объектный код расчета электростатики быстрым мультипольным методом (алгоритм Грингарда–Ролина), который является единственным в России и позволяет рассчитывать электростатическое взаимодействие в системах до миллиона частиц на Pentium IV без применения специализированных процессоров.

- *Кретов Д. А., Холмуродов Х. Т.* МД-расчет энергии основного состояния и частот собственных колебаний и оптимизация геометрии нуклеотидных дуплетов. Препринт ОИЯИ Р19-2004-133. Дубна, 2004.

Информационные технологии и вычислительная физика

В 2004 году емкость внешнего канала компьютерной связи ОИЯИ составила 45 Мбит/с. Пропускная способность международного канала компьютерной связи, который использует ОИЯИ, увеличилась до 2,5 Гбит/с. Осуществлена прокладка одноимодового оптоволокну, и завершена организация работы опорной сети ОИЯИ на технологии Gigabit Ethernet со скоростью 1 Гбит/с.

В 2004 году вычислительный комплекс ОИЯИ включен в инфраструктуру проекта LCG (LHC Computing Grid) на базе Grid-технологий. Совместно с семью российскими научными центрами ОИЯИ участвует в проекте EGEE (Enabling Grids for E-science) по созданию инфраструктуры Grid.

Проведен анализ измерений информационного сетевого трафика методом главных компонент с последующим использованием статистических критериев χ^2 и ω^2 . Данный подход позволил разбить на-

бор всех компонентов на два класса. Первый класс включает компоненты, ответственные за формирование основного закона (лог-нормального распределения), второй содержит остаточные компоненты, интерпретируемые как стохастический шум. Разработан статистический метод, с помощью которого можно отбирать шумовые компоненты с целью их исключения из полного набора главных компонентов.

- *Антониоу Я., Иванов В. В., Иванов Вал. В., Зрелов П. В.* // Письма в ЭЧАЯ. 2004. Т. 1, № 4(121). С. 82–95.

С помощью непрерывного вейвлет-преобразования анализируются экспериментальные данные о взаимодействиях ядер серы и кислорода с ядрами фотоэмульсии при энергиях 200 и 60 ГэВ/нуклон. При использовании в качестве вейвлета второй производной гауссиана обнаружены нерегулярности в распределениях узких групп вторичных ливневых частиц по псевдобыстротам в указанных взаимодействиях. Нерегулярности можно интерпретировать как наличие преимущественных углов испускания групп частиц. Такой эффект ожидается при излучении «черенковских» глюонов в ядро-ядерных соударениях. Положения некоторых найденных нерегулярностей на оси псевдобыстрот совпадают с ранее обнаруженными И. М. Дреминым и др. (*Dremin I. M. et al.* // *Phys. Lett. B.* 2001. V. 499. P. 97).

- *Ужвинский В. В. и др.* // ЯФ. 2004. Т. 67. № 1.

Выполнено моделирование процессов мультифрагментации и расщепления в реакциях изотопов Sn с пучками протонов и дейтронов с энергиями 0,6 и 8,1 ГэВ/нуклон. Сечения продуктов выхода проанализированы в соответствии с числом сопровождающих нейтронов. Полученные результаты даны в сравнении с экспериментальными данными, полученными на синхрофазотроне ОИЯИ.

- *Balabekyan A. R., Musulmanbekov G.* // *Nucl. Phys. A.* 2004. V. 735. P. 267–276.

Изучается влияние интенсивности и длительности действия импульсного ионного источника на процессы испарения, происходящие в облучаемом металлическом образце. Проведено численное исследование системы уравнений для температуры электронного газа и решетки вокруг и вдоль траектории тяжелого иона урана с энергией 700 МэВ в никеле при постоянных значениях теплоемкости и тепло-

проводности, взятых при комнатной температуре. Задача решена численно в аксиально-симметрической цилиндрической системе координат. На основе полученных зависимостей температуры решетки от радиуса вокруг траектории иона и глубины можно сделать вывод, что ионизационные потери энергии иона урана в никеле достаточны для плавления и испарения материала с поверхности. Проведены оценки размера областей с максимальным радиусом и глубиной в мишени, где происходят процессы плавления и испарения материала мишени.

- *Амирханов И. В., Пузынин И. В. и др. // Crystallography Reports, Suppl. 2004. V. 1. P. s118–s123.*

Продолжено изучение поведения нейтральных псевдоскалярных мезонов в горячей и плотной материи в рамках модели Намбу–Иона-Лазинио с тремя кварками. Рассмотрены три различных сценария: нулевая плотность и конечная температура, нулевая температура и конечная плотность асимметричной материи со странными валентными кварками и без них и конечная температура и плотность. Поведение мезонов проанализировано в связи с возможными проявлениями восстановления симметрии.

- *Pedro Costa, Ruivo M. C., Kalinovsky Yu. L., De Sousa C. A. // Phys. Rev. C. 2004. V. 70. P. 025204.*
- *Blaschke D., Kalinovsky Yu., Yudichev V. // Lect. Notes Phys. 2004. V. 647. P. 366–375.*
- *Pedro Costa, Ruivo M. C., Kalinovsky Yu. L. // Phys. Lett. B. 2004. V. 581. P. 274–275.*

Изучается проблема классификации промоторов *E. coli* по их электростатическим потенциалам. Классификация промоторов и других функционально важных элементов генома по их нуклеотидным последовательностям и физико-химическим свойствам является ключевым фактором для понимания процессов транскрипции генов, репликации, рекомбинации и их регуляции. Обычно классификация промоторов генома проводится на основе анализа их первичных структур. Однако такой подход не позволяет получить однозначный ответ, так как за процесс транскрипции и ее регуляцию в основном ответственны физико-химические свойства ДНК. Важную роль в указанных процессах играют электростатические взаимодействия. Развита методика, позволяющая вычислять электростатические потен-

циалы длинных нуклеотидных последовательностей ДНК как для прокариот, так и для эукариот. Вычислены электростатические потенциалы промоторов *E. coli* и периодических последовательностей. Сделано предположение о том, что электростатические характеристики промоторов генома совместно с первичной структурой обеспечат их надежную классификацию.

- *Полозов Р. В., Сивожелезов В. С., Иванов В. В., Мельников Ю. Б.* // Письма в ЭЧАЯ (в печати).

Показано, что техника базисов Гребнера является наиболее универсальным алгоритмическим инструментарием для редукции к базисным интегралам многопетлевых интегралов Фейнмана при задании последних системой рекуррентных соотношений, получаемой методом интегрирования по частям.

- *Gerdt V. P.* // Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.). 2004. V. 135. P. 232–237.

Базовые установки

Суммарная продолжительность работы базовых установок ОИЯИ (нуклотрона, циклотронов У-400 и У-400М, фазотрона и реактора ИБР-2) составила около 13 200 ч.

На нуклотроне (впервые 2100 ч работы за год) ускорялись протоны и ионы D, Li, Be, C и Mg. В результате модернизации системы питания магнитов конечная энергия ускоренных частиц была увеличена почти вдвое и достигла 4,3 ГэВ/нуклон (для D).

В рамках реализации проекта DRIBs (Dubna Radioactive Ion Beams) осуществлено объединение циклотронов У-400 и У-400М в единый ускорительный комплекс. Радиоактивные ионы ${}^6\text{He}^+$, ускоренные в У-400М до энергии 5–20 МэВ/нуклон, были транспортированы по ионной галерее и инжектированы в У-400. В циклотроне У-400М были впервые ускорены молекулярные ионы $(\text{DT})^+$ с интенсивностью 10^8 частиц/с для экспериментов по синтезу нейтроноизбыточных ядер водорода на установке ACCULINA.

Запущен в действие первый в нашей стране безгелиевый сверхпроводящий ионный источник на электронно-циклотронном резонан-

се (ЭЦР), который служит инжектором многозарядных ионов на реконструированном циклотроне ДС-40 для производства пучков тяжелых ионов с энергиями до 1,2 МэВ/нуклон для прикладных исследований.

На фазотроне была завершена модернизация мезонных каналов, в результате чего интенсивность пучков пионов выросла в несколько десятков раз.

В ходе плановой остановки в 2003–2004 годах реактора ИБР-2 была осуществлена замена подвижного отражателя. Полностью выполнены работы по программе пуска и исследования основных характеристик ИБР-2 с новым подвижным отражателем, и с сентября 2004 года продолжилась нормальная работа реактора на физический эксперимент.

Учебно-научный центр

В 2004 году в УНЦ обучалось 244 студента из вузов стран-участниц ОИЯИ. Учебные планы студентов разработаны совместно с вузами, направившими своих студентов для завершения образования в УНЦ. Распределение студентов УНЦ по вузам: МГУ — 27, МИФИ — 9, МФТИ — 24, другие вузы стран-участниц ОИЯИ (Армении, Белоруссии, Болгарии, России, Украины, Чехии) — 29. Также на базе УНЦ учатся 155 студентов Московского института радиотехники, электроники и автоматики (МИРЭА).

В рамках лекционного цикла «Современные проблемы естествознания» в 2004 году были прочитаны следующие курсы:

1. Проф. Ф. Дидак (ЦЕРН) «Neutrino oscillations: status and prospects»;
2. Проф. Д. Блашке (ОИЯИ) «Contemporary problems in quantum field theory of dense nuclear/ quark matter».

В 2004 году продолжила работу аспирантура ОИЯИ по 10 физико-математическим специальностям. В аспирантуре ОИЯИ обучалось 69 человек.

Сотрудниками и аспирантами УНЦ совместно с научными сотрудниками Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова и университета г. Гисен (Германия) в течение многих лет ведутся исследования взаимодействия тяжелых ионов с ядрами. В 2004 году были выполнены расчеты выживаемости сверхтяжелых ядер в рамках статистической модели и с учетом последних теоретических предсказаний ядерных свойств. Для определения плотности уровней использовалась модель ферми-газа и модель, учитывающая коллективное усиление плотности уровней. Рассчитаны сечения образования испарительных остатков сверхтяжелых ядер в реакциях холодного и горячего слияния. Предсказаны сечения $\sigma_{(2-3)n}$ для ядер с $Z = 103, 107-109$. Результаты, полученные на основе модели с коллективным усилением уровней, оказались более чувствительными к четно-нечетным эффектам, чем результаты на основе модели ферми-газа.

Впервые изучена возможность получения изотопов сверхтяжелых ядер с $Z = 101-108$ в реакциях неполного слияния. Величины предсказанных сечений находятся выше существующего экспериментального предела.

- *Zubov A. S. et al. //Eur. Phys. J. A. (submitted).*
- *Adamian G. G. et al. //Phys. Rev. C. (submitted).*

В течение месяца — с 29 июня по 29 июля — в Учебно-научном центре ОИЯИ впервые проходила международная летняя практика для студентов и аспирантов из стран-участниц Института. В практике участвовали 36 прошедших конкурсный отбор студентов из Польши, России, Словакии, Чехии, Украины и Болгарии.

Общие данные о количестве публикаций сотрудников ОИЯИ (по состоянию на 31.12.2004)

- Книги — 13

Afanasiev G. N. Vavilov-Cherenkov and Synchrotron Radiation: Foundations and Applications. — Dordrecht etc.: Kluwer Academic Pub-

lishers, 2004. — XIII, 500 p.: ill. — (Fundamental Theories of Physics; V. 142). — Bibliogr.: ends of chapters. <http://www.springeronline.com/sgw/cda/frontpage/0,11855,5-40109-22-33592422-0,00.html>

Блохинцев Д. И. Основы квантовой механики: Учеб. пособие. — 7-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2004. — 664 с.: ил.

Боголюбов Н. Н., Боголюбов Н. Н. (мл.). Аспекты теории полярона. — М.: Физматлит, 2004. — 175 с. — Библиогр.: с. 172–175.

Казаков Д. И. Суперсимметричное расширение стандартной модели фундаментальных взаимодействий: Учеб.-метод. пособие. — Дубна: ОИЯИ, 2004. — 65 с.: ил. — (Учеб.-метод. пособия Учебно-научного центра ОИЯИ). — Библиогр.: с. 61–64.

Калашиников Н. П., Смондырев М. А. Основы физики: Учеб. пособие для техн. спец. вузов: В 2 т. — 2-е изд., перераб. — М.: Дрофа. — (Высшее образование). — Т. 1. 2003. — 398 с. : ил.

Красильников В. В., Кураев Э. А. Уравнения математической физики. Ч. 2: Учеб. пособие. — Дубна: ОИЯИ, 2003. — 41 с. — (Учеб.-метод. пособия Учебно-научного центра ОИЯИ). — Библиогр.: с. 38–39. Авторы ч. 1: Гриценко С. А., Красильников В. В., Кураев Э. А.

Крылов Н. М., Боголюбов Н. Н. Введение в нелинейную механику = Introduction a la Mecanique Non-Lineaire (Приближенные и асимптотические методы нелинейной механики). — М.; Ижевск: РХД, 2004. — 352 с.: ил. — Библиогр.: с. 350–351. Репринтное издание (Киев, 1937).

Мешков И. Н. Классическая механика: Учеб. пособие. — Дубна: ОИЯИ, 2003. — 278 с.: ил. — (Учеб.-метод. пособия Учебно-научного центра ОИЯИ).

Назаренко М. А., Сыресин Е. М. Лекции по теории электромагнитного поля: Учеб.-метод. пособие. — Дубна: ОИЯИ, 2004. — 82 с.: ил. — (Учеб.-метод. пособия Учебно-научного центра ОИЯИ). — Библиогр.: с. 81.

Самойлов В. Н., Тюпикова Т. В. Информационные системы в экономике. — Дубна: ОИЯИ, 2004. — 162 с.: ил.

Сисакян А. Н. Избранное: В 2 т. — М.: Русский раритет, 2004. — (Литературные открытия). — Т. 1: Четыре стороны: Стихотворения и проза. — 400 с.: ил.; Т. 2: Энергия доброты: Стихотворения и проза. — 288 с.: ил.

Сисакян А. Н. Избранные лекции по физике частиц / Сост.: Г. А. Козлов; Общ. ред.: В. А. Матвеев. — Дубна: ОИЯИ, 2004. — 378 с.: ил. — Библиогр.: с. 281–373. <http://www.jinr.ru/publish/Books/sisakian/content.html>

- Журнальные статьи — 717
- Публикации в трудах конференций — 726
- Препринты — 219
- Авторефераты диссертаций — 11
- Всего: 1686

Премии

Премия Европейского физического общества (ЕФО) за выдающиеся работы в области ускорителей заряженных частиц присуждена **И. Н. Мешкову** «за многочисленные плодотворные достижения в развитии науки в области ускорителей заряженных частиц за последние 40 лет. В частности, за создание и внедрение техники, позволившей осуществить блестящую идею электронного охлаждения и довести её до уровня практического прибора и инструмента ускорительной техники, а также за его вклад в развитие международного научного сотрудничества в области ускорителей заряженных частиц».

Исследовательская премия Гумбольдта (Humboldt Research Award) за 2004 год присуждена начальнику сектора Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова профессору **Р. В. Джолосу**. Этой престижной научной наградой фонда Гумбольдта (Германия) отмечены выдающиеся научные достижения и педагогическая деятельность лауреата, его большой вклад в развитие сотрудничества с научными центрами Германии.

Цикл работ академика **Д. В. Ширкова** по распространению метода ренормализационной группы, развитого в 1950-х годы **Н. Н. Боголюбовым** и **Д. В. Ширковым** для решения задач квантовой теории поля, на краевые задачи математической физики был удостоен Золотой медали имени **Н. Н. Боголюбова** Российской академии наук за 2004 год.

Подписано в печать 08.02.2005.

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

Усл. печ. л. 2. Уч.-изд. л. 1,52. Тираж 135 экз. Заказ № 54782.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

5 141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.

E-mail: publish@pds.jinr.ru

www.jinr.ru/publish/