

«УТВЕРЖДАЮ»
Академик-секретарь Отделения физических наук РАН
академик В.А.Матвеев
« » января 2012 года

УДК 539.1

ОТЧЁТ
Учреждения Российской академии наук
Института ядерных исследований РАН
по направлению
Фундаментальная и прикладная ядерная физика.
за 2011 год

тема 01201050397

Научные руководители:
заместитель директора ИЯИ РАН по научной работе д.т.н. Кравчук Л.В.,
заместитель директора ИЯИ РАН по научной работе д.ф.-м.н. Коптелов Э.А.

Москва 2012

Ответственные исполнители:

Отдел ускорительного комплекса (заведующий отделом д.ф.-м.н. А.В.Фещенко)

Отдел экспериментального комплекса (заведующий отделом к.ф.-м.н. М.И.Грачёв)

Лаборатория нейтронных исследований (и.о. заведующего лабораторией д.ф.-м.н. Э.А.Коптелов)

Лаборатория атомного ядра (заведующий лабораторией к.ф.-м.н. Е.С.Конобеевский)

Радиоизотопный комплекс (заведующий лабораторией д.х.н. Б.Л.Жуйков)

Лаборатория медицинской физики (заведующий лабораторией д.ф.-м.н. С.В.Акулиничев)

Исследования по проектам были частично поддержаны Целевыми программами РАН, в т.ч., Физика элементарных частиц и фундаментальная ядерная физика, грантами РФФИ.

Проведение исследований в следующих направлениях:

- физика элементарных частиц и атомного ядра
 - физика и техника ускорителей заряженных частиц
 - интенсивные источники нейтронов и других ядерных излучений и детекторы для исследований в области атомного ядра, конденсированных сред, нанотехнологий, медицины и радиобиологии
 - развитие новых методов получения радиоизотопов и их применение для медицины и перспективных технологий
 - развитие комплекса протонной и лучевой терапии и проведение исследований в области радиологии и медицины
-

1. ПРОГРАММА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОТДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК РАН «Физика элементарных частиц, фундаментальная ядерная физика и ядерные технологии»

Основу Программы составляют исследования фундаментальных свойств материи, включая, в частности, теоретические работы по квантовой теории поля, физике частиц и их связи с космологией, экспериментальные исследования нарушения фундаментальных симметрий и изучение природы CP-нарушения, изучение физических процессов при столкновении тяжелых ионов высоких энергий, поиск новых явлений вне рамок Стандартной модели физики частиц и разработка новых ядерных технологий. Программа «Физика элементарных частиц, фундаментальная ядерная физика и ядерные технологии» состоит из четырех направлений, объединяющих конкретные проекты. Большинство работ выполняется в российских научных центрах, при этом в Программу включены также эксперименты, идея которых принадлежит российским ученым, установки создаются в российских институтах, а сами эксперименты одобрены программными комитетами соответствующих зарубежных лабораторий и Учеными советами российских институтов.

Направление 1 включает в себя теоретические исследования по изучению явлений за пределами Стандартной Модели, по теории струн, конформной теории поля и теории гравитации, моделированию физических процессов при высоких энергиях.

Направление 2 включает в себя эксперименты по физике элементарных частиц. Это -- исследование редких распадов мюонов и каонов, идущих с нарушением аромата, исследование эффектов CP нарушения в кварковом секторе Стандартной Модели, поиск нарушения T-инвариантности.

Направление 3 включает в себя эксперименты по ядерной физике. Это исследования в области релятивистской ядерной физики и физики тяжелых ионов, поиск сверхузких дибарионных резонансов, исследование экзотических ядер и др.

Направление 4 включает разработку ядерных технологий, физику сильноточных ускорителей, ядерную медицину, исследования в области медицинских радиоизотопов и разработки детекторов ядерных излучений.

Составляющие Программу проекты отвечают мировому уровню исследований в этой области. Успешная реализация этих проектов позволяет сохранить высокий авторитет и уровень исследований в области физики элементарных частиц и ядерной физики в России. Выполнение этих проектов также позволяет проводить подготовку научных кадров как в Институтах РАН, так и крупнейших учебных центрах России: МГУ, СПбГУ, НГУ, МФТИ, МИФИ и др.

Современные исследования в области элементарных частиц и ядерной физики как правило ведутся большими коллективами при активном международном сотрудничестве, поэтому многие сотрудники институтов РАН внесли существенный вклад в создание крупных установок во многих зарубежных лабораториях и являются активными участниками проводимых экспериментов. Активно развивается сотрудничество с ФНАЛ, СЛАК и БНЛ (США), ДЕЗИ и GSI (Германия), КЕК (Япония), ТРИУМФ (Канада), PSI (Швейцария) и другими зарубежными научными центрами.

Общее число участников Программы - сотрудников институтов РАН
Более 400 человек

- в том числе научных сотрудников
- около **320**
- из них **моложе 35 лет 59 человек**

В 2011 году опубликовано **около 200 работ** в ведущих реферируемых журналах, сделано **более 100 докладов** на различных конференциях, совещаниях, школах.
Было защищено **3 докторских** и **5 кандидатских** диссертаций.

Постоянно обновляется и содержит всю необходимую информацию о проектах интернет страница Программы: http://www.particles_nuclei.inr.ru/

Далее представлены отчеты по работам, проводимым в рамках Программы в ИЯИ РАН.

**Распределение
средств на 2011 год по проектам ИЯИ РАН
в Программе Отделения физических наук РАН
“Физика элементарных частиц, фундаментальная ядерная физика
и ядерные технологии”**

	(т.р.)
1. Исследования проблем квантовой теории поля и физики элементарных частиц. (Н.В. Красников)	900
2. Исследование распадов заряженных К-мезонов (Эксперименты ИСТРА, ОКА) (В.Н. Болотов)	1300
3. Исследование редких распадов каонов, изучение эффектов СР и Т нарушения (Ю.Г. Куденко)	1700
4. Проверка фундаментальных законов сохранения лептонных чисел в процессе μ -е конверсии на ядрах (Эксперимент МЕСО) (В.М. Лобашев) (Вся сумма направлена в накладные расходы. На прямые расходы средств не выделено.)	150
5. Исследования по релятивистской ядерной физике (А.Б. Курепин)	660
6. Поиск сверхузких дибарионных резонансов на Московской мезонной фабрике ИЯИ РАН (Проект ДИБАРИОН) (Е.С. Конобеевский)	1020
7. Исследования по физике фотоядерных взаимодействий (изучение ненуклонных степеней свободы атомных ядер) (В.Г. Недорезов)	750
8. Проект РАДЭКС (В.М. Лобашев, Ю.В. Рябов)	750
9. Спектрометрия по времени замедления нейтронов в свинце (Э.А. Коптелов)	1000
10. Проблемы физики трансмутации ядерных материалов и технология подкритических систем на пучках заряженных частиц (Э.А. Коптелов)	800
11. Ядерно-физические методики медико-биологических исследований (в том числе на источниках синхротронного излучения). (С.В. Акулиничев)	1900
12. Развитие новых методов регистрации нейтронов (Р.А. Садыков)	400
13. Разработка время-пролетных спектрометров неупругого рассеяния нейтронов на нейтронном комплексе ИЯИ РАН (Э.А. Коптелов, Е.С. Клементьев)	620
14. Информационное обеспечение Программы (Т.Г. Куденко, науч. конс. В.А. Рубаков, Ю.Г. Куденко)	280
15. Развитие ядерных технологий на протонных пучках Московской мезонной фабрики. (А.В. Фещенко)	2000
16. Разработка технологии получения медицинских изотопов на сильноточных протонных пучках (Б.Л. Жуйков)	1150
17. Разработка и создание компактных детекторов ядерных излучений для учебно-исследовательских работ в школах и учебных институтах (О.В. Минеев, Ю.В. Мусиенко)	320
Всего (тыс. руб.)	15700

Отчеты по проектам ИЯИ РАН за 2011 год

1. Теоретическое исследование физики за пределами Стандартной Модели.

ИЯИ РАН, Отдел теоретической физики, Лаборатория моделирования физических процессов ОФВЭ, 23 научных сотрудников, в том числе 7 участников моложе 35 лет руководитель проекта Н.В.Красников.

900 т.р.

Основные результаты работы по Проекту в 2011 году.

Сформулирована аксиоматика некоммутативной квантовой теории поля. Вычислены сечения рождения солитон-антисолитонной пары в ряде двумерных моделей квантовой теории поля. Вычислены параметры смешивания нейтральных B_s -мезонов. Показано, что вклады мягких очарованных кварков в дифференциальные сечения распадов B -мезонов и угловые симметрии представляет источник основной теоретической неопределенности и их аккуратное вычисление позволяет сделать вывод о справедливости Стандартной модели и существенно ограничить существование возможной физики вне рамок Стандартной модели. Разработан новый метод, позволяющий количественно учесть эффекты КХД с высокой степенью точности. На основе данных эксперимента CAST для константы связи аксион-фотон получено ограничение $g_{a\gamma} < 2,17 \times 10^{-10} \text{ ГэВ}^{-1}$ в диапазоне масс аксиона $0,02 < m_a < 0,42 \text{ эВ}$.

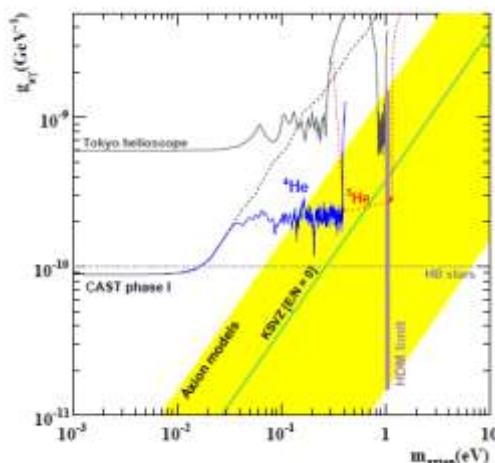


Рисунок 1 – Ограничение на массу аксиона и константу связи аксиона с двумя фотонами.

Публикации:

1. Rubakov V., Levin A. Q-balls with scalar charges // Mod.Phys.Lett.A26: 409-413, 2011
2. Gninenko S. Resolution of puzzles from the LSND, KARMEN, and MiniBooNE experiments // Phys.Rev.D83: 015015, 2011
3. Garkusha A.V., Kataev A.L. The absence of QCD β -function factorization property of the generalized Crewther relation in the 't Hooft $\overline{\text{MS}}$ -based scheme // Phys.Lett.B705: 400-404, 2011

4. Mannel T., Pecjak B.D. and Pivivarov A.A. Sum rule estimate of the subleading non-perturbative contributions to B_s – B_s mixing // Eur.Phys.Journal C71: 1607, 2011
5. Demidov S.V., Levkov D.G. Soliton pair creation in classical wave scattering // JHEP 1106: 016, 2011
6. Demidov S.V. and Levkov D.G. Soliton-Antisoliton Pair Production in Particle Collisions // Phys.Rev.Lett.107: 071601, 2011
7. Boos E.E., Demidov S.V., Gorbunov D.S. Invisible Higgs in weak bosons associative production with heavy quarks at LHC: probing mass and width // Int.J.Mod.Phys. A26: 3201-3218, 2011
8. Blas, D, Sibiryakov S. Technically natural dark energy from Lorentz breaking // JCAP 1107: 026, 2011
9. Bezrukov F., Gorbunov D., Shaposhnikov M. Late and early time phenomenology of Higgs-dependent cutoff // JCAP 1110: 001, 2011
10. Gorbunov D.S., Panin A.G. Sclaron the mighty: producing dark matter and baryon asymmetry at reheating // Phys.Lett.B700: 157-162, 2011
11. Berezin V. With Warm Regards from the Cold // Int.J.Mod.Phys. D20: 607-638, 2011
12. Berezin V.A. Classical analog of Quantum Schwarzschild black hole: local vs global, and the mystery of $\log 3$ // Int.J.Mod.Phys. A26: 161, 2011
13. Chetyrkin K.G. and Maier A. Massless correlators of vector, scalar and tensor currents in position space at orders α_s^3 and α_s^4 : explicit analytical results // Nucl.Phys.B844: 266-288, 2011
14. Vernov Yu.S. et al. Towards an Axiomatic Formulation of Noncommutative Quantum Field Theory // J.Math.Phys.52: 032303, 2011
15. Рубцов Г.И., Троицкий С.В. Какие элементарные частицы — самые энергичные в мире? // Природа №6: 11, 2011
16. Boos H., Göhmann F., Klümper A., Nirov Kh.S., Razumov A.V. On the universal R-matrix for the Izergin-Korepin model // J.Phys.A44: 355202, 2011
17. Ovchinnikov A.A. On the universal relations for the formfactors in 1D quantum liquids // Phys.Lett.A375: 2694-2698, 2011
18. Spiridonov V.P. and Vartanov G.S. Elliptic hypergeometry of supersymmetric dualities // Commun.Math.Phys.304: 797-874, 2011
19. Krasnikov N.V. Fields with continuously distributed mass // Тр. МИАН 272: 188–193, 2011

Доклады:

1. Rubtsov G. Results of the Telescope Array experiment. Workshop "Cosmic ray physics", Moscow, Russia, 16-18 May 2011
2. Rubtsov G. Lorentz-invariance violation and the highest energy cosmic rays. Dual year Russia-Spain workshop on particle physics, Barcelona, November 8-11, 2011
3. Levkov D.G. Constraints on Holographic Technicolor. Dual year Russia-Spain workshop on particle physics, Barcelona, November 8-11, 2011
4. Gorbunov D. Invisible Higgs in weak bosons associative production with heavy quarks. 15th Annual RDMS CMS Collaboration Conference, Alushta (Crimea), Ukraine, May 22-28, 2011
5. Gorbunov D. Scalar dark matter production by scalaron. SCALARS 2011, Warsaw, August 26-29, 2011
6. Gorbunov D. Scalar dark matter production by scalaron. Workshop on high energy physics, Sochi, Russia, Sept 24 - Oct 1, 2011
7. Pivivarov A. Multifaceted factorization: case of pseudoscalar meson mixing. Loops in Quantum Field Theory, Karlsruhe, Feb 15, 2011

Защищена диссертация на соискание степени доктора физико-математических наук В.А.Березиным на тему "К теории квантовых черных дыр".

2. Исследование распадов заряженных К-мезонов (Эксперименты ИСТРА, ОКА) ИЯИ РАН, научных сотрудников – 11, ИФВЭ, н.с. – 15 чел., моложе 35 лет 3 чел
Руководители: д.ф.м.н. В.Н. Болотов и чл.-корр. В.Ф. Образцов.
1300 т.р.

Основные результаты работы по Проекту в 2011 году:

а. В плане подготовки к эксперименту по исследованию ультра редкого распада $K \rightarrow \pi \nu \nu$ в текущем году был спроектирован, изготовлен на производственной базе в ИФВЭ (г. Протвино) и собран в ЦЕРНе мюонный годоскоп — MUV3, предназначенный для выработки быстрого триггерного сигнала для подавления фона от распадов с мюонами в конечном состоянии.

б. Основной результат за 2011 год. Радиационные распады К-мезонов позволяют изучать области низких энергий, где успешно работают некоторые современные теоретические модели. Например, киральная пертурбативная теория, описывающая большинство каонных распадов. В 2011 г. в Лаборатории физики элементарных частиц была завершена и опубликована работа по изучению радиационного распада $K^- \rightarrow \mu^- \nu \gamma$ на установке ИСТРА, созданной в ИЯИ РАН и работавшей на ускорителе У-70 ИФВЭ (г. Протвино). На статистике 47 К событий, надёжно отделённых от фоновых событий, впервые в мире в новом кинематическом диапазоне была измерена величина и определён знак разности формфакторов слабого взаимодействия $F_V - F_A = 0.15 \pm 0.04(\text{stat}) \pm 0.05(\text{syst})$. Результаты сравниваются с предсказаниями современных теоретических моделей.

Публикации в журналах:

- 1) Extraction of kaon formfactors from $K^- \rightarrow \mu^- \nu \gamma$ decay at ISTRA + setup. Physics Letters B 695 (2011) стр. 59=66.
- 2) Test of lepton flavour universality in $K^+ \rightarrow e^+ \nu$ decays. Physics Letters B 698 (2011) 105-114.
- 3) Search for Heavy Neutrino in $K^- \rightarrow \mu^- \nu h(\nu h \rightarrow \nu \gamma)$. Направлено в Physics Letters B
- 4) Study of Ultra rare Decay $K_L^0 \rightarrow \pi^0 \nu \nu(\text{bar})$. Proceeding of Conference “New Trends in High0Energy Physics

Кандидатская диссертация В. А. Дука «Измерение каонных формфакторов в распаде $K^- \rightarrow \mu^- \nu_\mu \gamma$ на установке «ИСТРА+»“.

3. Исследование редких распадов К-мезонов, изучение эффектов CP и T нарушения

(Эксперименты E246, E949) Отдел физики высоких энергий ИЯИ РАН – 13 человек, моложе 35 лет 4 человека. ИФВЭ (Протвино) – участник экспериментов E949 – 12 человек, сотрудники университетов и лабораторий США. Японии, Канады – всего около 70 человек.

Рук. проекта- Ю.Г. Куденко

1700 т.р.

Основные результаты за 2011 год.

1. На основе накопленных в E949 данных проведен анализ по поиску тяжелых

(стерильные нейтрино) с массами 160-300 МэВ. Обработано ~5% всех имеющихся данных. Из общего числа остановленных каонов и зависимости акцептанса от импульса мюона, получен предварительный верхний предел на величину смешивания обычного и тяжелого нейтрино в зависимости от массы тяжелого нейтрино. В области масс тяжелого нейтрино от 140 МэВ до 250 МэВ достигнуто существенное улучшения существующего ограничение (примерно в ~10 раз). Окончательный результат ожидается в 2012 году.

2. Проведено моделирование эксперимента ORKA по прецизионному измерению вероятности распада $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$. Предполагается измерить вероятность этого сверхредкого распада с точностью около 5%. Такой эксперимент является хорошим тестом Стандартной модели и многочисленных теорий, выходящих за рамки СМ. Проведены разработки детекторов и тесты фотоприемников и сцинтилляционных детекторов. Подготовлено новое предложение эксперимента.

Публикации.

1. А.Т. Шайхиев, Ю.Г. Куденко, А.Н. Хотянцев “Поиск тяжелых нейтрино в распадах положительных каонов”, Ядерная физика, 2011 том 74, №5, стр.814-819.
2. A. Yanin, V. Volchenko, A.Shaykhiev ... et al., Multichannel Data Acquisition System for Scintillation Detectors of the Emma Experiment. arXiv:1101.4489. 5 pp., Jan 2011

Доклады

- 1.A. Shaikhiev “Search for heavy neutrino in rare kaon decays”, 15th Lomonosov Conference on particle physics, Moscow 17-22 August 2011.
- 2.Yu.Kudenko “Sterile neutrinos in meson and ν decays”, talk at EURONU12, Paris, France, 10 May 2011.

По материалам исследований 2011 года была защищена 1 магистерская работа.

4. Проверка фундаментальных законов сохранения лептонных чисел в процессе μ -е конверсии на ядрах (Эксперимент МЕСО), ИЯИ РАН, 3 человека, руководитель к.ф.-м.н. Р.М. Джилкибаев. 150 т.р.

В 2011 году были проведены работы по моделированию установки для поиска конверсии мюона в электрон на ядре. В коллаборацию входят 50 ученых из 11 научных организаций (от России - ИЯИ РАН). Было проведено несколько телеконференций и совещаний, на которых рассматривалось несколько вариантов будущего проекта. Проведены уточненные расчеты спектров электронов из распада мюонов в связанном состоянии, расчеты распознавания событий в T - образном треке.

5. Исследования по релятивистской ядерной физике. Институт ядерных исследований РАН, лаборатория мезоядерных взаимодействий Отдела экспериментальной физики, 14 сотрудников, руководитель проекта А.Б. Курепин. 10 научных сотрудников, 2 инженера, 2 аспиранта, 4 молодых сотрудников.

660 т.р.

Завершен анализ данных по образованию электрон-позитронных пар в нейтрон-протонных взаимодействиях по данным эксперимента ХАДЕС, полученным в 2007 году на пучке дейтронов с энергией 1,25 ГэВ/нуклон, налетающем на протонную мишень. Обнаружена значительная изоспиновая зависимость выхода электрон-позитронных пар для нейтрон-протонных и протон-протонных столкновений (Рис.1). По результатам анализа данных К.Лапидусом в 2011г. в ИЯИ РАН защищена кандидатская диссертация. Полученные данные являются реперными для анализа спектров электрон-позитронных пар в ядро-ядерных столкновениях.



Рис.1. Слева - схема установки HADES; в центре - 300 канальный передний годоскоп; справа - спектр инвариантных масс в np и pp взаимодействиях при энергии 1,25 ГэВ.

Группой ИЯИ РАН проведена модернизация переднего 300-канального сцинтилляционного годоскопа, который будет использован в ядро-ядерных экспериментах для измерения плоскости реакции. Получены и обрабатываются первые экспериментальные данные, полученные в тестовом сеансе в августе 2011г. по исследованию взаимодействия ядер золота при энергии налетающего пучка 1.25 АГэВ. Подготовлен технический проект (arXiv:1109.5550 [nucl-ex]) по созданию 1000-канального электромагнитного калориметра на основе свинцового стекла для экспериментов HADES на ускорителе SIS100 нового создаваемого ускорительного комплекса FAIR в Дармштадте, Германия. Проведен ряд измерений модулей калориметра для определения энергетического разрешения и с различной считывающей электроникой.

Публикации.

- 1) Dielectron production in Ar+KCl collisions at 1.76A GeV.

HADES Collaboration (G. Agakishiev (Dubna, JINR) et al.).
Phys.Rev. C84 (2011) 014902

2) Baryonic resonances close to the $K^- N$ threshold: The Case of $\Sigma(1385) +$ in pp collisions. G. Agakishiev, et al..

Submitted to: Phys.Rev.C, e-Print: arXiv:1109.6806 [nucl-ex]

3) Inclusive $e^+ e^-$ pair production in $p + p$ and $p + Nb$ collisions at $E(\text{kin}) = 3.5\text{-GeV}$.

HADES Collaboration (Michael Weber (Munich, Tech. U.) et al.).

J.Phys.Conf.Ser. 316 (2011) 012007

4) $p p$ and πp intensity interferometry in collisions of $Ar + KCl$ at $1.76A\text{-GeV}$.

HADES Collaboration (G. Agakishiev (Giessen U.) et al.).

Eur.Phys.J. A47 (2011) 63

5) Dilepton production studied with the HADES spectrometer.

HADES Collaboration (A. Rustamov (Darmstadt, GSI) et al.).

Int.J.Mod.Phys. A26 (2011) 384-389

6) Hyperon production in $Ar+KCl$ collisions at $1.76A\text{ GeV}$.

HADES Collaboration (G. Agakishiev (Dubna, JINR) et al.),

Eur.Phys.J. A47 (2011) 21

7) Inclusive dielectron spectra in $p+p$ collisions at 3.5 GeV .

HADES Collaboration (G. Agakishiev (Giessen U.) et al.,

Submitted to: EPJA (<http://arxiv.org/abs/1112.3607>)

--препринты

1) Electromagnetic Calorimeter for HADES.

W. Czyzycki (Cracow Tech. U.), E. Epple, L. Fabbietti (Munich, Tech. U., Universe), M. Golubeva, F. Guber, A. Ivashkin (Moscow, INR), M. Kajetanowicz (Jagiellonian U.), A. Krasa, F. Krizek, A. Kugler (Rez, Nucl. Phys. Inst.) et al.. Sep 2011. 40 pp.

e-Print: arXiv:1109.5550 [nucl-ex]

2) Single and double pion production in np collisions at 1.25 GeV with HADES.

HADES Collaboration (A.K. Kurilkin et al.). Feb 2011. 6 pp.

e-Print: arXiv:1102.1843 [nucl-ex]

3) Cross section in deuteron-proton elastic scattering at 1.25 GeV/u .

HADES Collaboration (P.K. Kurilkin et al.). Feb 2011. 6 pp.

e-Print: arXiv:1102.1610 [nucl-ex]

- доклады на конференциях и школах:

1) A. Sadovsky "Study of the reaction plane reconstruction for HADES and CBM at SIS-100", 23rd Indian-Summer School and 6th HADES Summer School on Physics at FAIR (FAIR11), held October 3-7, 2011 in Rez/Prague, Czech Republic

2)F.Guber “Recent results from CERN T10 test beam with SiPM on ultrafast timing”
I3HP-FP7 Silicon Multiplier Workshop, 6th - 7th October 2011, GSI, Darmstadt, Germany.

- защита диссертаций

К.Лапидусом в 2011г. защищена кандидатская диссертация
«Образование электрон-позитронных пар в квазисвободных нейтрон-протонных столкновениях».

6. Поиск сверхузких дибарионных резонансов на Московской мезонной фабрике ИЯИ РАН (Проект ДИБАРИОН) (ИЯИ, Лаборатория атомного ядра), количество научных сотрудников - 7, моложе 35 лет – 1 чел. руководитель проекта - Е.С. Конобеевский.

1020 т.р.

Для эксперимента на нейтронном канале РАДЭКС по измерению сечений реакции nd -развала проведена модернизация установки ”Двухплечевой спектрометр”.

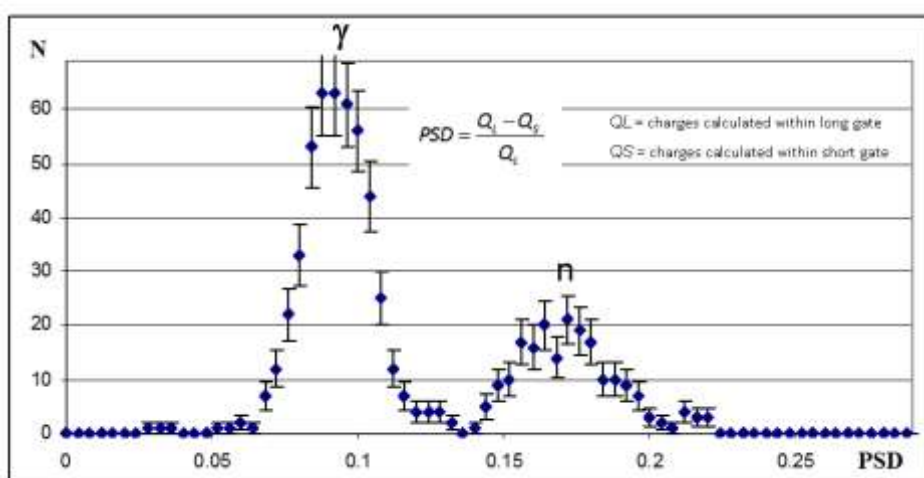
Для исследования реакции квазисвободного nn -рассеяния создана методика, в которой дейтерированный сцинтиллятор используется одновременно в качестве “нейтронной” мишени, детектора-спектрометра протонов и детектора, создающего стартовый сигнал для время-пролетного спектрометра вторичных нейтронов. Закуплен жидкий дейтерированный сцинтиллятор BC-537, предназначенный для использования в качестве нейтронной мишени.

Создана методика восстановления спектра нейтронов (20-60 МэВ) канала РАДЭКС применением метода обратной задачи к спектру протонов отдачи сцинтилляционного монитора-спектрометра (МСНП) нейтронного пучка. Для решения обратной задачи проведены модельные расчеты методом Монте-Карло с использованием модернизированной программы SCINFUL полных энергетических откликов жидких и твердых органических сцинтилляторов типа NE-213 и NE-110 на падающие нейтроны с энергиями от 0.1 до 80 МэВ с учетом влияния вкладов различных процессов, происходящих в сцинтилляторе под действием нейтронов.

Расчеты аппаратных функций были использованы также для получения зависимости эффективности детекторов нейтронного годоскопа от энергии нейтронов. Для получения кривых зависимости эффективности от энергии нейтронов проводилась

нормировка интегралов аппаратных функций на количество нейтронов попавших в детектор. В результате, зависимость эффективности детекторов нейтронного годоскопа от энергии нейтронов получена в интервале 5 - 70 МэВ с шагов 2 - 10 МэВ.

В качестве монитора нейтронного пучка рассматривается детектор на основе жидкого сцинтиллятора, находящийся в пучке нейтронов. Проверена методика разделения сигналов от нейтронов и гамма-квантов с использованием блоков цифровой обработки сигналов и прототипов МСНП на основе стильбена и жидкого сцинтиллятора NE-213. На рисунке показано разделение вкладов от нейтронов и γ -квантов при облучении стильбена PuBe источником. Закуплен жидкий водородосодержащий сцинтиллятор ВС-501 и современная аппаратура цифровой обработки сигналов для МСНП.



На циклотроне У-120 НИИЯФ МГУ проведена калибровка сцинтилляционного ΔЕ-Е телескопа установки. Калибровка телескопа выполнялась на пучке альфа частиц с энергией 30 МэВ циклотрона У-120 НИИЯФ МГУ. Вторичные протоны из реакции $^{10,11}\text{B}(\alpha, p)$ регистрировались ΔЕ-Е телескопом при нескольких углах регистрации, с применением различных поглощающих фольг, выделяя различные группы протонов. Результирующая калибровочная кривая получена в интервале протонных энергий $E_p \sim 1.5 - 30$ МэВ, что позволит проводить измерения реакции nd -развала при энергии первичных нейтронов до 80 МэВ.

В результате проведенной модернизации установка готова к проведению измерений сечений реакции nd -развала в различных конфигурациях и в широком диапазоне энергии налетающих нейтронов. Сеанс на нейтронном канале РАДЭКС ИЯИ РАН в котором будут получены новые данные о реакции nd развала в геометриях КСР и ВКС перенесен с конца 2011 г. на февраль 2012 г.

Публикации

- реферируемые журналы (включая работы, принятые к печати)
- Е.С.Конобеевский, В.И.Кукулин, М.В.Мордовской, В.Н.Померанцев, С.И. Поташев, О.А.Рубцова, В.А.Сергеев, С.В.Зуев, И.М.Шарапов, Определение длины нейтрон-нейтронного рассеяния из экспериментов по nd -развалу: экспериментальные и теоретические аспекты, Известия РАН. Серия Физическая, 2011, том 75, № 4, с. 478–484
- E.S.Konobeevski, M.V.Mordovskoy, I.M.Sharapov, S.I.Potashev, S.V.Zuyev EXTRACTION OF NEUTRON-NEUTRON SCATTERING LENGTH FROM nn COINCIDENCE-GEOMETRY nd BREAKUP DATA Nucl.Phys.At.En. v.12 N1, 2011, p. 35
- Е.С.Конобеевский, Л.Н.Латышева, Н.М.Соболевский, Р.Д.Илич Оптимизация конфигурации коллиматора и защиты нейтронного генератора НГ_430 ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ФИЗИЧЕСКАЯ, 2011, том 75, № 4, с. 485–489
- E.Konobeevski Study of Neutron-Neutron Scattering in nd Breakup Reaction, Journal of Physics: Conference Series, (в печати).
- С.В.Зуев, Е.С.Конобеевский, И.М.Шарапов, Моделирование эффективности сцинтилляционных детекторов нейтронов в интервале энергии 5-70 МэВ” Известия РАН, сер.физ. 2012 (в печати).
- С.В.Зуев, Е.С.Конобеевский, В.М.Лебедев, М.В.Мордовской, А.В.Спасский, С.И.Поташев, И.М.Шарапов, Энергетическая калибровка сцинтилляционного ΔE - E телескопа в реакции (α, p) , Известия РАН, сер.физ. 2012 (в печати).
- С.В.Зуев, Е.С.Конобеевский, М.В.Мордовской, И.М.Шарапов, Восстановление энергетического спектра быстрых нейтронов (20-60 МэВ) канала РАДЭКС ИЯИ РАН методом обратной задачи, Известия РАН, сер.физ. 2012 (в печати).
-
- доклады на конференциях и школах

E.S. Konobeevski, Study of Neutron-Neutron Scattering in nd Breakup Reaction // Доклад на 5th EUROPEAN CONFERENCE ON NEUTRON SCATTERING, 17-22 July 2011 - Prague, Czech Republic

С.В.Зуев, Е.С.Конобеевский, И.М.Шарапов, Моделирование эффективности сцинтилляционных детекторов нейтронов в интервале энергии 5-70 МэВ, Устный доклад на 61 International Conference on Nuclear Spectroscopy and Nuclear Structure “Nucleus 2011”

С.В.Зуев, Е.С.Конобеевский, В.М.Лебедев, М.В.Мордовской, А.В.Спасский, С.И.Поташев, И.М.Шарапов “Энергетическая калибровка сцинтилляционного ΔE - E телескопа в реакции (α, p) , Устный доклад на 61 International Conference on Nuclear Spectroscopy and Nuclear Structure “Nucleus 2011”

С.В.Зуев, Е.С.Конобеевский, М.В.Мордовской, И.М.Шарапов Восстановление энергетического спектра быстрых нейтронов (20-60 МэВ) канала РАДЭКС ИЯИ РАН методом обратной задачи, Устный доклад на 61 International Conference on Nuclear Spectroscopy and Nuclear Structure “Nucleus 2011”

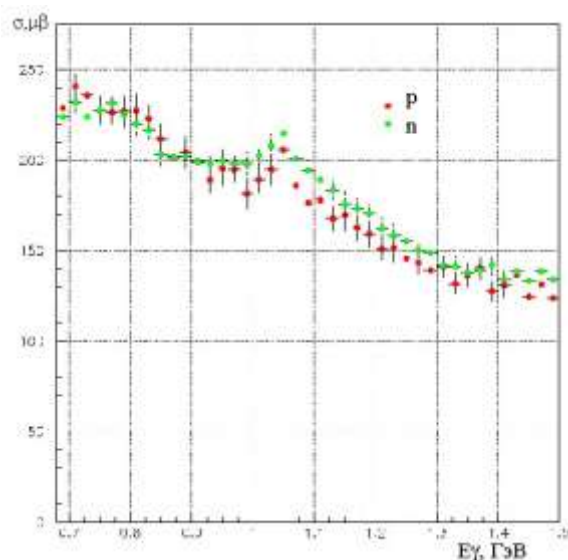
7. Исследования по физике фотоядерных взаимодействий (изучение ненуклонных степеней свободы атомных ядер) ИЯИ РАН, ИТЭФ, РНЦ КИ, НИИЯФ МГУ, ИЯИ РАН, НИИЯФ МГУ, НИИАР, ВНИИЭФ, ХФТИ, 36 сотрудников, количество научных сотрудников - 18, количество молодых исполнителей (до 35 лет) - 4.

д.ф.-м.н. Недорезов В.Г.

750 т.р.

Результаты работы по Проекту в 2011 году

На пучках монохроматических поляризованных фотонов средних энергий (в области нуклонных резонансов) изучена спиновая структура свободных и связанных нуклонов. В совместных экспериментах ИЯИ РАН с коллаборациями ГРААЛЬ (Гренобль) и МАМИ (Майнц) измерены параметры оптической анизотропии нуклонов и проведена экспериментальная проверка фундаментальных правил сумм. Экспериментально установлено (см.рисунок), что принцип зарядовой инвариантности в процессах электромагнитных взаимодействий нуклонов справедлив не только в асимптотической области энергий, но и в области нуклонных резонансов.



Полное сечение фотопоглощения на протоне и нейтроне при энергии фотонов от 0.7 до 1.5 ГэВ

Публикации:

- 1) A.Antonov, V.G.Nedorezov, A.A.Turinge et al. "The electron-ion scattering experiment ELISe at the International Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR): A conceptual design study». Nucl.Instrum.Meth.A637:60-76,2011.
- 2) Кооп И.А., Шатунов Ю.М., Недорезов В.Г., Фомичев А.С., Чулков Л.В. «Проект ELISe: электрон-ионный коллайдер в исследовательском центре ионов и антипротонов FAIR» Атомная энергия, в печати, 2011.

- 3) С. С. Вербицкий, В. Н. Емохонов, А. М. Лапик, В. Г. Недорезов, А. В. Русаков, Г. В. Солодухов, М. А. Тиканов, А. А. Туринге, А. Н. Целебровский. Применение фотоядерной методики для обнаружения делящихся материалов. Известия РАН. Сер. Физическая, 2011, том 75, № 11, с. 1640–1645
- 4) V.G.Nedorezov, A.M.Lapik, N.V.Rudnev, A.A.Turinge. “Recent GRAAL Results on Nucleon Spectroscopy at 750-1500 MeV”, submitted to Eur.J.of Phys, 2011.
- 5) A.A.Turinge, V.G.Nedorezov, A.M.Lapik, N.V.Rudnev, “Simultaneous photo-production measurement of π and η mesons on nucleons at 680 – 1500 MeV”. Submitted to Prog.Part.Nucl.Phys., 2011.
- 6) Л.З.Джилавыян, А.И.Карев, В.Г.Раевский. «Обнаружение и идентификация скрытых взрывчатых веществ в системах фотоядерного детектирования». Известия РАН. Серия физическая, 2011, том 75, № 2, стр. 277-282.
- 7) L.Z.Dzhilavyan, A.I.Karev, V.G.Raevsky. “Detection and Identification of Hidden Explosives in Photonuclear Detection Systems”. Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2011, Vol. 75, No 2, pp. 257-262.
- 8) Л.З.Джилавыян, А.И.Карев. “О радиационной безопасности фотоядерного метода обнаружения взрывчатых веществ при досмотре багажа авиапассажиров”. Известия РАН. Серия физическая, 2011, том 75, № 11, с. 1655-1659.
- 9) L.Z.Dzhilavyan, A.I.Karev. “Radiation Safety of the Photonuclear Method for Detecting Hidden Explosives in Examining Airline Passengers’ Luggage”. Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2011, vol. 75, No 11, pp.1557-1561.
- 10) Л.З.Джилавыян, А.И.Карев, В.Г.Раевский. «Возможности наработки с помощью фотоядерных реакций радиоизотопов для задач ядерной медицины». Ядерная физика, 2011, Том 74, № 12, с. 1728-1734.
- 11) L.Z. Dzhilavyan, A.I. Karev, V.G. Raevsky. “Possibilities for the Production of Radioisotopes for Nuclear-Medicine Problems by Means of Photonuclear Reactions” Physics of Atomic Nuclei, 2011, Vol. 74, No 12, pp. 1690-1696.
- 12) С.С. Бельшев, Л.З. Джилавыян, Б.С. Ишханов, А.И. Кареев, В.Г. Раевский, В.И. Шведун. «Образование изотопа ^{18}F в реакции $^{23}\text{Na}(\pi, n)$ при $E_{\pi \text{ max}}$ до 55 МэВ». Вестник МГУ. Физика, астрономия (послано в печать).
- 13) Громов А.М. Разрезной микротрон на 50 МэВ (математическое моделирование) // Изв. РАН, сер. физ., 2011, том 75, №2, с. 251–257.
- 14) Gromov A.M. *Mathematical Modeling of a 50 MeV Racetrack Microtron*, Bulletin of RAS, Physics, 2011, Vol. 75, No. 2, pp. 232–238.
- 15) А.М. Громов, К.Н. Нестеров, С.А. Пирковский, Г.В. Солодухов, В.М. Трусова. Интенсификация химических реакций в водных растворах под воздействием облучения пучком ускоренных электронов.¹Изв. РАН сер. Физ. 2011, 75, 11, 1664–1668.
- 16) A.M.Gromov, K.N.Nesterov, S.A.Pirkovsky, G.V.Solodukhov, V.M.Trussova. Intensification of Chemical reactions in aqueous solutions upon irradiation with an accelerated electron beam/ Bull. Of Russian Academy of sciences, Physics, 2011, v. 75, no 11, pp 1566 – 1570. Allerton Press Inc, 2011.
- 17) С.С. Вербицкий¹, А.М. Лапик², В.Г. Недорезов², А.В. Русаков², Г.В. Солодухов², А.А. Туринге². Применение фотоядерной методики для обнаружения делящихся материалов. ». Известия РАН сер. Физ., 2011, в печати.
- 18) Вербицкий С.С., В.Н.Емохонов, А.М.Лапик, А.В.Русаков, Г.В.Солодухов, М.А.Тиканов, А.Н.Целебровский Дискриминация частиц по форме сцинтилляционного импульса (при энергиях электронов 0,5 - 4 МэВ) методом регистрации времени пересечения сигналом нулевого уровня. ПТЭ, 2010, № 3, с.55-60

- 19) S.S.Verbitsky, V.N.Emkhonov, A.M.Lapik, D.Yu.Maksimov, A.V.Rusakov, G.V.Solodukhov, M.A.Tikanov, A.NB.Tselebrovsky, A.A.Shilyaev. Discrimination of particles by scintillation pulse shape (In electron energy range of 0.5 – 4.0 MeV) using the zero-crossing method. Instr.and Exp. Tech. 2010, v.53, no.3, pp 368 – 373. Pleiades Publ. ltd, 2010.
- 20) Г.М. Гуревич, А.Л.Ерзинкян, В.П.Парфенова. Угловые распределения альфа-частиц, испускаемых ориентированными ядрами, и их связь с ядерной деформацией. Известия РАН, Серия физическая 75, 4 (2011) 556-561.
- 21) G.M.Gurevich, A.L.Erzinkyan, V.P.Parfenova. Angular distributions of alpha particles emitted by oriented nuclei and their relation to nuclear deformation. Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 75, 4 (2011) 520-525.
- 22) Г.М. Гуревич, А.Л.Ерзинкян, В.П.Парфенова. О возможности ускорения π -распада: к проблеме ликвидации радиоактивных ядерных отходов. Известия РАН, Серия физическая (в печати).
- 23) N.S.Borisov, A.N.Fedorov, G.M.Gurevich, R.L.Kondratiev, M.Korolija, A.B.Lazarev, M.Martinez, S.V.Mironov, A.B.Neganov, V.N.Pavlov, H.Ortega, A.Thomas, Yu.A.Usov. Frozen-spin target for experiments at MAMI C. Nuclear Instruments and Methods A (в печати).
- 24) J.Ahrens, R. Kondratiev, V. Lisin, e.a. :Measurement of the helicity dependent total cross section for the $\gamma n \rightarrow p \pi^- \pi^0$ reaction". EPJ A 47 (2011) 36.
- 25) Berghäuser, R. Kondratiev, V.Lisin, A. Polonski e.a. "Determination of the η -transition form factor in the $\gamma p \rightarrow p \eta \rightarrow p \gamma e^+ e^-$ reaction". Phys.Lett.B701:562-567,2011

- доклады на конференциях и школах:

- 1) Б.А.Тулупов, М.Г.Урин, Полумикроскопическое описание простейших фото-ядерных реакций с возбуждением изовекторных гигантских дипольного и квадрупольного резонансов, «ЯДРО 2011» 61 Международная конференция по проблемам ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Саров, 10-14 октября 2011.
- 2) Б.А. Тулупов, М.Г. Урин, «Полумикроскопическое описание простейших фото-ядерных реакций с возбуждением гигантских изовекторных E1 и E2 резонансов» (научная сессия МИФИ, февраль 2011).
- 3) Г.М. Гуревич, А.Л.Ерзинкян, В.П.Парфенова. О возможности ускорения π -распада: к проблеме ликвидации радиоактивных ядерных отходов. 61 Международная конференция «ЯДРО 2011» по проблемам ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра (Саров, 10-14 октября 2011 г.). Сборник тезисов докладов, стр. 36-37.
- 4) V.G.Nedorezov, A.M.Lapik, N.V.Rudnev, A.A.Turinge . "Recent GRAAL Results on Nucleon Spectroscopy at 750-1500 MeV", STORI- 2011, Frascati, Italy..
- 5) A.A.Turinge, V.G.Nedorezov, A.M.Lapik, N.V.Rudnev, "Simultaneous photo-production measurement of π and η mesons on nucleons at 680 – 1500 MeV". , Int.School on Nucl.Phys. Erice, 2011, Italy.
- 6). В.Г.Недорезов. Новые данные ГРААЛЬ по спектроскопии нуклонов. Сессия ОЯФ РАН, Москва, ИТЭФ, 2011.
- 7) Tulupov B.A., Urin M.H., Semimicrisopic Description of the Fast Neutron Radiative Capture, ISINN-19, 19th International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei: «Fundamental Interactions & Neutrons, Nuclear Structure, Ultracold Neutrons, Related Topics», Dubna, Russia, May 25-28, 2011.

- защита диссертаций

1. Л.З. Джилаван. Генерация позитронов и квазимонохроматических фотонов аннигиляции позитронов на лету для исследований гигантских резонансов в атомных ядрах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. ИЯИ РАН. М. 2011.

- подготовка дипломных (бакалаврских, магистерских) работ

– публикации в средствах массовой информации и др.

- 1) Б.С.Ратнер, Г.А.Сокол, Г.М.Гуревич, В.Г.Недорезов, Г.В.Солодухов и др. “Исследования электромагнитных взаимодействий ядер: вчера, сегодня, завтра». Издательство КДУ, 2011, 204 стр. Москва.

8. Проект РАДЭКС. Отдел экспериментальной физики, лаборатория атомного ядра ИЯИ РАН, ГНЦ ФЭИ (Обнинск), ЛНФ ОИЯИ (Дубна); 14 человек, (дополнительно: 5 человек - ОИЯИ; 4 человека - ФЭИ) Рук. проекта – д.ф.-м.н. Ю.В. Рябов
750 т.р.

Основные результаты в 2011г:

Используя разработанные для установки «РАДЭКС» методики исследований, проводились тестовые измерения при запуске импульсного нейтронного источника ИН-06 в сеансе декабря с.г. с целью определения параметров нейтронного спектрометра во времени пролета на основе нейтронной мишени с радиально-лепестковым расположением замедлителя, формирующим энергетические спектры вторичных пучков.

в. Используя опыт работы на импульсном нейтронном источнике «РАДЭКС», в течение 2011 г. принимали участие по Протоколу о сотрудничестве в пусковых и наладочных работах на сооружаемом импульсном нейтронном источнике ЛНФ ОИЯИ «ИРЕН-1» (г.Дубна).

г. Создан и испытан в экспериментах на нейтронном пучке временной кодировщик с большим временным окном (256 т.каналов), высоким временным разрешением (малой шириной канала, равной 10 нс) и малым мертвым временем (порядка ширины канала). На основе этой разработки создана также четырехканальная система, позволяющая во времяпролетных спектрах радиационного захвата идентифицировать спины уровней методом отбора двойных совпадений и суммарного счета радиационных переходов возбужденных ядер

д. Полностью укомплектован оборудованием вертикальный времяпролетного канала высокой интенсивности, предназначенного для фундаментальных исследований (измерение длины (n,e) и (n,p) – рассеяния, исследование изомерии формы делящихся ядер, изучение структуры нейтронных резонансов с различными спинами и четностью). Монтаж канала был оставлен решением дирекции в апреле 2009 г.

е. Подготовлено Техническое задание на изготовление новой слоистой W+Be мишени, позволяющей для низкоэнергетического протонного пучка увеличить по расчетам выход нейтронов в ~10 раз.

Публикации.

1. Yu.V. Grigoriev, D.V. Khlustin, Zh.V. Mezentseva, Yu.V. Ryabov. Investigation of the Sub-threshold Fission Cross-Section for ^{232}Th and ^{238}U . Int. Seminar ISINN-18, May 25-28, 2010. –Dubna: -JINR. (in print).
2. Yu.V. Grigoriev, D.V. Khlustin, Zh.V. Mezentseva, Yu.V. Ryabov. Measurements of Neutron Total and Capture Cross Sections on the TOF spectrometers of Moscow Meson Factory. Int. Seminar ISINN-18, May 25-28, 2010. –Dubna: -JINR. (in print).
3. N.B. Janeva, Yu.V. Grigoriev, N.A. Gundorin, Yu.D. Mareev, Yu.N. Kopatch, N.T. Koyumdjieva, L.B. Pikelner, I.N. Ruskov, V.N. Shvetsov, P.V. Sedyshev, Sh. Zeinalov. Future neutron data activity on the neutron source IREN. Int. Seminar Physics and Nuclear Data NEMEA (Krakov, Polon, October 15-18, 2010) (in print).
4. I. Ruskov^{1,2)}, Yu.N. Kopatch²⁾, Ts. Panteleev²⁾, V.R. Skoy²⁾, V.N. Shvetsov²⁾, E. Dermendjiev¹⁾, N. Janeva¹⁾, L.B. Pikelner²⁾, Yu.V. Grigoriev³⁾, Zh. V. Mezentseva²⁾, I. Ivanov¹⁾ Prompt Gamma Emission in Resonance Neutron Induced Fission of ^{239}Pu . Int. Seminar Physics and Nuclear Data NEMEA (Krakov, Polon, October 15-18, 2010) (in print).
5. Yu. V. Grigoriev, D.V. Khlustin, Zh. V. Mezentseva, I.A. Vasiliev, Yu. V. Ryabov. Measurement of parameters of pulsed neutron sources RADEX and IN-06 at Moscow Meson Factory. Int. Seminar ISINN-19, May 25-28, 2011. –Dubna: -JINR. (in print).
6. Ю.В. Григорьев, И.А. Васильев, Ж.В. Мезенцева, Д.В. Хлюстин, Ю.В. Рябов. Исследование резонансной структуры нейтронных сечений и спектрометрических характеристик на импульсных источниках нейтронов РАДЭКС и ИРЕН-1. В тезисах докладов на 61 международной конференции «ЯДРО-2011» по проблемам ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра., 10 - 14 октября 2011, г.Саров:-РФЯЦ–ВНИИЭФ (доклад в печати ж. Известия РАН).).
7. А.А.Алексеев, Р.А.Садыков, Е.С.Клементьев, В.С.Ливитин, С.Н.Аксенов, Ю.В.Григорьев, Э.А.Коптелов. Экспериментальные спектры нейтронов нейтронографических установок импульсного источника нейтронов ИН-06 ИЯИ РАН (по результатам сеанса - ноября 2010г.) . Препринт ИЯИ РАН 1305/2011 октябрь 2011.
8. Ю.В.Рябов, Ю.В.Григорьев, Д.В.Каманин, Е.А.Кузнецова, Л.Н.Латышева, О.Н.Либанова, В.Л.Матушко, В.И.Разин, Н.М. Соболевский, Е.В.Хаустов. Импульсный нейтронный источник на основе модифицированной ловушки протонного пучка ММФ ИЯИ РАН и его возможности. В тезисах докладов на 61 международной конференции «ЯДРО-2011» по проблемам ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра., 10 - 14 октября 2011, г.Саров:-РФЯЦ–ВНИИЭФ (доклад в печати. «Ядерная физика и инжиниринг».
9. Е.С. Кылосова, О.Н.Либанова, Ю.В.Рябов . Возбуждение высокоспиновых изомеров протонами средних энергий на ММФ ИЯИ РАН. В тезисах докладов на 61 международной конференции «ЯДРО-2011» по проблемам ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра., 10 - 14 октября 2011, г.Саров:-РФЯЦ–ВНИИЭФ «Известия РАН. Серия физическая» №11 (в печати).

10. Yu.V. Ryabov, M.I. Grachev, D.V.Kamanin et.al. A Pulsed Neutron Sources on the Proton Beam for the MMF.Neutron Experimental Techniques, Instrumentation and Radiation Sources, Pleides Publishing Ltd, 38-42, 2010.

11. D.V. Kamanin, Yu.V. Pyatkov, A.A. Alexandrov, I.A. Alexandrova, S.B.Borzakov, M.L. Chelnokov, D. Fam Min, N.A. Kondratyev, Yu.N. Kopach, E.A. Kuznetsova, Ts. Panteleev, Yu.E. Penionzhkevich, Yu.V. Ryabov, A.I. Svirikhin, E.A. Sokol, D.A. Teslov, V.E. Zhuchko, A.V. Yeregin «NEUTRON BELT” FOR COMETA SETUP». Proc. Int. Symposium on Exotic Nuclei (EXON-2009), Sochi, Russia, 28 September-2 October 2009, AIP Conference Proceedings, v.1, p. 178-185, 2010.

9. Спектрометрия по времени замедления нейтронов в свинце Лаборатория нейтронных исследований ИЯИ РАН, ЛНФ Дубна, 20 чел, рук д.ф.- м.н. Э.А.Коптелов 1000 т.р.

Результаты за 2011.

В ИЯИ РАН совместно с ГНЦ РФ-ФЭИ (г. Обнинск) проводилась обработка данных измерений сечений деления резонансными нейтронами всех изотопов амерция ^{243}Am и кюрия (^{246}Cm , ^{247}Cm , ^{248}Cm), полученных на спектрометре третьего поколения по времени замедления нейтронов в свинце СВЗ-100 в ноябрьском сеансе 2009 года. Точные данные об этих сечениях необходимы для решения проблемы трансмутации младших актинидов – наиболее радиотоксичных отходов ядерной энергетики. Интерес к ядрам этой группы также связан с нерешенными проблемами физики переходных состояний при делении сильно деформированных ядер.

Уточнялись характеристики СВЗ-100 с использованием реакции захвата нейтронов с последующим испусканием γ -квантов.

Исследовалась возможность проведения экспериментов, с использованием модернизированной установки СВЗ-100, по изучению процессов нуклеосинтеза в звёздах (s-процессы).

В настоящий момент в работах на нейтронном спектрометре по времени замедления в свинце (СВЗ-100) ИЯИ РАН:

1. Завершена обработка результатов измерений сечения деления ядер $^{246-248}\text{Cm}$;

2. Завершена обработка результатов измерений сечения деления для ядра

^{243}Am в области энергии нейтронов $E_n = 0,1 \text{ эВ} - 20 \text{ кэВ}$. Получены значения параметров площади резонанса A_f и делительной ширины Γ_f для нижних s-резонансов.

3. Проведена обработка экспериментальных данных для первичной калибровки СВЗ-100. В качестве детекторов применялись пропорциональные счетчики с образцами Al, Sb, Ag, Cu, Fe.

Получены данные по энергетическому разрешению экспериментальных каналов спектрометра, получено соотношение время замедления -энергия нейтронов

4. Изучены фоновые условия экспериментальных каналов СВЗ-100, при использовании пропорционального счётчика с ксеноновым наполнением, для различных ширин импульса протонного пучка ускорителя.

5. Проанализированы полученные экспериментальные данные по подбарьерному делению ^{240}Pu в сравнении с данными, полученными на других спектрометрах.
6. Обработаны экспериментальные данные с использованием детекторов СВЗ (пропорциональные счетчики с образцами Sb, Ag и камеры деления со слоями ^{235}U и ^{240}Pu) на 30-метровой зоне время-пролетного нейтронного спектрометра импульсного источника РАДЭКС. Проведён сравнительный анализ методик СВЗ и ВПМ (время-пролётный метод) для конкретных условий и установок экспериментального комплекса ИЯИ РАН.
7. Проведено расчётное моделирование плотностей нейтронных потоков, энергетических спектров в экспериментальных каналах свинцовой сборки СВЗ-100, а так же на поверхности, в различных областях, с использованием программного кода SHIELD с целью изучения возможностей постановки экспериментов по нуклеосинтезу элементов (s-процессы).
8. Разработан нейтронный детектор с малым количеством рабочего вещества, способный работать в сверхинтенсивных нейтронных полях.

Публикации:

1. Алексеев А. А., Бергман А.А., Берлев А.И., Коптелов Э.А., Егоров А.С.,Самылин Б.Ф, Фурсов Б.И., Шорин В.С. “Параметры s-резонансов в сечениях деления ^{246}Cm .” Атомная энергия, т.110, вып.1, январь 2011г.
2. Алексеев А. А., Бергман А.А., Берлев А.И., Коптелов Э.А., Егоров А.С.,Самылин Б.Ф, Фурсов Б.И., Шорин В.С.
«Исследование деления ядер на нейтронном спектрометре по времени замедления в свинце СВЗ-100 ИЯИ РАН: $^{243}\text{Am}(n,f)$
ПРЕПРИНТ ИЯИ РАН, 1288/2011, ИЮЛЬ 2011

10. Проблемы физики трансмутации ядерных материалов и технология подкритических систем на пучках заряженных частиц Институт ядерных исследований (лаборатория нейтронных исследований, отдел экспериментальной физики) – 5 человек, МЮКАТЭКС (член-корр РАН Л.И. Пономарев) – 2 человека. Консультации с представителями РНЦ «Курчатовский институт», ИБРАЭ РАН и ГНЦ ФЭИ. Руководитель проекта – Коптелов Э.А.

800 т.р.

Результаты 2011 г.

- Завершена первая серия расчетов по источникам нейтронов, содержащим нептуний ^{237}Np для увеличения выхода нейтронов и плотности потока нейтронов в расчете на один исходный протон.
- Продолжается работа по конкретизации предложения по разработке и созданию источника нейтронов во втором

свободном боксе в радиационной защите. Работа направлена на увеличение числа действующих нейтронных источников и, соответственно, спектрометров для исследований в области физики конденсированного состояния.

- В отчетном 2011 году продолжались работы по компьютерному моделированию взаимодействия адронов и ядер со сложными мишенями на основе транспортного кода SHIELD, а также дальнейшее развитие кода как аппарата расчетно-теоретических исследований, в том числе – описания взаимодействия тепловых нейтронов с материалами мишеней в сложной геометрии.
- Продолжалась совместная работа с M U C A T E X (Research Coordinative Center on the Problem of Muon Catalyzed Fusion and Exotic Quantum Systems) при НИЦ «Курчатовский институт» по поиску эффективных путей трансмутации минорных актинидов по теме: «Рассмотрение возможности применения для пережигания трансплутониевых элементов подкритического ЖСР на основе соли LiF-NaF-KF». Появились первые публикации.

Публикации.

- Выпущен препринт: *С.Ф.Сидоркин, Э.А.Коптелов. «Нейтронный комплекс ИЯИ РАН. Импульсный источник нейтронов: идеология, история создания, возможности развития».* Препринт ИЯИ РАН 1280/2011.
- Подготовлена и направлена соответствующая статья в редакцию журнала «Поверхность».
- *E.A.Koptelov, Yu.V.Ryabov, A.A.Alekseev, S.F.Sidorkin, M.I.Grachev, V.A.Fedchenko, R.A.Sadykov, Yu.B.Lebed, V.S.Litvin, S.P.Kuznetsov, E.A.Clementyev, P.A.Alexseev, V.A.Trunov, A.P.Bulkin, V.A.Ulianov, S.V.Axenov.* A complex of complementary pulsed neutron sources, neutron and radiographic nano-diagnostic instruments at the Institute for Nuclear Research RAS. **J.Phys.: Conf. Ser.** V. 291, N 1 (2011). (<http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/291/1/012012>)
- Доклад на конференции GLOBAL 2011 Makuhari, Japan. Proceedings of GLOBAL 2011 Makuhari, Japan, Dec. 11-16, 2011 Paper No. 386820 1 Subcritical Molten Salt Reactor with Fast/Intermediate Spectrum for Minor Actinides Transmutation. *Alexey M. Degtyarev, Olga S. Feinberg, Fedor I. Karmanov, Oleg E. Kolyaskin, Andrey Yu. Kuznetsov, Andrey A. Myasnikov, Leonid I. Ponomarev, Mikhail B. Seregin, and Stanislav F. Sidorkin.*
- *L.Beskrovnaia, L.Latyshcheva, M.Paraipan, N.Sobolevsky, and G.Timoshenko.* Simulation of Residual Activity in Steel and Copper Targets Induced by 950 MeV/Nucleon Uranium Ions. **Phys.Part.Nuc.Lett.** 8 (2011) 364–367 (Письма в ЭЧАЯ).

- Е.С.Конобеевский, Л.Н.Латышева, Н.М.Соболевский, Р.Д.Илич. *Оптимизация конфигурации коллиматора и защиты нейтронного генератора НГ-430. Известия РАН, сер. Физическая* 75(2011)485-489. Английский вариант: E.S.Konobeevsky, L.N.Latysheva, N.M.Sobolevsky, R.D.Ilić. *Optimizing the Collimator/Shielding Configuration of the NG-430 Neutron Generator. Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*, 75(2011)449-453.
- V.Chetvertkova, I.Strasik, A.Belousov, H.Iwase, N.Mokhov, E.Mustafin, L.Latysheva, M.Pavlovic, U.Ratzinger, N.Sobolevsky. *Activation of aluminum by argon: Experimental study and simulations. Nucl.Instr.Meth. B269*(2011)1336-1340.

11. Ядерно-физические методики медико-биологических исследований (в том числе на источниках синхротронного излучения). ИЯИ РАН (ЛАЯ, ЛФЯР, ОЭК, ОУК, ОЭФ, ОДФ), ИПМ (РАН); количество научных сотрудников: 25 человек; руководитель проекта: Акулиничев Сергей Всеволодович
1900 т.р.

Результаты 2011 г.

На уникальной протонной лучевой установке ИЯИ РАН получены пучки протонов, отвечающие терапевтическим требованиям по поперечной однородности в изоцентре лучевой установки (см. график поперечной интенсивности пучка).



Это позволяет после модуляции энергии протонов проводить лечение глубоко расположенных очагов размером до 6-7 см. В ходе последнего сеанса работы ускорителя протонов в декабре 2011 г. была получена модуляция энергии протонов с начальной энергией 160 и 209 МэВ. Модулированный пучок в эксперименте соответствует теоретическим ожиданиям. Результаты обрабатываются.

Произведена модернизация конвенциональной лучевой установки на базе ускорителя электронов СЛ-75-МТ: была создана система фиксации органов пациента термопластиковыми масками и вакуумными матрасами и система индивидуальной коллимации пучка фигурными коллиматорами, изготавливаемыми под управлением компьютера. В результате модернизации конвенциональная лучевая установка обеспе-

чивает наиболее качественное лучевой лечение среди медицинских учреждений Московской области.

Начаты работы по разработке технологии производства новых источников с ит-тербием-169 для высокодозовой брахитерапии злокачественных опухолей.

Публикации:

- Y.M. Yevdokimov¹, V. I. Salyanov¹, S.V. Akulinichev, V. M. Skorkin.../ Novel Biomaterial for NCT—"Rigid" Particles of (DNA-Gadolinium) Liquid-Crystalline Dispersions// Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology, 2011, 2, 281-292.
 - С. В. Акулиничев, Ю. К. Гаврилов, В. М. Скоркин/ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ СЛАБОИНТЕНСИВНОГО ПУЧКА ПРОТОНОВ// ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ФИЗИЧЕСКАЯ, 2011, том 75, № 11, с. 1632–1634.
 - S. V. Akulinichev, Yu. K. Gavrilov, ... V. M. Skorkin/ A System for Measuring a Low_Intensity Proton Beam// ISSN 1062_8738, Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics, 2011, Vol. 75, No. 11, pp. 1533–1535.
 - S. V. Akulinichev, A.V. Andreev, V. M. Skorkin/THE HIGH-CURRENT DEUTERON ACCELERATOR FOR THE NEUTRON THERAPY//ICFA, Beam Dynamics Newsletter, Ed. in Chief: W.Chou, No. 53, December 2010, p.132-136
- Доклады:
- Akulinichev S.V., Skorkin V.M./Modeling nucleosynthesis during neutron capture//11-th International Gamow Summer School "Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology and Gravitation, Cosmomicrophysics, Radio-astronomy and Astrobiology" (Ukraine, Odessa, Chernomorka, 22-28 August, 2011). Направлено в "Odessa Astronomical Publications"
 - S.V. Akulinichev, M.I. Grachev, V.M. Skorkin /MEASURING BEAM LOSS OF THE PROTON LINAC BY DETECTING NEUTRON RADIATION// XXII International Workshops on Charged Particle Accelerators (Alushta, .September 22-28, 2011). Направлено в VANT
 - S.V. Akulinichev, V.M. Skorkin , Measuring Pulse Neutron Flux at Irradiation Facilities by Activation Method// LXI Intern. Conf. on Nuclear Physics "Nucleus 2011" (Sarov, Russia, October 10-14, 2011). Направлено в Изв. РАН.
 - S.V.Akulinichev and L.V.Kravchuk, Medical application of INR proton linac, IPAC-2011, San-Sebastian (Spain), September 2011, published at JACOW cite.
 - Akulinichev S.V. and Derzhiev V.I., ITTERBIUM SOURCES FOR BRACHYTHERAPY, accepted at the international Conference ICTP-PHE, CERN, Geneva, 2012.

Web-страница проекта: www.medphysics.inr.ru

12. Развитие новых методов регистрации нейтронов. Руководитель проекта к.-ф.м.н. Р.А.Садыков.

Участники Проекта 6 сотрудников, 1 аспирант, 1 мнс

Результаты 2011г.

Осуществлен физический пуск установок для нейтронографических исследований конденсированного состояния и наноматериалов. На самом мощном в России ускорительном импульсном источнике нейтронов ИН-06 ИЯИ РАН, осуществлен физический пуск нейтронографических установок ГОРИЗОНТ (ИЯИ-ПИЯФ), МНС (ФИ РАН-ИЯИ), ГЕРКУЛЕС (ИЯИ-ИФВД-РНЦ КИ) и получены первые спектры. Ввод в строй многоцелевых установок коллективного пользования на каналах данного экологически чистого импульсного источника нейтронов, не содержащего делящегося вещества и работающего под управлением сверхточного ускорителя протонов, существенно расширяет возможности совместных исследований российских ученых в области конденсированного состояния и наноматериалов.

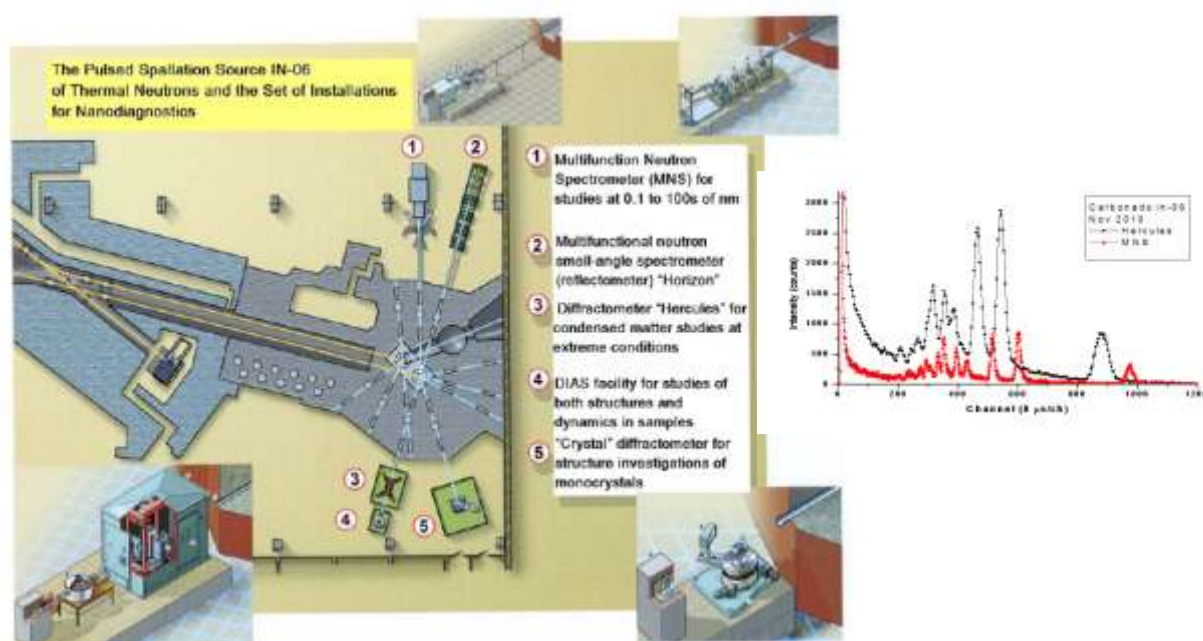


Рис.1. Комплекс нейтронографических установок ИЯИ РАН на импульсном источнике нейтронов ИН06. Справа- часть первых нейтронограмм(спектров) порошкового технического алмаза.

Публикации.

1. A Position_Sensitive Wire_Strip Thermal_and Cold_Neutron Detector with a Boron Converter V. S. Litvin, S. I. Potashev, V. I. Razin, and R. A. Sadykov published in Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Fizicheskaya, 2011, Vol. 75, No. 2, pp. 247–250.

2. A complex of complementary pulsed neutron sources, neutron and radiographic nano-diagnostic instruments at the Institute for Nuclear Research RAS

E.A. Koptelov¹, Yu.V. Ryabov¹, A.A. Alekseev¹, S.F. Sidorkin¹, M.I. Grachev¹, V.A. Fedchenko¹, R.A. Sadykov^{1,2}, Yu.B. Lebed¹, V.S. Litvin¹, S.P. Kuznetsov³,

защита диссертаций:

Диссертация на соискание степени кандидата физико-математических наук Литвина В. С. По специальности приборы и методы экспериментальной физики.

13. Разработка и создание экспериментальной установки для исследования свойств радиоактивных наногибридов.

Руководитель Проекта: д.ф.-м.н. Фещенко Александр Владимирович, заведующий отделом ускорительного комплекса ИЯИ РАН. Участники проекта: а) Учреждение Российской академии наук Институт ядерных исследований РАН (ИЯИ РАН); б) ООО «КБ ВИТОК» г. Воткинск (договор); в) ООО «АСУ-ЭКСПЕРТ», г. Томск (договор); г) Сотрудники Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет», Научно-исследовательский институт ядерной физики (договор подряда); г) Отдел ускорительного комплекса ИЯИ РАН; д) Лаборатория медицинской физики ИЯИ РАН; е) Отдел экспериментальной физики ИЯИ РАН. От ИЯИ РАН 12 научных работников и 11 инженеров, из них 1 молодой научный сотрудник.

2000т.р.

Результаты 2011 г.

Завершено изготовление, проведены лабораторные испытания и выполнен монтаж и юстировка на ускорителе основной части установки для получения короткоживущих изотопов – камеры для облучения, включающей измерители тока и профиля пучка, а также вакуумный затвор. Проведены испытания с пучком измерителя тока и профиля. Продолжались работы по разработке и изготовлению непосредственно мишенного устройства. Разработана новая конструкция мишенного устройства.

Начато создание системы быстрого отклонения пучка на мишени радиоизотопного комплекса. Такая система необходима для снижения импульсной плотности потока частиц на мишени. Система должна обеспечивать круговую развертку на мишени пучка протонов с энергией 160 МэВ амплитудой около 5 мм и частотой около 5 кГц. Отклоняющее переменное магнитное поле создается обмотками специальной конфигурации, являющимися частью резонансных контуров. Выполнен расчет системы, выбрана конфигурация, разработан и изготовлен макет (рис. 1) и начаты его испытания. По результатам испытаний сформулированы требования к величине мощности питания на частоте 5 кГц (200 Вт на каждый канал), а также к системе управления и контроля (регулирование сдвига фаз отклоняющих полей, отдельная регулировка амплитуд отклоняющих полей, подстройка частоты питания для компенсации температурного дрейфа резонансных частот)



Рис. 1. Макет системы быстрого отклонения пучка

14. Разработка время-пролетных спектрометров неупругого рассеяния нейтронов на нейтронном комплексе ИЯИ РАН

Руководители Проекта - Э.А. Коптелов, Е.С. Клементьев.

Участники Проекта

-ЛНИ, КОРЭ.

-7 сотрудников, в том числе

-4 сотрудника моложе 35 лет: 2 аспиранта, 1 м.н.с., 1 инженер.

620 т.р.

Основные результаты работы по Проекту в 2011 году:

В ходе сеанса на импульсном источнике нейтронов испарительного типа ИН-06 на двух экспериментальных каналах (8- установка «Кристалл» и 2 – установка «МНС») проведены тестовые измерения спектров неупругого рассеяния нейтронов. Регистрация спектров осуществлялась по методу времени пролета (TOF). Использовалась обратная геометрия TOF метода – фиксирование энергии нейтронов после образца при помощи фильтров на основе поликристаллического бериллия. В качестве образцов использовались некогерентные рассеиватели - водородсодержащие системы, для которых характерны высокое значение сечения рассеяния нейтронов и высокая энергия элементарных возбуждений. Результаты тестовых измерений важны для проектирования вторичного спектрометра для новой установки «Глобус» второй очереди Нейтронного комплекса.

Была продолжена разработка проектов трех установок второй очереди для исследований в области физики конденсированных сред: времяпролетного (TOF) спектрометра прямой геометрии «Гибрид», TOF спектрометра обратной геометрии «Глобус» и TOF дифрактометра для сильно поглощающих нейтроны образцов «Градус».

Были измерены и проанализированы спектры прямого пучка для канала источника ИН-06, близкого по направлению относительно падающего протонного пучка к каналам установок второй очереди Нейтронного комплекса, на основе результатов выпущен Препринт ИЯИ.

Для сохранения квалификации членов группы в проведении экспериментов по неупругому рассеянию нейтронов были проведены измерения нейтронных спектров монокристаллических и поликристаллических систем на лучшем в мире трехосном спектрометре IN8 и одном из самых светосильных TOF спектрометре IN4 (оба в ILL, Grenoble). Изучены динамика решеточных (дисперсия фононных мод) и магнитных (экситоны кристаллического электрического поля) возбуждений в соединениях LaCoO_3 и $\text{Pr}(\text{Sr})\text{CoO}_3$, актуальных для фундаментальной науки и технических приложений.

Публикации:

реферируемые журналы:

Е А Koptelov, Yu V Ryabov, A A Alekseev et al., A complex of complementary pulsed neutron sources, neutron and radiographic nano-diagnostic instruments at the Institute for Nuclear Research RAS, Journal of Physics Conference Series, V. 291, N. 1, pp. 012012-012017.

А. В. Рыбина, В. В. Ефимов, А. Алексеев и др., Исследование динамики решетки LaCoO_3 методом неупругого рассеяния нейтронов, Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, №.12, стр.16-19.

Е.С. Клементьев, П.А. Алексеев, В.В.Ефимов и др., Эффекты кристаллического электрического поля в $\text{Pr}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_3$, Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования, в печати.

препринты:

А.А. Алексеев, Р.А. Садыков, Е.С. Клементьев и др, Экспериментальные спектры нейтронов нейтронографических установок импульсного источника нейтронов ИН-06 ИЯИ РАН, Препринт ИЯИ РАН 1305/2011

доклады на конференциях и школах:

8-я Национальная конференция Рентгеновское, синхротронное излучения, нейтроны и электроны РСНЭ-НБИК, Москва 2011, «Перспектива развития спектроскопии на тепловых и эпитепловых нейтронах на Нейтронном комплексе ИЯИ РАН», А.С.Кононыхин, Е.С.Клементьев, Р.А.Садыков, В.Н.Матвиенко и др.

4-я международная конференция «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов» DFMN-2011, Москва, «Дифрактометр для сильно поглощающих нейтроны материалов в ИЯИ РАН», Е.С. Клементьев, В.Н. Матвиенко, Р.А. Садыков, Э.А. Коптелов

8-я Национальная конференция Рентгеновское, синхротронное излучения, нейтроны и электроны РСНЭ-НБИК, Москва 2011, «Проект дифрактометра на эпитепловых нейтронах на нейтронном источнике ИН-06 в ИЯИ РАН», В.Н.Матвиенко, Е.С.Клементьев, Р.А.Садыков, Э.А.Коптелов

IX Конференция Сильнокоррелированные электронные системы и квантовые критические явления, Троицк 2011, «Магнитные возбуждения в $\text{Pr}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_3$ », П.А. Алексеев, В.В. Ефимов, Е.С. Клементьев и др.

8-я Национальная конференция Рентгеновское, синхротронное излучения, нейтроны и электроны РСНЭ-НБИК, Москва 2011, «Спектр магнитных возбуждений в $\text{Pr}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_3$ », А.В.Рыбина, В.В.Ефимов, П.А.Алексеев, Е.С.Клементьев, В.Н.Лазуков, В.В.Сиколенко

– Адрес web-страницы Проекта: http://www.particles_nuclei.inr.ru/

15. Разработка и создание компактных детекторов ядерных излучений для учебно-исследовательских работ в школах и учебных институтах.

Руководитель Проекта: к.ф.-м.н. Минеев Олег Викторович, снс ИЯИ РАН.

Участники Проекта: Отдел физики высоких энергий ИЯИ РАН, ТОО Унипласт (г. Владимир), ЦПТА (г. Москва). Общее количество научных сотрудников – 4 человека, из них 1 моложе 35 лет.

320 т.р.

Разработан сцинтилляционный детектирующий элемент на основе литополистирола компактных размеров: $3 \times 12 \times 12 \text{ см}^3$. Указанные размеры позволяют создать достаточный объем для захвата как космических частиц, так и ионизирующих излучений из фоновых источников, чем обеспечивается высокая чувствительность к низкоинтенсивному радиоактивному фону. Светосбор по объему сцинтиллятора осуществляется с помощью спектросмещающего оптоволокну Kuraray Y11, уложенного в спиралевидную канавку на поверхности сцинтиллятора. В качестве фотосенсора применен лавинный гейгеровский мультипиксельный фотодиод MRS APD, разработанный в ЦПТА специально для считывания сигналов с оптоволокон диаметром в 1 мм. Использование фотодиода позволило разработать компактную электронику, способную автономно работать от аккумуляторов или USB-кабеля. Номинальное напряжение питания 3.7 В, чем достигается безопасность работы с прибором в школах. Электроника и блок управления на основе микроконтроллера монтируются в едином ударопрочном корпусе вместе с детектором и обеспечивают следующие функции: усиление сигнала от фотодиода и вывод его на внешний разъем для последующей обработки; дискриминация сигнала и преобразование его в цифровой импульс; измерение интенсивности цифровых сигналов в заданный интервал времени; визуализация интенсивности с помощью жидкокристаллического дисплея; измерение температуры для более точной корректировки результатов измерений. Проведены испытания по измерению частоты регистрации космических частиц. Результат в 3-5 Гц соответствует ожидаемой величине для поперечной площади детектора в 144 см^2 . Для увеличения световыхода прибора применен новый химический отражатель, который обеспечивает высокую эффективность светосбора внутри сцинтиллятора. Модифицирована электронная плата с целью повышения надежности функционирования прибора.

Публикации

1. A. Vacheret, ... , O. Mineev, ... et al. Characterization and Simulation of the Response of Multi Pixel Photon Counters to Low Light Levels. Nucl.Instrum.Meth. A656: 69-83, 2011.
2. O. Mineev, Yu. Kudenko, Yu. Musienko, I. Polyansky and N. Yershov. Scintillator detectors with long WLS fibers and multi-pixel photodiodes. Journal of Instrumentation, Vol.6, Dec. 2011 (P12004)
3. A. Vacheret, G. Barker, M. Dziewiecki,..., O. Mineev et al., Characterization and Simulation of the Response of Multi Pixel Photon Counters to Low Light Levels. Nucl.Instrum.Meth. A656: 69-83, 2011

Доклады, лекции, экспонаты

1. Проведены популярные лекции среди школьников города Троицка по теме методов детектирования элементарных частиц на примере разработанного детектора.
2. Прибор выставлен в научном музее города Троицка как эффективно работающий экспонат для ознакомления школьников с экспериментальными методами современной физики элементарных частиц.

16. Разработка технологии получения медицинских изотопов на сильнооточных протонных пучках. Руководитель Проекта: Жуйков Борис Леонидович, докт. хим. наук, зав. Лабораторией радиоизотопного комплекса ИЯИ РАН.

Участники Проекта

- Лабораторией радиоизотопного комплекса ИЯИ РАН,
- Отдел ускорительного комплекса ИЯИ РАН
- Химический факультет Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова
- Институт физической химии и электрохимии РАН

Общее количество научных сотрудников:

ИЯИ РАН – 10 чел.

МГУ – 6 чел.

ИФХЭ РАН – 2 чел.

Число молодых сотрудников до 35 лет – 3.

1150 т.р.

Результаты 2011 г.

Измерены сечений образования различных радионуклидов в ядерных реакциях тория-232 с протонами средних энергий. На основе радиохимической процедуры выделения актиния с использованием экстракции и экстракционной хроматографии разрабатывается технология выделения актиний-225, перспективного для терапии онкологических заболеваний (на базе НИФХИ им. Л.Я Карпова).

Также развивается технология получения стронция-82 из мишеней металлического рубидия и выделения стронция методом прямой сорбции из жидкого металла в ГНЦ ФЭИ. С использованием полученного продукта стронция-82 разработан первый отечественный медицинский генератор стронций/рубидий-82 и завершены его клинические испытания.

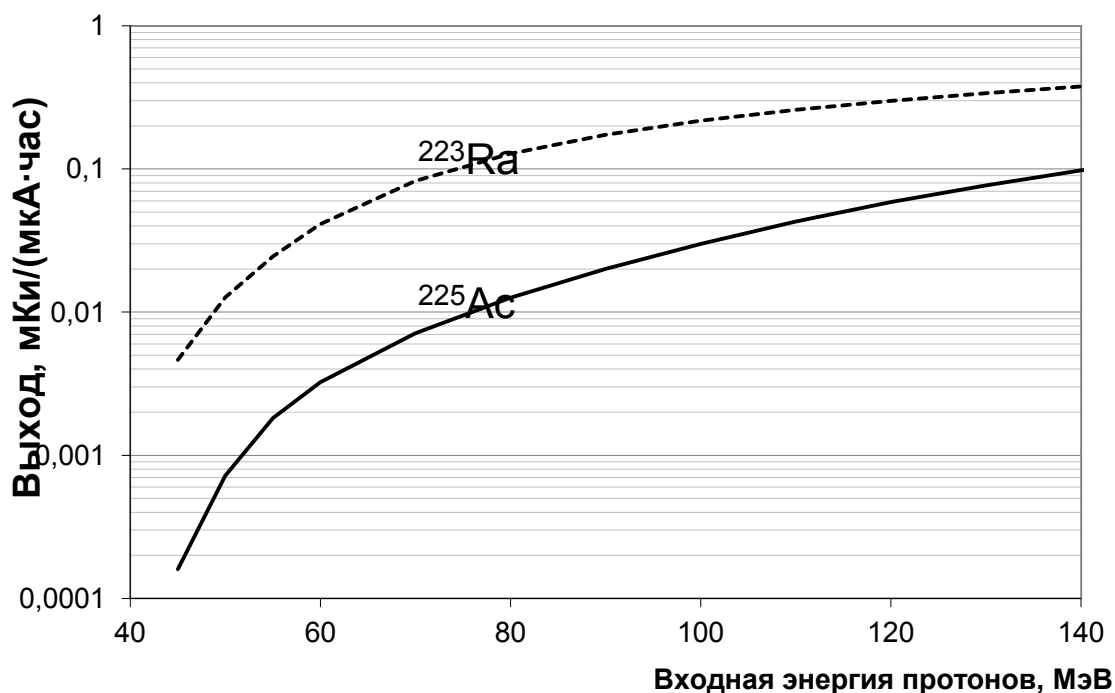


Рис. Выход ^{225}Ac и ^{223}Ra в мишени ^{232}Th в зависимости от входной энергии протонов

Публикации.

- реферируемые журналы (включая работы, принятые к печати)

- 1) Б. Л. Жуйков и др. Получение актиния-225 и радия-223 при облучении тория ускоренными протонами. Радиохимия, 2011. Т. 53. №1. С. 66-72.
- 2) S.V. Ermolaev, B.L. Zhuikov et al. Production of actinium, thorium and radium isotopes from thorium-232 irradiated with protons up to 141 MeV. Radiochim. Acta (in press), 2012. DOI number used for citation: 10.1524/ract.2012.1909
- 3) Б.Л. Жуйков. Производство изотопов в ИЯИ РАН: реальность и перспективы. УФН, т. 181, #9, с. 1004-1011, 2011.
- 4) А. Гранов, В. Матвеев, Б. Жуйков., Н.Костеников, Д. Рыжкова. Отечественный радиофармацевтический препарат генераторного производства для ПЭТ. Современные медицинские технологии. 2011, №8, с.17-19.

- доклады на конференциях и школах

- 1) B.L. Zhuikov. Production of medical radionuclides in Russia: status and future. 3rd Int. Nuclear Chemistry Congress, 18-23 September 2011, Palermo, Italy. Abstract book, Ed. Flavia Groppi. Universita degli Studi di Milano, 2011. P. 16.

<http://indico.cern.ch/getFile.py/access?contribId=39&sessionId=11&resId=0&materialId=slides&confId=117934>

2) B.L. Zhuikov. Isotope production on intermediate energy protons: status and future. 7th Int. Conf. on Isotopes, Moscow, 4-8 Sept., 2011.

3) S.V. Ermolaev, B.L.Zhuikov et al. Production of actinium-225 and radium-223 from natural thorium irradiated with protons. 7th Int. Conf. on Isotopes, Moscow, 4-8 Sept., 2011. Abstracts. P. 32.

4)V. Chudakov, B.Zhuikov et al. Russian Sr/Rb-82 generator: characteristics and features at application in PET diagnostics. 7th Int. Conf. on Isotopes, Moscow, 4-8 Sept., 2011. Abstracts. P. 42.

5) Б.Л. Жуйков. Производство медицинских изотопов в России: реальность и перспективы. Всероссийская конференция «Радиохимия – наука настоящего и будущего», Москва, 13-15 апреля 2011. *Пленарный доклад*. Сборник тезисов. Москва, Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, с. 10.

6)С.В.Ермолаев, Б.Л. Жуйков и др. Комбинация различных подходов к выделению ²²⁵Ac и ²²³Ra из облученного природного тория. Всероссийская конференция «Радиохимия – наука настоящего и будущего», Москва, 13-15 апреля 2011. Сборник тезисов. Москва, Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, с. 17-18.

7)А.М.Гранов,...Б.Л.Жуйков, ... В.М.Чудаков,... Первый опыт применения в клинике стронций - рубидиевого генератора. Доклад на Всероссийской научно-практической конференции радиологов с международным участием «Рентгенорадиологические технологии и радиационная медицина в ликвидации медицинских последствий техногенных катастроф (к 25-летию аварии на ЧАЭС)». Москва, 15 – 16 февраля 2011 года. <http://www.rncrr.ru/novosti/news051010.htm>

8)А.М.Гранов, ... Б.Л.Жуйков, В.М.Чудаков. Радиофармпрепараты для ПЭТ на основе генераторных радионуклидов рубидий-82 и галлий-68 – перспективы разработки и производства. Материалы научно-практической конференции «Актуальные проблемы ядерной медицины», 7-8 декабря 2011 г., Санкт-Петербург, Российский научный центр радиологии и хирургических технологий Министерства здравоохранения и социального развития РФ, с. 13.

9)А.М.Гранов, ... Б.Л.Жуйков,... В.М.Чудаков,... Клиническое применение отечественного ⁸²Sr/⁸²Rb-генератора для позитронно-эмиссионной томографии. Материалы научно-практической конференции «Актуальные проблемы ядерной медицины», 7-8 декабря 2011 г., Санкт-Петербург, Российский научный центр радиологии и хирургических технологий Министерства здравоохранения и социального развития РФ, с. 23.

17. Информационное обеспечение Программы.

Руководитель проекта. к.э.н. Т.Г. Куденко.

Научные консультанты: академик В.А. Рубаков, д.ф.-м.н. Ю.Г. Куденко.

Исполнитель - Сектор Информационных технологий ИЯИ РАН.

280 т.р.

Основные результаты работы в 2011 году – доработка новой версии и обновление дизайна сайта Программы WWW.PARTICLES.NUCLEI.INR.RU. Обновление данных по разделам сайта. Размещение новых ссылок. Подготовка данных и создание разделов отчета по проектам программы за 2009 год, плана Программы на 2010 год. Подготовка материалов для проведения расширенного заседания Научного Совета Программы. Отображение на страницах сайта материалов о заседании расширенного Научного Совета по соответствующим разделам – доклады, отчеты, иллюстративные и графические материалы.

2. Программа ОФН «Нейтронные исследования вещества и фундаментальных свойств материи»

1. Проект импульсного нейтронного источника ИН-06 ИЯИ РАН. (Проект 5.3. Направление 5. Современные высокоинтенсивные источники нейтронов. Модернизация, разработка и создание приборной базы.

Руководители темы Э. А. Коптелов, Р. А. Садыков

1 500 000 руб.

Практически завершен монтаж 1-ой очереди экспериментальных зон, включая установку коллимационных систем, в зале экспериментального комплекса ИЯИ РАН, смонтированы биологические «бетонные» защитные зоны и комбинированные ловушки для гамма и нейтронных излучений и **ряд нейтронографических установок (ГОРИЗОНТ, МНС, ГЕРКУЛЕС и КРИСТАЛЛ).**

2. Проведен сеанс работы на новом импульсном источнике тепловых нейтронов ИН06. В результате на самом мощном в России ускорительном импульсном источнике нейтронов ИН-06 ИЯИ РАН, продолжен физический пуск **нейтронографических установок ГОРИЗОНТ (ИЯИ-ПИЯФ), МНС (ФИ РАН-ИЯИ), ГЕРКУЛЕС (ИЯИ-ИФВД-НИЦ КИ) и КРИСТАЛЛ.** Получены спектры и нейтронограммы немагнитного сплава NiCrAl.

Ввод в строй многоцелевых нейтронографических установок (ГОРИЗОНТ, МНС, ГЕРКУЛЕС и КРИСТАЛЛ) коллективного пользования на каналах данного экологически чистого импульсного источника нейтронов ИН-06 ИЯИ РАН, не содержащего делящегося вещества и работающего под управлением высокоточного ускорителя протонов, существенно расширяет возможности совместных исследований российских ученых в области конденсированного состояния и наноматериалов.

Разработан новый позиционночувствительный детектор тепловых нейтронов для исследования наноструктуры методом малоуглового рассеяния.

Публикации и доклады на конференциях.

1. A Position_Sensitive Wire_Strip Thermal_and Cold_Neutron Detector with a Boron Converter. V. S. Litvin, S. I. Potashev, V. I. Razin, and R. A. Sadykov published in Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Fizicheskaya, 2011, Vol. 75, No. 2, pp. 247–250. В. С. Литвин, С. И. Поташев, В. И. Разин, Р. А. Садыков Позиционно-чувствительный проволочно-стриптовый детектор тепловых и холодных нейтронов с борным конвертером Известия РАН. Серия физическая. Том 75, № 2, 2011, с. 247-251
2. A complex of complementary pulsed neutron sources, neutron and radiographic nano-diagnostic instruments at the Institute for Nuclear Research RAS E.A. Koptelov¹, Yu.V. Ryabov¹, A.A. Alekseev¹, S.F. Sidorkin¹, M.I. Grachev¹, V.A. Fedchenko¹, R.A. Sadykov^{1,2}, Yu.B. Lebed¹, V.S. Litvin¹, S.P. Kuznetsov³, E.S. Clementyev^{1,4}, P.A. Alekseev⁴, V.A. Trunov⁵, A.P. Bulkin⁵, V.A. Ulianov⁵ and S.N. Axenov¹ Journal of Physics: Conference Series **291** (2011) 012012

Доклады на конференциях

1. NANOSTRUCTURE Pb ION IRRADIATE KAPTON (POLYIMIDE) R.A. Sadykov, A.A. Shiryayev, A.G. Gavriluk, T. Seidil, E. Mustafin, I.R. Sadykova, E.A. Koptelov

Тезисы доклада 26,IV Международный форум по нанотехнологиям RUSNANOTECH 2011, 26-28 октября 2011, Москва

2. GORIZONT - the new time-of-flight reflectometer and small-angle instrument at pulsed spallation source IN-06 in INR RAS V.S. Litvin, V.A. Trounov, V.A. Ulianov, A.P. Boulkine, S.I. Kalinin, R.A. Sadykov, E.A. Koptelov. Тезисы доклада 17,IV Международный форум по нанотехнологиям RUSNANOTECH 2011, 26-28 октября 2011, Москва

3. Устный доклад

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОТЖИГА СПЛАВА 40ХНЮ МЕТОДОМ МАЛОУГЛОВОГО РАССЕЙЯНИЯ НЕЙТРОНОВ САДЫКОВ Р.А., ЛИТВИН В.С., ХАРЬКОВСКИЙ А.И., АРРАВОУ М-С., ИОФФЕ А. Стендовый доклад на IV МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ <<ДЕФОРМАЦИЯ И РАЗРУШЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ И НАНОМАТЕРИАЛОВ>>, Москва, ИМЕТ РАН. 25-28 октября 2011г.

4. Устный доклад

Ravil Sadykov, Nonmagnetic High Pressure Clamp Cells For Neutron Scattering and Magnetic Measurements. 49th EHPRG Conference, Budapest, Hungary, 27 August - 3 September 2011.

5. ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОТЖИГА СПЛАВА 40ХНЮ МЕТОДОМ МАЛОУГЛОВОГО РАССЕЙЯНИЯ НЕЙТРОНОВ САДЫКОВ Р.А., ЛИТВИН В.С., ХАРЬКОВСКИЙ А.И., АРРАВОУ М-С., ИОФФЕ А. сборник трудов IV МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ <<ДЕФОРМАЦИЯ И РАЗРУШЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ И НАНОМАТЕРИАЛОВ>> с. 850-851, Москва, ИМЕТ РАН. 25-28 октября 2011г.

6. Исследование структуры сплава 40ХНЮ методом нейтронной дифракции и малоуглового рассеяния нейтронов Р. А. Садыков, В. С. Литвин, А. В. Гулютин, В. П. Глазков, А.А. Алексеев, М-С. Арраву, А. Иoffee. сборник трудов IV МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ <<ДЕФОРМАЦИЯ И РАЗРУШЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ И НАНОМАТЕРИАЛОВ>>с. 849-850 Москва, ИМЕТ РАН. 25-28 октября 2011г.

2.Спектрометрия по времени замедления нейтронов в свинце. (Проект

3.3. Направление 3. Исследования динамики процессов деления и распада.

Поиск и исследование фундаментальных явлений, сопровождающих разрыв ядерной материи. . **Программа ОФН «Нейтронные исследования вещества и фундаментальных свойств материи»)**

Руководитель темы Э. А. Коптелов

260 000 руб.

В ИЯИ РАН совместно с ГНЦ РФ-ФЭИ (г. Обнинск) проводилась обработка данных измерений сечений деления резонансными нейтронами всех изотопов америция ^{243}Am и кюрия (^{246}Cm , ^{247}Cm , ^{248}Cm), полученных на спектрометре третьего поколения по времени замедления нейтронов в свинце СВЗ-100 в ноябрьском сеансе 2009 года. Точные данные об этих сечениях необходимы для решения проблемы трансмутации младших актинидов – наиболее радиотоксичных отходов ядерной энергетики. Интерес к ядрам этой группы также связан с нерешенными проблемами физики переходных состояний при делении сильно деформированных ядер.

Уточнялись характеристики СВЗ-100 с использованием реакции захвата нейтронов с последующим испусканием γ -квантов.

Исследовалась возможность проведения экспериментов, с использованием модернизированной установки СВЗ-100, по изучению процессов нуклеосинтеза в звёздах (s-процессы).

В настоящий момент в работах на нейтронном спектрометре по времени замедления в свинце (СВЗ-100) ИЯИ РАН:

Завершена обработка результатов измерений сечения деления ядер $^{246-248}\text{Cm}$;

Завершена обработка результатов измерений сечения деления для ядра ^{243}Am в области энергии нейтронов $E_n = 0,1 \text{ эВ} - 20 \text{ кэВ}$. Получены значения параметров площади резонанса A_f и делительной ширины Γ_f для нижних s-резонансов.

Проведена обработка экспериментальных данных для калибровки СВЗ-100. В качестве детекторов применялись пропорциональные счетчики с образцами Al, Sb, Ag, Cu, Fe. Получены данные по энергетическому разрешению экспериментальных каналов спектрометра, получено соотношение время замедления--энергия нейтронов.

Изучены фоновые условия экспериментальных каналов СВЗ-100, при использовании пропорционального счётчика с ксеноновым наполнением, для различных ширин импульса протонного пучка ускорителя.

Разработан нейтронный детектор с малым количеством рабочего вещества, способный работать в сверхинтенсивных нейтронных полях.

Проведены исследования сечения деления ^{237}Np нейтронами на установке СВЗ-100 методом спектрометрии по времени замедления в свинце. Проведено сравнение полученных результатов с данными на других установках. Выявленные различия анализируются, прорабатывается вопрос о необходимости проведения дополнительных измерений.

Изучались особенности работы пропорционального счётчика с ксеноновым наполнением в условиях нейтронных и γ -полей существующих в установке СВЗ-100. Проанализирован вклад γ -резонансов Хе в полный γ -фон детектора. Выработаны рекомендации по составу газовой смеси для пропорционального счётчика. По результатам исследований подготовлен препринт ИЯИ РАН.

Публикации

1. Алексеев А. А., Бергман А.А, Берлев А.И., Коптелов Э.А., Егоров А.С., Самылин Б.Ф, Фурсов Б.И., Шорин В.С. "Параметры s-резонансов в сечениях деления $^{246-248}\text{Cm}$." Атомная энергия, т.110, вып.1, январь 2011г.

Алексеев А. А., Бергман А.А, Берлев А.И., Коптелов Э.А., Егоров А.С.,Самылин Б.Ф, Фурсов Б.И., Шорин В.С. «Исследование деления ядер на нейтронном спектрометре по времени замедления в свинце СВЗ-100 ИЯИ РАН: $^{243}\text{Am}(n,f)$ ПРЕПРИНТ ИЯИ РАН 1288/2011 ИЮЛЬ 2011 г.

3. Программа Президиума РАН 22 П.

«Основы фундаментальных исследований нанотехнологий и наноматериалов»

Нейтроннографические исследования наноматериалов на импульсных источниках нейтронов ИЯИ РАН. (Проект 4.1.2.3)

Руководитель темы В.А. Матвеев

576 000 руб.

1. Разработан новый позиционно-чувствительный детектор тепловых нейтронов для исследования наноструктуры методом малоуглового рассеяния [1].
2. Получены характеристики нейтронного рефлектометра-малоуглового спектрометра, который служит мощным инструментом для исследования поверхностей и границ раздела материалов, таких как тонкие пленки и многослойные структуры во многих областях физики конденсированных сред, материаловедении. Данный метод очень полезен для изучения наночастиц, полимеров, сплавов, белков и других объектов [2].
3. Методами рассеяния рентгеновских и оптических лучей, исследовано образование наноструктуры полимера каптона после облучения ионами Pb [3]. Получено, что в ИК области набор линий в спектрах поглощения исходного и облученного каптона практически совпадают, что указывает на устойчивость химических связей в каптоне к данному воздействию. Наблюдается только увеличение фона в спектре облученного каптона в области $2600-3800\text{ см}^{-1}$. Облучение каптона приводит к разрушению упорядоченности системы на атомном уровне, но при этом наблюдается появление дальнего порядка. Скорее всего, наблюдаемая картина объясняется частичной кристаллизацией полимеров

Список работ в 2011 г.

Статьи

1. V. S. Litvin, S. I. Potashev, V. I. Razin, and R. A. Sadykov. A Position_Sensitive Wire_Strip Thermal_and Cold_Neutron Detector with a Boron Converter. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Fizicheskaya*, 2011, Vol. 75, No. 2, pp. 247–250.
2. E.A. Koptelov, Yu.V. Ryabov, A.A. Alekseev, S.F. Sidorkin, M.I. Grachev, V.A. Fedchenko, R.A. Sadykov, Yu.B. Lebedev, V.S. Litvin, S.P. Kuznetsov, E.S. Clementyev, P.A. Alekseev, V.A. Trunov, A.P. Bulkin, V.A. Ulianov and S.N. Axenov. A complex of complementary pulsed neutron sources, neutron and radiographic nano-diagnostic instruments at the Institute for Nuclear Research RAS *Journal of Physics: Conference Series* **291** (2011) 012012

Доклады на конференциях

3. NANOSTRUCTURE OF Pb ION IRRADIATED KAPTON (POLYIMIDE)

R.A. Sadykov, A.A. Shiryaev, A.G. Gavriluk, T. Seidil, E. Mustafin, I.R. Sadykova, E.A. Koptelov

Тезисы доклада 26,IV Международный форум по нанотехнологиям

RUSNANOTECH 2011, 26-28 октября 2011, Москва

4. GORIZONT - the new time-of-flight reflectometer and small-angle instrument at pulsed spallation source IN-06 in INR RAS

V.S. Litvin, V.A. Trounov, V.A. Ulianov, A.P. Boulkine, S.I. Kalinin, R.A. Sadykov, E.A. Koptelov

Тезисы доклада 17,IV Международный форум по нанотехнологиям

RUSNANOTECH 2011, 26-28 октября 2011, Москва

4.Программа Президиума РАН

«Теплофизика и механика экстремальных энергетических воздействий и физика сильно сжатого вещества»

Научное направление «Экспериментальные и теоретические исследования структуры и свойств сжатых веществ»

1.2.Исследование структуры и динамики водорода в клатратной фазе воды методами глубоко-неупругого рассеяния и дифракции нейтронов при высоких давлениях.

руководитель проекта:

зав.сект.. к.ф.-м.н. Садыков Равиль Асхатович
ИЯИ РАН

200 т.р.

1. В ИЯИ РАН создан импульсный источник нейтронов ИН06 на базе сильноточного линейного ускорителя протонов для развития нейтронных исследований конденсированных сред и активно развивающейся области исследований наносистем и материалов. Проведен пуск комплекса нейтронографических установок первой очереди, в том числе **нейтронографической установки высокого давления «Геркулес»**. Получены первые спектры прямых пучков установок и нейтронограммы тестовых образцов.

2 Проведена подготовка блока неупругого рассеяния для измерения спектров нейтронов водородосодержащего вещества на специализированной нейтронографической установке высокого давления «Геркулес» и новом импульсном источнике нейтронов ИН06 ИЯИ РАН. Измерения, несмотря на резкое снижение финансирования, запланированы, в соответствии с графиком, в период 17-24 дек 2011г.(график прилагается).

Список основных публикаций по проекту:

1.A complex of complementary pulsed neutron sources, neutron and radiographic nano-diagnostic instruments at the Institute for Nuclear Research RAS,

E.A. Koptelov, Yu.V. Ryabov, A.A. Alekseev, S.F. Sidorkin, M.I. Grachev, V.A. Fedchenko, R.A. Sadykov, Yu.B. Lebed, V.S. Litvin, S.P. Kuznetsov, E.S. Clementyev, P.A. Alekseev, V.A. Trunov, A.P. Bulkin, V.A. Ulianov and S.N. Axenov.

1 Institute for Nuclear Research RAS, pr. 60-letiya Oktyabrya 7a, 117312 Moscow,Russia

2 Institute for High Pressure Physics RAS, 142190 Troitsk, Moscow Region, Russia

3 Lebedev Physical Institute RAS, 119991 GSP-1 Moscow, Russia

4 RRC “Kurchatov Institute”, 123182 Moscow, Russia

5 Petersburg Nuclear Physics Institute, 188300 Gatchina, Russia

Journal of Physics: Conference Series **291** (2011) 012012

Заключение

Новая методика для исследования реакции квазисвободного np -рассеяния

Для исследования реакции квазисвободного нуклон-нуклонного рассеяния, имеющей фундаментальное значение для физики ядерных реакций, создана методика, в которой дейтерированный сцинтиллятор используется как в качестве “нейтронной” мишени, так и детектора вторичных протонов. На циклотроне У-120 НИИЯФ МГУ проведена калибровка сцинтилляционного телескопа установки, позволяющая определять энергии вторичных протонов в реакции развала дейтона нейтроном в интервале энергий 10-30 МэВ. Создана методика восстановления спектра нейтронов в диапазоне 20-60 МэВ решением обратной задачи для спектра протонов отдачи сцинтилляционного монитора-спектрометра нейтронного пучка. Совместно с НИИЯФ МГУ проведены пробные расчёты сечения реакции развала дейтона нейтроном на 2 нейтрона и протон при учёте взаимодействия нейтронов в конечном состоянии с использованием нового алгоритма решения уравнений Фаддеева на основе формализма волновых пакетов.

Новые свойства излучения Вавилова-Черенкова в кристалле

Предсказаны новые свойства особенностей излучения Вавилова-Черенкова при движении заряженной частицы вдоль оптической оси одноосного положительного диэлектрического кристалла с резонансной анизотропией: в нерелятивистском приближении мощность генерации опережающих потенциалов и мощность излучения под тупым углом к скорости частицы обратно пропорциональны квадрату скорости частицы. Эти величины могут достигать очень больших значений в пределах применимости макроскопического рассмотрения и при достаточно малом поглощении.

Модификация свойств ϕ -мезонов в ядерной материи

На основе разработанной модели проведён анализ полученных коллаборацией ANKE в рамках совместного российско-германского эксперимента на ускорителе COSY-Juelich данных по выходу ϕ -мезонов в диапазоне импульсов 0.6-1.6 ГэВ/с и углов 0-8 градусов в pA реакциях при энергии первичных протонов 2.83 ГэВ. Впервые извлечены зависимости от импульсов полной ширины ϕ -мезонов в ядерной среде (в системе покоя ядра-мишени и при нормальной ядерной плотности), а также эффективного сечения ϕ - N взаимодействия в изученном диапазоне импульсов. Полученные результаты являются крайне важными для понимания свойств ϕ -мезона в ядерной среде и анализа данных недавних экспериментов KEK-PS-E325, SPring-8 и JLab-E01-112.

Определены сечения образования актиния-225 и тория-227 на ториевой мишени

Закончена обработка данных эксперимента и определены эффективные кумулятивных сечения образования актиния-225 и тория-227 на ториевой мишени при облучении протонами с энергий 40-140 МэВ. На этой основе совместно с Химическим факультетом МГУ им. М.В.Ломоносова начата разработка технологии производства этих важнейших для медицины радионуклидов.

Развитие исследований на сильноточном линейном ускорителе ИЯИ РАН

На сильноточном линейном ускорителе ИЯИ РАН проведено пять сеансов по программе фундаментальных физических исследований, разработке технологии получения

и наработке радиоизотопов, формированию пучка на установках экспериментального комплекса и комплексе протонной терапии, исследованию и модернизации ускорителя. Общая продолжительность сеансов составила 1736 часов: при среднем токе пучка до 120 мкА и энергии 143 МэВ по программе получения радиоизотопов, с энергией пучка 209 МэВ и интенсивностью до 40 мкА при работе на модернизированный нейтронный источник ИН-06, на комплекс протонной терапии работа велась с энергией 127 - 209 МэВ и интенсивностью до 100 нА. Модернизирована системы питания и управления инжектором отрицательных ионов водорода.

Диагностические станции для ускорителей

Созданы отклоняющие диагностические станции для международного европейского проекта XFEL (ДЕЗИ, Германия), измерители формы сгустков для ускорителей Linac-4 (ЦЕРН), SNS (США) и J-PARC (Япония)

Источник поляризованных ионов водорода и дейтерия для Нуклотрона

Создан источник поляризованных ионов водорода и дейтерия для ускорителя Нуклотрон (ОИЯИ)

Система индивидуального формирования терапевтических протонных пучков

Создана система индивидуального формирования терапевтических протонных пучков в диапазоне энергий 120 - 209 МэВ. Создана программа расчёта по методу Монте-Карло прохождения пучков протонов как через материал (формирующие устройства и тело пациента), так и через элементы магнитной оптики системы транспортировки пучка. Результаты расчётов и экспериментальные данные показали удовлетворительное согласие.

Развитие радиационно-защитного комплекта одежды

Специальная свинецсодержащая радиационно-защитная одежда, разработанная и введенная в производство совместно с ВНИИПО, НИИТМ, ОАО «Пожтехсервис» и др., находится в эксплуатации подразделений МЧС РФ с 1994 года. Сейчас предлагаются новые материалы с лантаноидами «MP3» и, предположительно, с вольфрамом «DEMRON» (США). Характеристики радиационно-защитных свойств материалов с плотностью вольфрама демонстрируют нерегулярный энергетический ход, что приводит к ослаблению защитных свойств в определённых диапазонах энергии фотонного излучения. Материалы с редкими землями и вольфрамом могут успешно применяться для защиты в области до 88 кэВ, где они имеют определенное преимущество перед свинцом. Замена же свинца на иные добавки, например, в находящемся сейчас в эксплуатации комплект РЗК означала бы увеличение его массы не менее чем на 2 кг в случае вольфрама, не менее 3 кг в случае лютеция и более 10 кг в случае лантана.

Бесконтактные переключатели – ограничители тока для электрических сетей

Инновационный проект «Разработка бесконтактных переключателей – ограничителей тока для электрических сетей», руководитель Лебедев Сергей Григорьевич, получил одобрение независимой экспертизы и статус участника инновационного центра «Сколково» по направлению энергоэффективных технологий. Проектом предусматривается разработка принципиально новых, не имеющих аналогов бесконтактных, полых ограничителей токов. Преимуществами таких выключателей, по сравнению с традиционными инерционными аналогами являются быстроедействие, а также отсутствие электрической дуги, искры и дребезга, что снижает пожароопасность, и помехи в электрических сетях.

Лечение смесью благородных газов с кислородом

Разработаны и внедрены в клиническую практику совместно с Больницей РАН в г. Троицке Московской области методы лечения больных с нарушениями работы центральной нервной системы с помощью смесей благородных газов с кислородом. Показана высокая эффективность лечения больных с острым нарушением мозгового кровообращения, с энцефалопатией постгипоксического генеза и возрастной атрофией коры головного мозга.

Завешены клинические испытания генератора стронций/рубидий-82

Совместно с РНЦ Радиологии и хирургических технологий Минздравсоцразвития (С-Петербург) завершены клинические испытания с более чем 150 пациентами разработанного ИЯИ РАН медицинского генератора стронций/рубидий-82. Показана высокая эффективность генератора для диагностики не только кардиологических, но – впервые – и для ряда онкологических заболеваний. Это открывает возможность для массового производства и использования генератора для позитрон-эмиссионной томографии в России и за рубежом. Стронций-82, необходимый для зарядки генератора, получают на линейном ускорителе ИЯИ РАН, и выделяют по разработанным в ИЯИ РАН методам в ГНЦ ФЭИ (г. Обнинск) и в Лос-Аламосской национальной лаборатории.