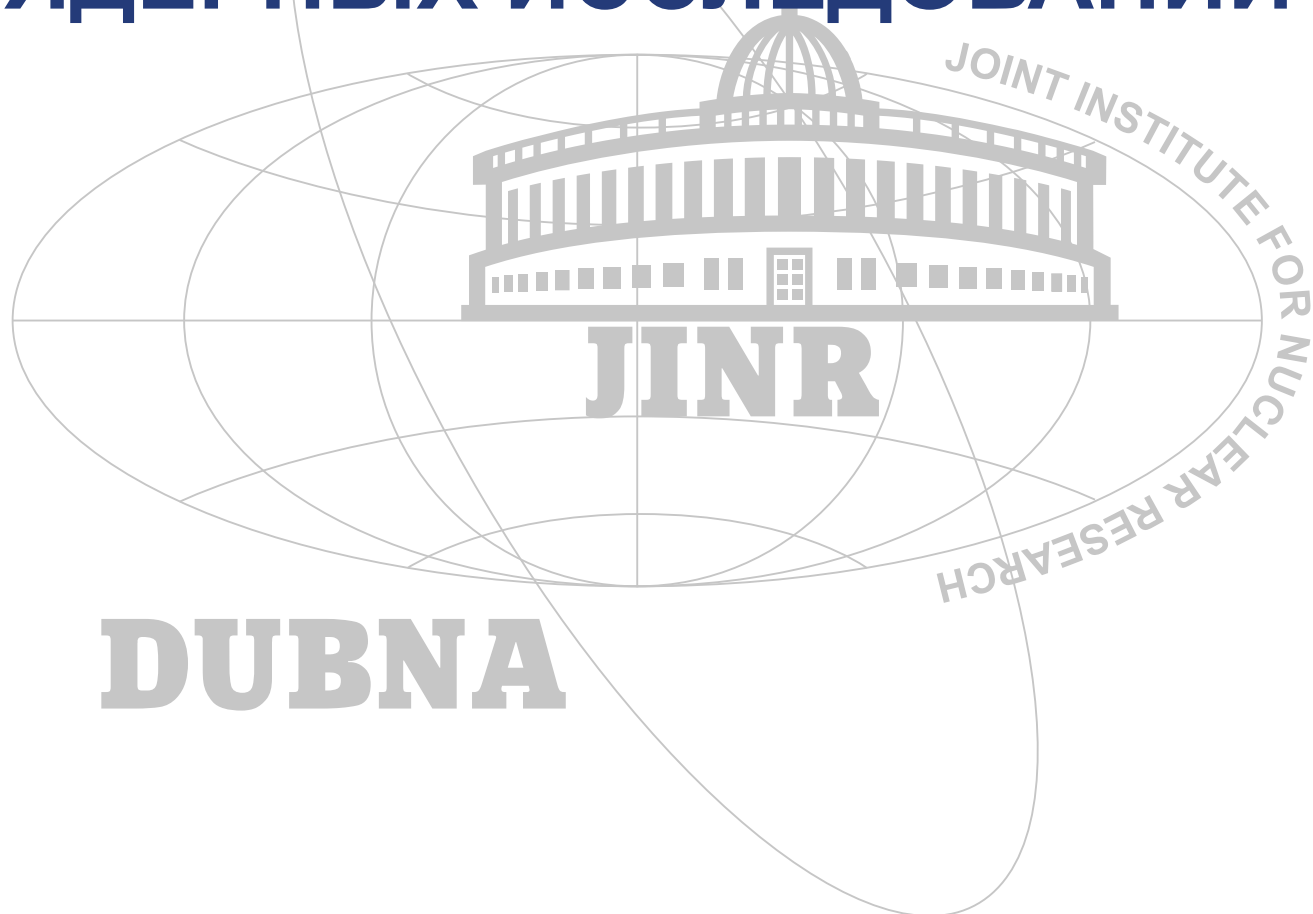

2013

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



DUBNA

Объединенный институт ядерных исследований

Россия, 141980, Дубна, Московская обл.,
ул. Жолио-Кюри, 6
Телефон: (49621) 65-059
Факс: (49621) 65-146, (495) 632-78-80
E-mail: post@jinr.ru
Web <http://www.jinr.ru>



ГОСУДАРСТВА-ЧЛЕНЫ ОИЯИ:

Азербайджанская Республика
Республика Армения
Республика Белоруссия
Республика Болгария
Социалистическая Республика Вьетнам
Грузия
Республика Казахстан
Корейская Народно-Демократическая Республика
Республика Куба
Республика Молдова
Монголия
Республика Польша
Российская Федерация
Румыния
Словацкая Республика
Республика Узбекистан
Украина
Чешская Республика



ГОСУДАРСТВА, С КОТОРЫМИ ЗАКЛЮЧЕНЫ СОГЛАШЕНИЯ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ НА ПРАВИТЕЛЬСТВЕННОМ УРОВНЕ:

Венгерская Республика
Федеративная Республика Германия
Арабская Республика Египет
Итальянская Республика
Республика Сербия
Южно-Африканская Республика

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
РУКОВОДЯЩИЕ И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ОИЯИ	
Руководящие и консультативные органы ОИЯИ	11
Премии и гранты	29
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	
Научно-техническое сотрудничество	33
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММЫ ОИЯИ	
Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова	57
Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина ..	65
Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Джеллепова	74
Лаборатория ядерных реакций им. Г. Н. Флерова	81
Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка	88
Лаборатория информационных технологий	96
Лаборатория радиационной биологии	105
Учебно-научный центр	116
ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ СЛУЖБЫ	
Издательский отдел	123
Научно-техническая библиотека	124
Отдел лицензий и интеллектуальной собственности	125
АДМИНИСТРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	
Финансовая деятельность	129
Кадры	130



ВВЕДЕНИЕ

2013 г. для Объединенного института ядерных исследований стал годом преодоления своеобразного экватора на пути реализации Семилетней программы развития и был насыщен значимыми событиями во всех сферах деятельности нашего международного научного центра. В частности, достигнут внушительный прогресс в развитии важнейших базовых установок Института: создании сверхпроводящего комплекса нуклотрон-NICA, фабрики сверхтяжелых элементов, комплекса DRIBs-III, а также комплекса криогенных замедлителей и спектрометров реактора ИБР-2. Получены новые впечатляющие результаты в области редких распадов и нейтринных осцилляций.

Группы ОИЯИ сыграли важную роль в работах по модернизации детекторов LHC в ЦЕРН и техническому усовершенствованию Большого адронного коллайдера, а также в получении новых физических результатов на основе данных, собранных в ходе сеансов на LHC. Одним из таких ярчайших результатов стало открытие бозона Хиггса на коллайдере в ЦЕРН, и здесь, по признанию всего научного мира, физикам Дубны принадлежит большой интеллектуальный вклад.

Остановимся подробнее на некоторых достигнутых за год результатах. Теоретиками Института впервые выполнен систематический расчет полного набора 3-петлевых β -функций Стандартной модели (СМ). Полученные результаты позволяют связать физику СМ на масштабе нескольких ТэВ и планковском масштабе. Достигнутая экспериментальная точность измерения параметров расчета достаточна для демонстрации самосогласованности СМ вплоть до энергий порядка 10^{10} ГэВ.

Предложена новая концепция туннельного полевого транзистора на основе графена. Основная идея состоит в использовании двух графеновых электродов с зигзагообразными краями, разделенных узкой щелью, под воздействием общего затвора. Показано, что при комнатной температуре такое устройство бу-

дет обладать ярко выраженным переключающим эффектом при низком напряжении на затворе и большим коэффициентом усиления.

Изучена реакция $per \rightarrow d + \nu_e$, важная для понимания происхождения нейтрино с энергией $E_\nu = 1,442$ МэВ. Полученная величина потока нейтрино на 40 % больше, чем в расчетах, где начальное состояние рассматривалось в приближении двух тел, и хорошо согласуется с экспериментальными данными коллаборации BOREXINO.

Свидетельством убедительного лидерства дубненских ученых в физике тяжелых ионов является заявка ОИЯИ на открытие четырех новых сверхтяжелых элементов, направленная в Международный союз чистой и прикладной химии (IUPAC). Вместе с тем, была завершена обработка результатов экспериментов по изучению радиоактивных свойств изотопов элементов 115 и 117 и продуктов их α -распада, синтезированных в реакциях полного слияния $^{243}\text{Am} + ^{48}\text{Ca}$ и $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$. Данные о радиоактивных свойствах всех ядер в цепочках распада изотопов $^{294}117$ и $^{293}117$ совпадают с данными измерений первого эксперимента по синтезу элемента 117 в 2009–2010 гг., что является независимым подтверждением открытия новых 115-го и 117-го элементов.

Активизированы работы по созданию фабрики сверхтяжелых элементов, включающей весь комплекс модернизируемых изохронных циклотронов, для осуществления широкого круга исследований в области ядерной физики — как сверхтяжелых элементов, так и экзотических ядер, нейтронообогащенных, легких ядер, — а также проведения инновационных исследований.

После завершения модернизации реактор ИБР-2 устойчиво работал на мощности 2 МВт, обеспечивая проведение экспериментов на выведенных пучках нейтронов с использованием криогенного замедлителя, который позволил в 13 раз повысить поток нейтронов. В 2013 г. успешно начата реализация программы пользователей на модернизированном ком-

плексе спектрометров установки ИБР-2. Специалисты из 16 стран и сотрудники ОИЯИ вели эксперименты по физике, материаловедению, химии, биологии и биофизике, геологии, прикладные исследования. Начаты экспериментальные работы на новом рефлектометре GRAINS и дифрактометре ДН-6, который входит в число лучших установок в мире для нейтронных исследований материалов в условиях экстремальных воздействий.

На выведенных пучках установки ИРЕН выполнены эксперименты по измерению спектров нейтронов из галлиевой нейтронопроизводящей мишени, продолжалась разработка детального технического проекта, касающегося ускорительной структуры ИРЕН и перехода на неразмножающую нейтронопроизводящую мишень из естественного урана.

На нуклотроне в ходе реализации программы физических исследований на ядрах дейтерия впервые полная энергия ускоренного пучка, выведенного для эксперимента, превысила 10 ГэВ. Достижение стабильности в работе нуклотрона стало весомым результатом в плане испытания новых систем и элементов ускорительного комплекса для создаваемого бустера. Введены в строй новые системы детектирования переходов, система диагностики термометрии кольца и датчики-термометры, новые источники питания с уникальными характеристиками, а также осуществляется диагностика и расширены возможности ускоряющих ВЧ-систем. Многие из этих систем создавались в странах-участницах ОИЯИ: Польше, Чехии, Словакии, Болгарии, Румынии, Украине, Белоруссии и др.

По проекту NICA заметный успех достигнут в работах с ядрами углерода — осуществлен режим стохастического охлаждения как для распущенного, так и для сгруппированного пучков, что сделано впервые на этой установке и в России в целом. Этот результат имеет ключевое значение для достижения физических целей программы создания комплекса NICA.

Благодаря сотрудничеству с Китаем в рамках проекта NICA в 2013 г. были проведены испытания высокотемпературных сверхпроводящих тоководов при максимальном токе. Вместе с тем, во время визита премьер-министра России Д. А. Медведева в Китай в Институте физики плазмы Китайской академии наук (г. Хэфэй) состоялась его встреча с российскими и китайскими учеными, в ходе которой представители ОИЯИ обсудили с премьер-министром вопросы поддержки мега-сайенс проекта NICA. Д. А. Медведев пообещал дать соответствующие поручения правительству и Росатому.

В 2013 г. завершилась серьезная работа по организации международного тендера по строительству коллайдера NICA — определена группа фирм и объем работ. Технический проект коллайдера прошел государственную экспертизу РФ. Начата расчистка места сооружения ускорителя с учетом всех современных требований.

Активное развитие получили работы в области нейтринной физики и нейтринной астрофизики, в частности, по созданию нейтринной лаборатории на Калининской АЭС, которая может стать уникальной экспериментальной базой для нейтринных исследований в ОИЯИ и странах-участницах.

Коллаборация BES-III (Китай), в которую входит группа ОИЯИ, сообщила об интересном результате — наблюдении нового, чармониеподобного состояния $Z_c(3900)$. Стоит отметить, что специалисты ОИЯИ являются одними из ключевых разработчиков программ для обработки данных эксперимента BES-III.

Группой дубненских ученых была выполнена калибровка полетного модуля «Меркурианского гамма- и нейтронного спектрометра» (МГНС), включающего в себя гамма-спектрометр и нейтронный детектор для новой экспедиции на Меркурий, организуемой Европейским космическим агентством «Veri-Colombo».

В рамках передовых радиобиологических исследований на ускорителе У-400М выполнены эксперименты по облучению клеток различных организмов ускоренными ионами неона с энергией 50 МэВ/нуклон. Совместно с чешскими коллегами из Института биофизики проведены исследования нарушений в структуре ДНК клеток человека.

В конце 2013 г. совместно с итальянскими коллегами из Национального института рака (Неаполь) и университетов Удине и Перуджи на пучке протонов фазотрона ОИЯИ проведены эксперименты на животных с целью испытания нового радиопротектора, синтезированного итальянскими специалистами из Национального института рака (Неаполь). В настоящее время радиобиологами ОИЯИ и Италии проводится обработка и анализ полученных результатов.

На базе ЦИВК ОИЯИ создан прототип центра уровня Tier1 для эксперимента CMS (LHC, ЦЕРН). Центр Tier1 будет использоваться как часть глобальной системы обработки экспериментальных данных и данных моделирования событий, поступающих из центра уровня Tier0 (ЦЕРН), а также центров уровней Tier1 и Tier2, глобальной грид-системы LHC-WLCG для эксперимента CMS. Начат процесс включения в собственную вычислительную инфраструктуру ЦИВК ОИЯИ вычислительного кластера с гибридной архитектурой.

В 2013 г. в Учебно-научном центре ОИЯИ проходили обучение более 500 студентов базовых кафедр МГУ, МФТИ, МИРЭА, университета «Дубна» и университетов стран-участниц ОИЯИ. В аспирантуре ОИЯИ обучались 50 человек из Армении, Белоруссии, Германии, Молдавии, РФ, Украины. В ежегодной практике, проходившей в три этапа, приняли участие студенты из Египта, Чехии, Польши, Румынии, Словакии, Болгарии, Украины, США, ЮАР и Белоруссии.

Программы школ для учителей физики в ЦЕРН и ОИЯИ были поддержаны грантом дирекции Института. К участию в этих программах привлекались учителя не только из России, но и из других стран-членов ОИЯИ.

Молодые ученые Института участвовали в конкурсах на Президентский и правительственные гранты. Лауреатом конкурса на Президентский грант стал физик-теоретик А. В. Бедняков.

В 2013 г. были сделаны важные шаги по интенсификации контактов с другими физическими лабораториями и международными научными организациями, направленные на более сильную, тесную интеграцию проектов и базовых установок ОИЯИ в европейскую и всемирную научно-исследовательскую инфраструктуру. В первую очередь, в числе ярких событий международной жизни ОИЯИ стоит отметить получение Институтом статуса наблюдателя в европейских научных структурах: в стратегической рабочей группе по физическим и инженерным наукам Европейского стратегического форума по исследовательским инфраструктурам (ESFRI) и Европейском консорциуме по физике частиц в астрофизике (АрПЕС).

В 2013 г. прошли заседания координационных комитетов по сотрудничеству ОИЯИ с ассоциированными странами, в том числе впервые работал Постоянный комитет по сотрудничеству с Национальным институтом ядерной физики (INFN, Италия). ОИЯИ посетили руководители ряда международных структур: президент ESFRI Б. Фиркорн-Рудольф, президент Европейского физического общества Л. Чифарелли, генеральный директор МАГАТЭ Ю. Аmano.

Впервые за много лет на сессию Комитета полномочных представителей правительств стран-участниц ОИЯИ прибыл вновь назначенный представитель

правительства Кубы Ф. Кастро Диас-Баларт. Таким образом, наметились перспективы возобновления полноценного участия правительства Кубы в ОИЯИ. И так же впервые в бюджет ОИЯИ были внесены средства Сербии и Кубы.

Одно из заметных событий года — международное совещание «Перспективы сотрудничества по мега-сайенс проекту NICA», важнейшим итогом которого стало подписание протокола о намерениях представителями правительств Белоруссии, Болгарии, Германии, Казахстана, России, Украины. В качестве наблюдателей были представлены Венгрия, Индия, Италия, Китай, Польша, Чехия, Южная Африка. Совещание способствовало активизации контактов ОИЯИ по многим направлениям, в частности, в результате переговоров руководства Института и президента Объединения Гельмгольца Ю. Млинека, возглавлявшего немецкую делегацию, заключено Соглашение о сотрудничестве ОИЯИ с Объединением Гельмгольца. Всего в 2013 г. ОИЯИ организовал и провел около 90 конференций, школ, совещаний, в том числе совместно с другими организациями.

В 2013 г. было продолжено совершенствование системы управления ОИЯИ и социальной инфраструктуры. Достоинно отмечены юбилеи выдающихся ученых, внесших большой вклад в развитие науки, сыгравших важную роль в создании и развитии нашего Института: В. И. Вернадского, И. В. Курчатова, Г. Н. Флерова, В. П. Желепова, Б. М. Понтекорво.

Все это убедительно доказывает, что творческая атмосфера и высокие критерии, заложенные отцами-основателями, не только помогают ОИЯИ сохранять лидирующие позиции крупного международного физического центра, позволяя уверенно двигаться вперед согласно намеченному вектору развития, но и накладывают большую ответственность в условиях конкуренции в мировом научном сообществе.



В. А. Матвеев,
директор Объединенного института
ядерных исследований

2013

**РУКОВОДЯЩИЕ
И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ
ОРГАНЫ ОИЯИ**



JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH



РУКОВОДЯЩИЕ И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ОИЯИ

СЕССИИ КОМИТЕТА ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

Очередная сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ состоялась 25–26 марта под председательством полномочного представителя правительства Словацкой Республики С. Дубнички.

Заслушав и обсудив доклад директора Института В. А. Матвеева «О рекомендациях 113-й сессии Ученого совета ОИЯИ (февраль 2013 г.). О результатах деятельности ОИЯИ в 2012 г.», КПП согласился с высокой оценкой Ученого совета ОИЯИ научных результатов, полученных сотрудниками ОИЯИ в 2010–2012 гг., а также состоянием дел по созданию и модернизации базовых установок Института, которое в целом соответствует семилетнему плану, отметив вместе с тем необходимость корректировки семилетнего плана как в отношении финансового обеспечения, так и сроков реализации основных проектов с учетом имеющихся человеческих ресурсов. КПП поручил дирекции ОИЯИ завершить эту работу к следующей сессии Ученого совета, чтобы представить уточненный план развития ОИЯИ в ноябре 2013 г. КПП поддержал инициативы дирекции ОИЯИ в отношении большей интеграции в европейское научное сообщество, включая участие в работе Группы по разработке европейской стратегии в области физики частиц, в состав которой ОИЯИ входит в качестве наблюдателя, поручив дирекции ОИЯИ предпринять необходимые официальные шаги с целью получения Институтом статуса наблюдателя в ЦЕРН.

По докладу помощника директора Института по финансовым и экономическим вопросам В. В. Катрасева «Об исполнении бюджета ОИЯИ за 2012 г.» КПП принял к сведению представленную информацию, уполномочил аудиторскую фирму «МС-Аудит» провести проверку финансовой деятельности Института за 2013 г. и утвердил план

аудиторской проверки финансовой деятельности, представленный дирекцией ОИЯИ. КПП поручил дирекции Института и рабочей группе при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ доработать принципы методики расчета взносов государств-членов в бюджет ОИЯИ с учетом высказанных предложений и замечаний отдельных стран-участниц.

Заслушав и обсудив доклад председателя Финансового комитета С. Кулганека «Об итогах заседания Финансового комитета ОИЯИ от 22–23 марта 2013 г.», КПП утвердил протокол заседания, а также отчет ОИЯИ за 2012 г.: об исполнении бюджета по расходам — 124 704,5 тыс. долларов США; с суммой заключительного баланса на 01.01.2013 — 603 164,8 тыс. долларов США.

В связи с изменением законодательства страны местопребывания Института и с учетом новых задач, стоящих перед ОИЯИ, КПП поручил дирекции Института и рабочей группе при председателе КПП по финансовым вопросам провести анализ и подготовить предложения по внесению изменений и дополнений в действующие нормативные акты: «Финансовые нормы», «Внутренние финансовые правила», «Регламент приобретения и продажи оборудования, запасов и других объектов», а также поручил дирекции Института создать службу внутреннего аудита.

Заслушав доклад директора аудиторской фирмы «МС-Аудит» А. П. Седышева «Об итогах аудиторской проверки финансовой деятельности Института за 2012 г.» и рекомендации Финансового комитета, КПП утвердил аудиторское заключение, выразив благодарность аудиторской фирме «МС-Аудит» за высокий уровень проведения проверки.

Заслушав и обсудив доклад помощника директора Института по инновационному развитию А. В. Рузаева «О дальнейшем развитии инновацион-

ной деятельности ОИЯИ», КПП принял к сведению представленную информацию, а также поддержал проект дирекции «Партнерство в инновациях», предусматривающий получение ОИЯИ статуса партнера Европейской комиссии для реализации сотрудничества в интересах стран-участниц ОИЯИ.

Заслушав и обсудив доклад главного ученого секретаря Института Н. А. Русаковича «О выборах в состав Ученого совета ОИЯИ», КПП установил численный состав Ученого совета в количестве 50 человек, утвердил список членов Ученого совета с полномочиями сроком на 5 лет, а также объявил благодарность за успешную работу, проделанную в качестве членов Ученого совета ОИЯИ, профессорам И. Антониу (Греция), Э. Г. Батырбекову (Казахстан), К. Крулясу (Польша), В. И. Кувшинову (Белоруссия), Г. Кэта-Данилу (Румыния), А. А. Логунову (Россия), Т. М. Муминову (Узбекистан), В. Навроцику (Польша), Нгуен Ван Хьеу (СРВ), Пак Бен Себу (КНДР), Я. Ружичке (Словакия), В. Сахни (Индия), П. Спиллантини (Италия), Р. Д. Хойеру (Швейцария), Чэнь Хэшену (КНР), Ш. Шаро (Словакия), Дж. Эллису (Швейцария).

По информации главного ученого секретаря Института Н. А. Русаковича «О внесении изменений в Правила процедуры Ученого совета ОИЯИ» КПП утвердил Правила процедуры Ученого совета ОИЯИ с изменениями, принятыми на 113-й сессии Ученого совета.

КПП с интересом заслушал и обсудил научные доклады: «Перспективы исследований по физике нейтрино и нейтринной астрофизике», представленный директором Лаборатории ядерных проблем им. В. П. Дзелепова А. Г. Ольшевским, и «Миссия “Планк” Европейского космического агентства», представленный ведущим научным сотрудником Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова П. П. Физиевым, и поблагодарил докладчиков.

Очередная сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ состоялась 22–23 ноября под председательством представителя Российской Федерации Л. М. Огородовой.

КПП заслушал и обсудил доклад директора Института В. А. Матвеева «О рекомендациях 114-й сессии Ученого совета ОИЯИ (сентябрь 2013 г.). Краткий обзор результатов деятельности ОИЯИ в 2013 г. и планы на 2014 г.», утвердил рекомендации 113-й и 114-й сессий Ученого совета, Проблемно-тематический план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 2014 г. Комитет отметил важные достижения коллектива ОИЯИ как в области физических исследований, так и по исполнению ключевых задач семилетнего плана: существенный прогресс в создании и модернизации основных базовых установок нуклотрон-NICA,

DRIBs-III, а также криогенных замедлителей и спектрометрического комплекса ИБР-2; получение новых значительных результатов в области физики редких распадов и нейтринных осцилляций; дальнейшее развитие экспериментальных установок на Большом адронном коллайдере, совершенствование самого ускорителя и получение новых физических результатов в экспериментах на нем.

Комитет одобрил деятельность дирекции ОИЯИ по установлению рабочих контактов со странами Евросоюза, благодаря которой, при поддержке полномочных представителей ряда государств-участников ОИЯИ, представители Института были включены в Стратегическую рабочую группу по вопросам физических наук и технологий ESFRI.

Заслушав и обсудив доклад председателя Финансового комитета С. Кулганека «Об итогах заседания Финансового комитета ОИЯИ от 19–20 ноября 2013 г.», КПП утвердил протокол этого заседания и поручил дирекции Института доработать и направить в страны-участницы проекты «Положения о внутреннем аудите» и «Положения о закупках товаров, работ, услуг для нужд Объединенного института ядерных исследований» для рассмотрения на сессии КПП в марте 2014 г.

КПП продлил действие решения Комитета полномочных представителей от 25–26 ноября 2011 г. (раздел VII, п. 2) о приостановке исполнения решения КПП от 25–26 марта 2011 г. (раздел IV, п. 4) и распорядился в дальнейшем в вопросах налогообложения иностранных работников ОИЯИ руководствоваться решением КПП от 20–23 сентября 1956 г. (раздел V) с зачетом налогов во взнос страны, направившей работника.

Заслушав и обсудив доклад помощника директора Института по финансовым и экономическим вопросам В. В. Катрасева «О проекте бюджета ОИЯИ на 2014 г., о проекте взносов государств-членов ОИЯИ на 2015, 2016, 2017 гг.», КПП утвердил бюджет ОИЯИ на 2014 г. с общей суммой расходов 158,89 млн долларов США, а также взносы государств-членов ОИЯИ на 2014 г.; определил ориентировочный размер бюджета ОИЯИ по доходам и расходам на 2015 г. в сумме 180,73 млн долларов США, на 2016 г. — в сумме 207,40 млн долларов США, на 2017 г. — в сумме 217,56 млн долларов США и принял ориентировочные суммы взносов и выплаты задолженностей государств-членов ОИЯИ на 2015, 2016, 2017 гг.

КПП разрешил дирекции ОИЯИ проиндексировать окладную и тарифную части заработной платы всего персонала с учетом возможностей бюджета Института на 2014 г., в соответствии с Коллективным договором ОИЯИ на 2011–2013 гг., а также ограничить ежегодный объем компенсации прямых расходов на содержание персонала в пределах роста взноса в размере 30 % с учетом роста бюджета Института.

КПП распорядился создать рабочую группу из представителей Республики Армения, Республики Белоруссии, Республики Болгарии, Российской Федерации и Украины для проработки принципов новой методики расчета взносов и наметил 2017 г. как ориентировочный для начала применения новой методики.

Решение комитета — до введения в действие новой методики принять правило, устанавливающее, что если взнос любого государства-члена, рассчитанный на очередной финансовый год, ниже прямых расходов на содержание персонала, направленного в ОИЯИ полномочным представителем правительства государства-члена, то государство-член помимо уплаты взноса должно уплатить компенсацию в объеме, равном превышению прямых расходов на содержание персонала над взносом государства-члена, и начать применение данного правила с 2014 г.

Прямые расходы рассчитываются как сумма расходов на заработную плату, дополнительную оплату труда, добровольное медицинское страхование и компенсацию социальных расходов в России за второе полугодие $n-2$ года и первое полугодие $n-1$ года, где n — год, на который рассчитываются взносы.

КПП предложил дирекции Института проработать вопрос о возможности конкурсного набора специалистов, направляемых полномочным представителем страны, вне взноса страны за счет средств бюджета ОИЯИ.

Заслушав и обсудив доклад вице-директоров Института Р. Ледницкого и М. Г. Иткиса «Анализ вы-

полнения Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2010–2016 гг. и прогноз на 2014–2016 гг. и два последующих года», КПП одобрил ход выполнения Семилетнего плана в области физики элементарных частиц и тяжелых ионов высоких энергий, а также ядерной физики низких и промежуточных энергий, нейтронной ядерной физики и физики конденсированных сред.

Отметив усилия дирекции ОИЯИ по тщательному анализу ситуации с выполнением основных проектов, включая ускорительный комплекс NICA и создание фабрики сверхтяжелых элементов, КПП поддержал представленные в этих докладах выводы о необходимости реализации важнейших проектов семилетнего плана в полном объеме, подчеркнув, однако, что анализ текущей ситуации указывает на необходимость корректировки профиля финансирования и графиков выполнения основных проектов ОИЯИ.

КПП поручил дирекции ОИЯИ организовать работу по подготовке перспективного плана развития ОИЯИ на период до 2020 г. с учетом задач по вводу в научную эксплуатацию новых базовых установок Института — комплекса NICA и фабрики сверхтяжелых элементов (DRIBs), развития программы исследований в области нейтринной физики, дальнейшего развития комплекса спектрометров ИБР-2, центра информационных технологий ОИЯИ, а также осуществлению намеченной программы фундаментальных и прикладных исследований, подготовки молодых научных кадров в интересах стран-участниц и ассоциированных с ОИЯИ стран.

СЕССИИ УЧЕНОГО СОВЕТА ОИЯИ

21–22 февраля состоялась 113-я сессия Ученого совета ОИЯИ под председательством директора Института В. А. Матвеева и профессора Национального института физики и ядерной техники им. Х. Хулубея Г. Стратана (Бухарест).

В. А. Матвеев проинформировал участников сессии о решениях Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ (ноябрь 2012 г.), а также представил обзор основных результатов деятельности Института в 2012 г. и планы на 2013 г.

На сессии был дан анализ хода выполнения Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2010–2016 гг. по основным научным направлениям и предложения по корректировке плана: вице-директором ОИЯИ Р. Ледницким в области физики элементарных частиц и тяжелых ионов высоких энергий и вице-директором ОИЯИ М. Г. Иткисом в области ядерной

физики низких и промежуточных энергий, нейтронной ядерной физики и физики конденсированных сред.

Ученый совет заслушал доклады: о ядерной физике тяжелых ионов в ОИЯИ, представленный научным руководителем ЛЯР Ю. Ц. Оганесяном; о перспективах исследований ОИЯИ в области астрофизики и физики нейтрино, сделанный заместителем директора ЛЯП В. А. Бедняковым, — а также ознакомился с предложениями по участию ОИЯИ в модернизации LHC и детекторов ALICE, ATLAS, CMS, представленными в докладе главного ученого секретаря ОИЯИ Н. А. Русаковича.

С докладами о рекомендациях программно-консультативных комитетов выступили: И. Церруа (ПКК по физике частиц), В. Грайнер (ПКК по ядерной физике), П. А. Алексеев (ПКК по физике конденсированных сред).

РУКОВОДЯЩИЕ И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

КОМИТЕТ ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ ОИЯИ

Азербайджанская Республика	– Н. Тимур-оглы Мамедов	Республика Куба	– Ф. К. Диас-Баларт
Республика Армения	– С. Г. Арутюнян	Республика Молдова	– И. Тигиняну
Республика Белоруссия	– И. В. Войтов	Монголия	– С. Даваа
Республика Болгария	– Л. Костов	Республика Польша	– М. Валигурски
Социалистическая Республика Вьетнам	– Ле Хонг Кхьем	Российская Федерация	– Д. В. Ливанов
Грузия	– А. Хведелидзе	Румыния	– Н. В. Замфир
Республика Казахстан	– К. К. Кадыржанов	Словацкая Республика	– С. Дубничка
Корейская Народно-Демократическая Республика	– Ли Че Сон	Республика Узбекистан	– не назначен
		Украина	– Б. В. Гринев
		Чешская Республика	– Р. Мах

Финансовый комитет

По одному представителю от каждой страны-участницы ОИЯИ

УЧЕНЫЙ СОВЕТ

Председатель – В. А. Матвеев

Сопредседатель – М. Валигурски (Республика Польша)

Ученый секретарь – Н. А. Русакович

О. Бахрам-оглы Абдинов	– Азербайджанская Республика	И. П. Диас	– Республика Куба
Ц. Баатар	– Монголия	Г. Пираджино	– Италия
К. Борча	– Румыния	И. Повар	– Республика Молдова
М. Будзыньски	– Республика Польша	Г. С. Погосян	– Республика Армения
М. Валигурски	– Республика Польша	С. Поспишил	– Чешская Республика
И. Вильгельм	– Чешская Республика	Э. Рабинович	– Израиль
С. Галес	– Франция	В. А. Рубаков	– Российская Федерация
М. Гнатич	– Словацкая Республика	К. Русек	– Республика Польша
Б. В. Гринев	– Украина	А. Н. Скринский	– Российская Федерация
Н. Джокарис	– Греция	М. Спиро	– Франция
А. Дубничкова	– Словацкая Республика	Ч. Стоянов	– Республика Болгария
М. Ежабек	– Республика Польша	В. И. Стражев	– Республика Белоруссия
А. Г. Загородний	– Украина	Г. Стратан	– Румыния
Г. М. Зиновьев	– Украина	Н. Тончев	– Республика Болгария
П. Йенни	– Швейцария	Н. Е. Тюрин	– Российская Федерация
В. Г. Кадышевский	– Российская Федерация	П. Фре	– Италия
Е. А. Кенжин	– Республика Казахстан	Э. Харрисон	– Франция
С. Я. Килин	– Республика Белоруссия	Г. Хуухэнхуу	– Монголия
Ким Сон Хиок	– Корейская Народно-Демократическая Республика	Чан Дык Тхиеп	– Социалистическая Республика Вьетнам
М. В. Ковальчук	– Российская Федерация	Л. Чифарелли	– Италия
Г. Н. Кулипанов	– Российская Федерация	Б. Ю. Шарков	– Российская Федерация
В. А. Матвеев	– Российская Федерация	Х. Штёкер	– Германия
И. Мних	– Германия	Н. М. Шумейко	– Республика Белоруссия
Д. Л. Надь	– Венгерская Республика	М. Элиашвили	– Грузия
Нгуен Мань Шат	– Социалистическая Республика Вьетнам	Не назначен	– Республика Узбекистан

Программно-консультативный комитет по физике частиц

Председатель – И. Церруя (Израиль)
Ученый секретарь – А. П. Чеплаков

Программно-консультативный комитет по ядерной физике

Председатель – В. Грайнер (Германия)
Ученый секретарь – Н. К. Скобелев

Программно-консультативный комитет по физике конденсированных сред

Председатель – В. Канцер (Молдова)
Ученый секретарь – О. В. Белов

СТРУКТУРА ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ДИРЕКЦИЯ

Директор В. А. Матвеев
Вице-директор М. Г. Иткис
Вице-директор Р. Ледниcki
Главный ученый секретарь Н. А. Русакович
Главный инженер Г. Д. Ширков

Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова
Директор В. В. Воронов
<i>Исследования:</i> – свойств симметрии элементарных частиц – структуры теории поля – взаимодействий элементарных частиц – теории атомного ядра – теории конденсированных состояний

Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка
Директор В. Н. Швецов
<i>Исследования:</i> – ядер методами нейтронной спектromетрии – фундаментальных свойств нейтронов – атомной структуры и динамики твердых тел и жидкостей – высокотемпературной сверхпроводимости – реакций на легких ядрах – материалов методами рассеяния нейтронов, нейтронно-активационного анализа и нейтронной радиографии – динамических характеристик импульсного реактора ИБР-2

Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина
Директор В. Д. Кекелидзе
<i>Исследования:</i> – взаимодействий многозарядных ионов в широкой области энергий – в области релятивистской ядерной физики – структуры нуклонов – сильных взаимодействий частиц – резонансных явлений во взаимодействиях частиц – электромагнитных взаимодействий – методов ускорения частиц

Лаборатория информационных технологий
Директор В. В. Кореньков
<i>Исследования:</i> – по обеспечению развития и функционирования компьютерно-сетевой инфраструктуры ОИЯИ – оптимальных возможностей использования международных компьютерных сетей и информационных систем – современных средств вычислительной физики, создание и развитие стандартного математического обеспечения

Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Дзепелова
Директор В. А. Бедняков
<i>Исследования:</i> – нейтрино и редких процессов – сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий – структуры ядер мезоатомных процессов и ядерная спектроскопия – методов ускорения частиц – прикладные, радиобиологические и медицинские

Лаборатория радиационной биологии
Директор Е. А. Красавин
<i>Исследования:</i> – по радиационной генетике и радиобиологии – фоторадиобиологии и молекулярных биофизических систем – физики защиты от радиационных излучений

Лаборатория ядерных реакций им. Г. Н. Флерова
Директор С. Н. Дмитриев
<i>Исследования:</i> – свойств тяжелых элементов, слияния и деления сложных ядер, кластерной радиоактивности, реакций на изомерной мишени гафния – реакций на пучках радиоактивных ядер, структуры нейтроноизбыточных легких ядер, неравновесных процессов – взаимодействия тяжелых ионов с конденсированными средами – методов ускорения частиц

Учебно-научный центр
Директор С. З. Пакуляк
<i>Направления деятельности:</i> – обучение студентов старших курсов вузов – аспирантура ОИЯИ – работа со школьниками – подготовка и переподготовка кадров по специальностям – проведение школ и практик по направлениям исследований ОИЯИ

Общеинститутские службы
– общеинститутские научные и информационные отделы – административно-хозяйственные подразделения – производственные подразделения

Состоялись выборы директоров ЛНФ и ЛИТ. Были объявлены вакансии на должности в дирекциях лабораторий ОИЯИ. Представлены предложения о внесении изменений в Правила процедуры Ученого совета ОИЯИ. Состоялось вручение премии им. Б. М. Понтекорво и дипломов лауреатам премий ОИЯИ за 2012 г.

Ученый совет заслушал лучшие научные доклады молодых ученых, рекомендованные ПКК.

Общие положения резолюции. Ученый совет одобрил ход выполнения решений сессии Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ (ноябрь 2012 г.), изложенный директором ОИЯИ В. А. Матвеевым, и отметил, что главные этапы Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2010–2016 гг. в достаточной степени соответствуют сегодняшнему состоянию базовых установок и программе научных исследований ОИЯИ, вместе с тем, крайне важной является задача уточнения семилетнего плана, а также наблюдения за развитием ситуации с разработкой технических проектов основных базовых установок, особенно NICA и DRIBs-III.

Рекомендации по докладом. Приняв к сведению анализ хода выполнения Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2010–2016 гг., Ученый совет высоко оценил важнейшие результаты, полученные в 2010–2012 гг., указав при этом на необходимость внесения некоторых корректировок как в отношении финансового обеспечения, так и сроков реализации отдельных проектов и выразив надежду на завершение этой работы к следующей сессии Ученого совета с тем, чтобы представить уточненный план развития ОИЯИ на 2014–2016 гг. и на два последующих года для утверждения на сессии КПП в ноябре 2013 г.

Ученый совет высоко оценил доклад «Ядерная физика тяжелых ионов в ОИЯИ: перспективы и сотрудничество», представленный Ю. Ц. Оганесяном, и поблагодарил докладчика за многолетнюю, преданную работу в науке, которая позволила ОИЯИ стать мировым лидером в области синтеза сверхтяжелых элементов.

С интересом заслушав доклад В. А. Беднякова «О перспективах исследований ОИЯИ в области астрофизики и физики нейтрино», Ученый совет поддержал работы в этой области и рекомендовал ОИЯИ сосредоточиться на наиболее важных проектах, в которых Институт мог бы играть лидирующую роль и вносить существенный вклад.

Ученый совет приветствовал идею создания на Калининской атомной станции в Тверской области нового современного комплекса для проведения нейтринных исследований. Уникальные возможности этого комплекса обоснованно обещают получение результатов самой высокой научной значимости, в частности в решении проблемы стерильных нейтрино и реакторной аномалии, что, безусловно, важно в контексте повышения престижа и

привлекательности ОИЯИ для молодежи из стран-участниц.

По докладу Н. А. Русаковича Ученый совет одобрил предложения по участию ОИЯИ в модернизации ЛНС и детекторов ALICE, ATLAS, CMS и выразил желание о регулярном представлении докладов на будущих сессиях об их реализации.

Ученый совет заслушал доклад о ходе работы по обновлению Европейской стратегии в области физики частиц, представленный членом Ученого совета П. Йенни (ЦЕРН). Группой по разработке европейской стратегии, в состав которой ОИЯИ входит в качестве приглашенного члена, предложен ряд документов для утверждения Советом ЦЕРН в мае 2013 г. Ученый совет предложил дирекции ОИЯИ просить Комитет полномочных представителей одобрить принятие официальных шагов с целью получения Институтом статуса наблюдателя в ЦЕРН.

Ученый совет принял к сведению информацию ответственных научных секретарей А. П. Исаева и А. Е. Дорохова по вопросам, связанным с публикацией журналов ОИЯИ «ЭЧАЯ» и «Письма в ЭЧАЯ»: о новой редколлегии журнала «ЭЧАЯ», а также мерах по улучшению организации работы по изданию журнала «Письма в ЭЧАЯ», в частности, назначению нового состава редколлегии, ускорению выхода электронной версии этого журнала, с целью обеспечения дальнейшей успешной работы над этими научными журналами.

Рекомендации в связи с работой ПКК. Ученый совет поддержал рекомендации, выработанные на сессиях программно-консультативных комитетов в январе 2013 г. и представленные профессорами И. Церруа, В. Грайнером и П. А. Алексеевым.

По физике частиц. Ученый совет отметил успехи в выполнении проекта «Нуклотрон-NICA», связанные с началом испытаний новых источников частиц, созданием бустера и активным ходом научно-исследовательских работ по новому тяжелоионному линаку, а также поддержал рекомендации ПКК о начале строительных работ по сооружению коллайдера в 2013 г. с тем, чтобы выдержать план реализации проекта.

Ученый совет поддержал рекомендации ПКК по дальнейшему улучшению качества пучка нуклотрона, а также одобрил предложение о представлении докладов о новых экспериментальных результатах, полученных на нуклотроне.

Ученый совет с удовлетворением отметил 14 новых дополнений в «белую книгу» по исследовательской программе NICA и поддержал рекомендацию ПКК о проведении углубленного анализа всех собранных предложений для того, чтобы определить реалистические измерения, требуемые для проверки достоверности моделей и теорий.

Отметив плодотворный диалог между командой MPD и экспертным комитетом по детектору MPD, Ученый совет поздравил участников MPD с успехами

в создании прототипов детектора и оптимизации его характеристик, одобрил планы по подготовке технического проекта установки и ее основных подсистем, а также поблагодарил членов комитета за детальную оценку проекта и рекомендовал продолжение регулярных совещаний.

Отметив значительный прогресс, достигнутый в развитии проекта VM@N, Ученый совет одобрил продолжение этих работ до конца 2016 г.

Ученый совет поддержал рекомендации ПКК о продолжении текущих научных работ по физике частиц первого приоритета, как это указано в материалах ПКК.

Ученый совет одобрил проекты участия ОИЯИ в модернизации установок ATLAS и CMS под общим руководством дирекции ОИЯИ.

По ядерной физике. Ученый совет приветствовал успешное завершение в ЛЯР экспериментов по синтезу 117-го элемента, которое наряду с международным признанием открытий 114-го и 116-го элементов стало одним из главных научных достижений 2012 г.

Ученый совет отметил прогресс в подготовке научной программы, включая экспериментально-методическую базу для проведения исследований, и оценил результаты, полученные на первой очереди установки, подчеркнув необходимость продолжать работы по дальнейшему развитию источника ИРЕН с целью достижения проектных параметров установки. Ученый совет надеется, что сборка второй ускорительной секции ИРЕН и усовершенствование мишенного узла пройдут в кратчайшие сроки.

Ученый совет отметил успешное проведение работ по нейтринному детектору DANSS, создаваемому совместно с ИТЭФ (Москва), а также результаты экспериментов на прототипе DANSSino, которые позволили провести ряд тестов в режиме реального времени, проверить эффективность защиты и измерить реальные фоновые условия детектора DANSS.

По физике конденсированных сред. Ученый совет, высоко оценивая начало программы пользователей на комплексе спектрометров ректора ИБР-2, разделил мнение ПКК о необходимости ее дальнейшего развития и внедрения, что должно оставаться одним из важнейших направлений деятельности ЛНФ в 2013 г. Ученый совет также поддержал дальнейшее развитие модернизированного реактора в направлении создания новых холодных замедлителей нейтронов.

Ученый совет приветствовал продолжение работ по модернизации установок ЛНФ, в частности, усилия по созданию нового многофункционального рефлектометра GRAINS и запуску в эксплуатацию модернизированных дифрактометров ЭПСИЛОН-МДС и СКАТ.

Рассматривая исследования в области астробиологии как перспективное и динамично развивающееся научное направление, Ученый совет поддер-

жал рекомендацию ПКК об открытии новой темы «Исследование космического вещества на Земле и в ближайшем космосе; исследование биологических и геохимических особенностей ранней Земли» на период 2013–2015 гг.

Общие вопросы. Ученый совет высоко оценивает работу Учебно-научного центра, осуществляющего общую координацию образовательной программы ОИЯИ, поддержал рекомендации ПКК о продолжении деятельности в рамках новой темы «Организация, обеспечение и развитие образовательной программы ОИЯИ» в течение следующих пяти лет.

Доклады молодых ученых. Ученый совет с интересом заслушал доклады молодых ученых: «Кинетика роста кластеров в полярных растворах фуллеренов: исследование раствора C_{60}/NMP », «DANSSino: пробная версия нейтринного детектора DANSS», «Точное измерение $\sin^2(2\theta_{13})$ в эксперименте с реакторными нейтрино Daya Bay» и поблагодарил докладчиков: Н. Жаргалана, И. В. Житникова и М. О. Гончара. Ученый совет рекомендовал продолжить выступления молодых ученых на будущих сессиях.

О составах ПКК. По предложению дирекции ОИЯИ Ученый совет ввел профессора А. А. Коршениникова (НИЦ «Курчатовский институт», Москва) в состав ПКК по ядерной физике сроком на три года.

Награды и премии. Ученый совет поздравил профессора А. С. Сигова с присвоением звания «Почетный доктор ОИЯИ».

Ученый совет утвердил рекомендации жюри о присуждении премий ОИЯИ за 2012 г. по итогам ежегодного конкурса научных работ в области теоретической физики, экспериментальной физики, научно-методических исследований и научно-технических прикладных исследований.

Ученый совет поздравил профессора Э. Фиорини (Миланский университет «Бикокка», Италия) с присуждением премии им. Б. М. Понтекорво 2012 г. за выдающийся вклад в эксперименты по поиску безнейтринного двойного β -распада, в частности, за предложение и развитие полупроводниковой и криогенной техники регистрации этого процесса. Ученый совет поблагодарил профессора Э. Фиорини за вдохновенное выступление.

Выборы и объявление вакансий на должности в дирекциях лабораторий ОИЯИ. Ученый совет тайным голосованием избрал В. Н. Швецова директором Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка (ЛНФ) и В. В. Коренькова директором Лаборатории информационных технологий (ЛИТ), каждого сроком на пять лет. Ученый совет также избрал М. Веселского заместителем директора Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флерова (ЛЯР) до окончания срока полномочий директора ЛЯР.

Ученый совет поблагодарил А. В. Белушкина и В. В. Иванова за успешную работу, проделанную в качестве директоров ЛНФ и ЛИТ.

Ученый совет объявил вакансии на должности заместителей директоров ЛНФ и ЛИТ, а также заместителя директора ЛФВЭ. Выборы на эти должности запланировано провести на 114-й сессии Ученого совета.

Правила процедуры. Ученый совет одобрил изменения относительно утверждения в должности тайным голосованием заместителей директоров лабораторий ОИЯИ. Ученый совет принял обновленный текст Правил процедуры Ученого совета ОИЯИ с учетом замечаний и рекомендовал Комитету полномочных представителей утвердить их.

Закрывая сессию, директор ОИЯИ В. А. Матвеев выразил искреннюю признательность членам Ученого совета по случаю завершения их пятилетнего срока работы в составе совета.

19–20 сентября состоялась 114-я сессия Ученого совета ОИЯИ под председательством директора Института В. А. Матвеева и профессора Института ядерной физики им. Г. Неводничаньского и Центра онкологии (Краков, Польша) М. Валигурского.

В. А. Матвеев проинформировал участников сессии о ходе выполнения рекомендаций 113-й сессии Ученого совета и решений Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ (март 2013 г.).

На сессии был представлен анализ хода выполнения Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2010–2016 гг. по основным научным направлениям и предложения по корректировке плана: вице-директором ОИЯИ Р. Ледницким в области физики элементарных частиц и тяжелых ионов высоких энергий и вице-директором ОИЯИ М. Г. Иткисом в области ядерной физики низких и промежуточных энергий, нейтронной ядерной физики и физики конденсированных сред.

С докладами о рекомендациях программно-консультативных комитетов выступили: И. Церруя (ПКК по физике частиц), В. Грайнер (ПКК по ядерной физике), В. Канцер (ПКК по физике конденсированных сред).

Состоялись выборы на должность директора ЛЯП, а также утверждение в должности заместителей директоров ЛНФ, ЛИТ, ЛФВЭ. Были объявлены вакансии на должности в дирекциях лабораторий ОИЯИ.

Ученый совет заслушал научный доклад о нейтринных реакторных экспериментах, представленный директором ЛЯП А. Г. Ольшевским, а также доклад «Важность физики для экономики Европы», представленный вице-президентом Европейского физического общества (ЕФО), членом Ученого совета ОИЯИ Л. Чифарелли.

Ученый совет заслушал лучшие научные доклады молодых ученых, рекомендованные ПКК. Состоялось вручение дипломов лауреатам премий ОИЯИ за 2012 г.

Члены Ученого совета присутствовали на торжественной церемонии открытия памятника В. П. Дзелепову и Б. М. Понтекорво.

Общие положения резолюции. Ученый совет одобрил ход выполнения рекомендаций 113-й сессии Ученого совета и решений сессии Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ (март 2013 г.), представленный в докладе директора Института В. А. Матвеева.

Среди достижений Института за последнее время Ученый совет отметил:

— значительный прогресс в развитии важнейших базовых установок Института, таких как нуклотрон NICA, DRIBs-III, а также комплекса криогенных замедлителей и спектрометров реактора ИБР-2;

— новые, впечатляющие результаты, полученные в области редких распадов и нейтринных осцилляций;

— важную роль групп ОИЯИ в работах по модернизации детекторов ЛНС и техническому усовершенствованию самого адронного коллайдера; в получении новых физических результатов в недавних сеансах на ЛНС.

Ученый совет с удовлетворением отметил активную работу, проводимую дирекцией Института, по активизации контактов с физическими лабораториями и международными организациями с целью достижения более тесной интеграции проектов и установок ОИЯИ в европейскую и всемирную научно-исследовательскую инфраструктуру.

Рекомендации по докладам. Ученый совет одобрил ход выполнения Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2010–2016 гг., представленный вице-директорами ОИЯИ Р. Ледницким и М. Г. Иткисом. В соответствии с рекомендациями Ученого совета дирекция ОИЯИ тщательно рассмотрела ситуацию с выполнением основных проектов, включая ускорительный комплекс NICA, создание фабрики сверхтяжелых элементов, программу исследований в области нейтринной физики, дальнейшее развитие комплекса спектрометров ИБР-2. В целом Ученый совет поддержал представленные в этих докладах выводы.

Заслушав доклад директора ЛЯП А. Г. Ольшевского «Результаты и перспективы нейтринных реакторных экспериментов», Ученый совет подчеркнул научную значимость экспериментов по физике нейтрино и значительную роль, которую ОИЯИ играет в них.

Ученый совет с интересом заслушал доклад «Важность физики для экономики Европы», представленный Л. Чифарелли. В 2012 г. ЕФО поручило Центру экономических и деловых исследований провести независимый экономический анализ, основанный на статистике в государственной сфере, охва-

тывающий 29 европейских стран. Этот детальный анализ за период 2007–2010 гг. позволяет оценить вклад, который физика вносит в европейскую экономику по сравнению с другими секторами, такими как производство, строительство и розничная торговля, способствуя повышению трудовой занятости, инновационному и экономическому росту. Подчеркивается необходимость поддержки физики на всех уровнях: в области образования, научных исследований, бизнеса и промышленности. Ученый совет высоко оценил выводы, представленные в докладе, и поблагодарил профессора Л. Чифарелли за выступление.

Рекомендации в связи с работой ПКК. Ученый совет поддержал рекомендации, выработанные на сессиях программно-консультативных комитетов в июне 2013 г., представленные профессорами В. Церруя, В. Грайнером и В. Канцером.

По физике частиц. Ученый совет высоко оценил успехи в реализации проекта «Нуклотрон-NICA», поздравил участников с достижением стабильности в работе нуклотрона, продемонстрированной в 47-м сеансе, и успешной реализацией режима стохастического охлаждения, что сделано впервые в России. Ученый совет одобрил стратегию руководства лаборатории по дальнейшему развитию физической программы исследований и активному диалогу с пользователями пучков нуклотрона.

Ученый совет вновь решительно поддержал программу с фиксированной мишенью на нуклотроне и эксперимент $BM@N$, рассматривая их как важную составляющую проекта NICA, а также одобрил рекомендации ПКК о создании экспертного комитета по проекту $BM@N$ подобно тому, который успешно работает по проекту MPD. Ученый совет приветствовал сотрудничество теоретиков и экспериментаторов по выделению наиболее приоритетных предложений, собранных в «белой книге», для создания программы физических исследований на установках $BM@N$ и MPD.

Ученый совет отметил значительные успехи в создании прототипов детектора MPD, а также сложности, связанные с производством магнита MPD и строительством здания NICA. Высоко оценив роль экспертного комитета по детектору MPD, Ученый совет поблагодарил членов комитета за проведение всесторонней оценки проекта и рекомендовал продолжение регулярных совещаний.

Ученый совет поддержал рекомендации о продолжении текущих научных работ по физике частиц, как это указано в материалах ПКК.

По ядерной физике. Ученый совет решительно поддержал рекомендации ПКК в адрес дирекции ОИЯИ не только решить финансовые вопросы, но и найти необходимые кадровые ресурсы для успешного завершения амбициозного проекта DRIBs-III. Ученый совет согласился с тем, что следующие приоритетные задачи должны быть решены в полном объеме в рамках семилетнего плана ОИЯИ: созда-

ние в ОИЯИ первой в мире фабрики сверхтяжелых элементов (СТЭ), включающей сооружение и запуск нового ускорителя ДЦ-280, и строительство нового корпуса с экспериментальными установками; выполнение научной программы по синтезу СТЭ с использованием циклотрона У-400; завершение работ по модернизации циклотрона У-400М; проведение подготовительных и проектных работ по реконструкции экспериментального зала У-400 и модернизации самой установки У-400.

Отметив высокий уровень проводимых исследований и важные результаты, полученные ОИЯИ в области физики нейтрино, а также существенный вклад Института в подготовку будущих нейтринных экспериментов, Ученый совет одобрил идею создания новой лаборатории на Калининской АЭС, которая может стать уникальной экспериментальной базой для нейтринных исследований в ОИЯИ и странах-участницах.

Подчеркнув необходимость продолжения поддержки приоритетных направлений исследований, а именно синтеза и изучения свойств сверхтяжелых элементов, а также нейтринной программы ОИЯИ, Ученый совет рекомендовал дирекции Института предпринять необходимые шаги с целью поддержания ведущей роли ОИЯИ в мире.

Ученый совет рекомендовал продолжить научную деятельность ЛТФ по теории ядра и ядерной физике и ЛНФ по нейтронной ядерной физике в 2014–2016 гг. с первым приоритетом в рамках тем, рассмотренных ПКК. Дирекции ЛНФ поручено ускорить создание необходимой инфраструктуры, относящейся к установке ИРЕН.

Ученый совет полностью поддержал предложение директора ОИЯИ В. А. Матвеева организовать рабочее совещание с участием авторитетных специалистов по трансмутации ядер из России и других стран для обсуждения предварительных результатов исследований электроядерных систем в ОИЯИ.

По физике конденсированных сред. Ученый совет высоко оценил стабильную работу ректора ИБР-2 после завершения модернизации и первые научные результаты, полученные на выведенных пучках нейтронов, отметив исключительную важность создания и развития комплекса криогенных замедлителей на реакторе. Ученый совет поддержал рекомендации ПКК о продлении темы «Развитие реактора ИБР-2 с комплексом криогенных замедлителей нейтронов» на период 2014–2016 гг. и об открытии нового проекта «Создание комплекса криогенных замедлителей реактора ИБР-2» в рамках этой темы.

Ученый совет приветствовал начало экспериментов на дифрактометре ДН-6, рефлектометре GRAINS и одобрил работы по развитию спектрометра HEPA-ПР.

Ученый совет поддержал продолжение исследований в области теории конденсированных сред на

2014–2018 гг. в рамках новой темы «Теория конденсированных сред» в ЛТФ и приветствовал открытие темы «Методы, алгоритмы и программное обеспечение для моделирования физических систем, математической обработки и анализа экспериментальных данных» в ЛИТ на период 2014–2016 гг. Учитывая успехи в реализации образовательной деятельности ОИЯИ, Ученый совет одобрил открытие нового проекта УНЦ «Создание современных образовательных программ» для выполнения в 2014–2016 гг.

Доклады молодых ученых. Ученый совет с интересом заслушал доклады молодых ученых, рекомендованных программно-консультативными комитетами: «Малоугловое рассеяние на мультифазных системах: исследование перехода между областью Порода и фрактальной областью» Е. Анитаса, «Измерение асимметрии вперед-назад в рождении мюонов в процессах Дрелла–Яна в эксперименте CMS» И. Н. Горбунова, «Использование двусторчатых моллюсков в биомониторинге атлантического побережья Южной Африки» З. И. Горяйновой — и поблагодарил докладчиков за превосходные выступления.

О составах ПКК. Ученый совет выразил благодарность профессорам Ифан Вану (ИФВЭ, Пекин, КНР) и Л. Рикатти (INFN, Турин, Италия) за успешную работу, проделанную в качестве членов ПКК по физике частиц.

Премии ОИЯИ. Ученый совет поздравил лауреатов премий ОИЯИ за 2012 г. — победителей ежегодного конкурса научных работ в области теоретической физики, экспериментальной физики, научно-методических исследований и научно-технических прикладных исследований.

Избрание сопредседателя Ученого совета. Ученый совет избрал профессора М. Валигурского сопредседателем Ученого совета сроком на три года.

Выборы и объявление вакансий на должности в дирекциях лабораторий ОИЯИ. Ученый совет избрал В. А. Беднякова директором Лаборатории ядерных проблем им. В. П. Дзелепова сроком на пять лет. Ученый совет поблагодарил А. Г. Ольшевского за успешную работу, проделанную в качестве директора этой лаборатории.

Ученый совет утвердил в должностях: заместителей директора Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка — О. Куликов и Е. В. Лычагина, заместителей директора Лаборатории информационных технологий — Г. Адама и Т. А. Стриж, заместителя директора Лаборатории физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина — А. С. Сорина — до окончания полномочий директоров этих лабораторий.

Ученый совет объявил вакансии на должности заместителей директора Лаборатории ядерных проблем им. В. П. Дзелепова для утверждения в должностях на 115-й сессии Ученого совета.

Ученый совет одобрил предложение директора ЛНФ В. Н. Швецова объявить вакансию на должность третьего заместителя директора этой лаборатории. Утверждение в должности вынесено на 115-ю сессию Ученого совета.

Ученый совет объявил вакансии на должности директоров Лаборатории физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина и Лаборатории радиационной биологии. Выборы на эти должности состоятся на 116-й сессии Ученого совета.

Памяти Штефана Шаро. Ученый совет выразил глубокие соболезнования в связи с кончиной профессора Ш. Шаро (Университет им. Я. Коменского, Братислава, Словакия), члена Ученого совета Института в 1993–2013 гг., который внес выдающийся вклад в развитие ОИЯИ и его международного сотрудничества.

ЗАСЕДАНИЯ ФИНАНСОВОГО КОМИТЕТА ОИЯИ

Заседание Финансового комитета состоялось 22–23 марта под председательством представителя Чешской Республики С. Кулганека.

Финансовый комитет заслушал доклад директора Института В. А. Матвеева «О рекомендациях 113-й сессии Ученого совета ОИЯИ (февраль 2013 г.). Краткий обзор результатов деятельности ОИЯИ в 2012 г.» и дал высокую оценку научным результатам, полученным международным коллективом ОИЯИ в 2012 г. Приняв к сведению рекомендации Ученого совета в связи с анализом хода выполнения Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2010–2016 гг. и отме-

тив, что результаты первых трех лет исполнения семилетнего плана соответствуют запланированным на этот период, Финансовый комитет подчеркнул крайнюю важность уточнения семилетнего плана, что в особенности связано со своевременным завершением разработки технических проектов основных базовых установок NICA и DRIBs-III, и ожидает представления подробной корректировки плана на следующем заседании в ноябре 2013 г.

По докладу председателя Финансового комитета С. Кулганека «О нормативных документах ОИЯИ и службе внутреннего аудита» Финансовый комитет

рекомендовал КПП в связи с изменением законодательства страны местопребывания Института и с учетом новых задач, стоящих перед ОИЯИ, поручить дирекции Института и рабочей группе при председателе КПП по финансовым вопросам провести анализ и подготовить предложения по внесению изменений и дополнений в действующие нормативные акты: «Финансовые нормы», «Внутренние финансовые правила», «Регламент приобретения и продажи оборудования, запасов и других объектов», а также создать службу внутреннего аудита.

По докладу помощника директора Института по финансовым и экономическим вопросам В.В. Катрасева «Об исполнении бюджета ОИЯИ за 2012 г.» Финансовый комитет рекомендовал КПП принять к сведению информацию об исполнении бюджета ОИЯИ за 2012 г.: по расходам — в сумме 124 704,5 тыс. долларов США; по доходам — в сумме 122 005,2 тыс. долларов США; уполномочить аудиторскую фирму ООО «МС-Аудит» провести проверку финансовой деятельности Института за 2013 г. и утвердить план аудиторской проверки финансовой деятельности, представленный дирекцией ОИЯИ.

По информации директора аудиторской фирмы «МС-Аудит» А.П. Седышева Финансовый комитет рекомендовал КПП утвердить аудиторское заключение по проведению проверки финансово-хозяйственной деятельности ОИЯИ за 2012 г. и выразить благодарность аудиторской фирме «МС-Аудит» за высокий уровень проведения аудиторской проверки.

Финансовый комитет заслушал и обсудил доклад помощника директора Института по финансовым и экономическим вопросам В.В. Катрасева «О методике расчета взносов стран-участниц в бюджет ОИЯИ».

Финансовый комитет поблагодарил директора Лаборатории информационных технологий В.В. Коренькова за интересный и содержательный доклад «О перспективах развития вычислительного комплекса ОИЯИ».

Заседание Финансового комитета состоялось 19–20 ноября под председательством представителя Чешской Республики С. Кулганека.

Финансовый комитет заслушал доклад «О рекомендациях 114-й сессии Ученого совета ОИЯИ (сентябрь 2013 г.). Краткий обзор результатов деятельности ОИЯИ в 2013 г. и планы на 2014 г.», представленный директором Института В.А. Матвеевым.

Финансовый комитет одобрил деятельность дирекции Института по формированию консорциума стран, готовых принять участие в реализации проекта класса мега-сайенс по сооружению сверхпроводящего коллайдера тяжелых ионов, получившего высокую экспертную оценку международных органи-

заций, в соответствии с поручением Комиссии правительства Российской Федерации от 5 июля 2011 г.

Финансовый комитет рекомендовал КПП поручить дирекции ОИЯИ организовать работу по подготовке перспективного плана развития ОИЯИ на период до 2020 г. с учетом задач по вводу в научную эксплуатацию новых базовых установок Института: комплекса NICA, фабрики сверхтяжелых элементов (DRIBs) — и осуществлению намеченной программы фундаментальных и прикладных исследований, а также подготовки молодых научных кадров в интересах стран-участниц и ассоциированных с ОИЯИ стран.

Финансовый комитет принял к сведению деятельность дирекции Института по планомерному совершенствованию и повышению эффективности системы управления ОИЯИ и отметил необходимость продолжить разработку новой редакции документов нормативной базы ОИЯИ с учетом требований сегодняшнего дня и опыта ведущих международных научных организаций, а также рекомендовал КПП поручить дирекции Института доработать и направить в страны-участницы проекты «Положения о внутреннем аудите» и «Положения о закупках товаров, работ, услуг для нужд Объединенного института ядерных исследований» для рассмотрения на сессии КПП в марте 2014 г.

Финансовый комитет рекомендовал КПП продлить действие решения Комитета полномочных представителей от 25–26 ноября 2011 г. (раздел VII, п. 2) о приостановке исполнения решения КПП от 25–26 марта 2011 г. (раздел IV, п. 4) и в дальнейшем в вопросах налогообложения иностранных работников ОИЯИ руководствоваться решением КПП от 20–23 сентября 1956 г. (раздел V) с зачетом налогов во взнос страны, направившей работника.

Финансовый комитет рекомендовал КПП создать рабочую группу из представителей Республики Армения, Республики Белоруссии, Республики Болгарии, Российской Федерации и Украины для проработки принципов новой методики расчета взносов и рассматривать 2017 г. в качестве ориентировочного года начала применения новой методики.

До введения в действие новой методики и начиная с 2014 г. предложено принять правило, устанавливающее, что если взнос любого государства-члена, рассчитанный на очередной финансовый год, ниже прямых расходов на содержание персонала, направленного в ОИЯИ полномочным представителем государства-члена, то государство-член помимо уплаты взноса должно уплатить компенсацию в объеме, равном превышению прямых расходов на содержание персонала над взносом государства-члена.

Прямые расходы рассчитываются как сумма расходов на заработную плату, дополнительную оплату труда, добровольное медицинское страхование и компенсацию социальных расходов в России за второе полугодие $n-2$ года и первое полугодие

$n-1$ года, где n — год, на который рассчитываются взносы.

Финансовый комитет рекомендовал ограничить ежегодный объем компенсации прямых расходов на содержание персонала в пределах роста взноса в размере 30 % с учетом роста бюджета Института.

По докладу помощника директора Института по финансовым и экономическим вопросам В.В. Катрасева «О проекте бюджета ОИЯИ на 2014 г., о проекте взносов государств-членов ОИЯИ на 2015, 2016, 2017 гг.» Финансовый комитет рекомендовал КПП утвердить бюджет ОИЯИ на 2014 г. с общей суммой расходов 158,89 млн долларов США, а также взносы государств-членов ОИЯИ на 2014 г., определить ориентировочный размер бюджета ОИЯИ по доходам и расходам на 2015 г. в сумме 180,73 млн долларов США, на 2016 г. — в сумме 207,40 млн долларов США, на 2017 г. — в сумме 217,56 млн долларов США, принять ориентировочные суммы взносов и выплаты задолженностей государств-членов ОИЯИ на 2015, 2016, 2017 гг., а также разрешить дирекции ОИЯИ проиндексировать окладную и тарифную части заработной платы всех членов персонала с учетом возможностей бюджета Института на 2014 г., в соответствии с Коллективным договором ОИЯИ на 2011–2013 гг.

Финансовый комитет принял к сведению доклад начальника группы ЛИТ М.В. Башашина, в котором была представлена информация по переходу в ОИЯИ на платформу 1С 8.2, по внедрению системы электронного документооборота и разработке системы управления проектом NICA.

Заслушав доклад заместителя директора ЛФВЭ Г.В. Трубникова «О подготовке сооружения комплекса NICA», Финансовый комитет отметил прогресс по подготовке технического проекта и строительных работ по комплексу NICA и поздравил коллектив ОИЯИ с успешным прохождением государственной экспертизы.

Приняв к сведению результаты работы конкурсной комиссии международного тендера в выборе генерального подрядчика по сооружению комплекса NICA, Финансовый комитет выразил благодарность за эффективную работу и одобрил усилия дирекции, направленные на привлечение компаний из стран-участниц к участию в конкурсе.

Одобрив представленный рейтинг из компаний-участников: 1) ЗАО «Штрабаг»; 2) PSJ (Чехия); 3) «Budostal-3» (Польша), — Финансовый комитет поручил директору Института организовать работу по подготовке и подписанию контракта на генеральный подряд до 10 февраля 2014 г.

Финансовый комитет рекомендовал КПП поддержать предложенный график финансирования и этапы работ по сооружению комплекса NICA на 2014–2017 гг. и поручить дирекции Института обеспечить необходимые шаги для их реализации, приняв в качестве информации проект графика финансирования проекта NICA на период 2018–2020 гг.

Финансовый комитет выразил благодарность начальнику группы ЛФВЭ Ю.А. Митрофановой за интересный и содержательный доклад «Развитие криогенных систем комплекса NICA».

СЕССИИ ПРОГРАММНО-КОНСУЛЬТАТИВНЫХ КОМИТЕТОВ

37-я сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред состоялась 21–22 января под председательством профессора В. Канцера.

Председатель ознакомил ПКК с докладом, представленным на сессии Ученого совета ОИЯИ в сентябре 2012 г., и информацией о выполнении рекомендаций предыдущей сессии ПКК. Вице-директор ОИЯИ М.Г. Иткис проинформировал ПКК о резолюции 112-й сессии Ученого совета Института и решениях Комитета полномочных представителей ОИЯИ.

ПКК высоко оценил успешное начало программы пользователей ЛНФ на комплексе спектрометров реактора ИБР-2 и отметил, что развитие и внедрение программы пользователей спектрометров ИБР-2 должно оставаться одним из важнейших направлений деятельности лаборатории в 2013 г.

ПКК принял к сведению информацию о пуске холодного замедлителя нейтронов на модернизированном реакторе ИБР-2, позволяющем вывести исследование на реакторе на качественно новый уровень и обратился к дирекции ОИЯИ с просьбой о приобретении новой современной криогенной машины для обеспечения холодным гелием создаваемых замедлителей нейтронов.

Заслушав доклады о ходе модернизации установок ЛНФ, ПКК выразил озабоченность задержкой работ по созданию нового многофункционального рефлектометра с горизонтальной плоскостью рассеяния GRAINS, в связи с чем рекомендовал руководителям работ принять все возможные меры для скорейшего завершения процесса создания основной конфигурации GRAINS, выразив надежду, что результаты первых экспериментов будут представлены на следующей сессии ПКК.

По докладу о пуске в эксплуатацию модернизированных дифрактометров ЭПСИЛОН-МДС и СКАТ на пучке 7А, после завершения установки новых модернизированных нейтронных пучков 7А1 и 7А2, используемых для дифрактометров ЭПСИЛОН-МДС и СКАТ соответственно.

ПКК с большим интересом заслушал предложение об открытии новой темы и проекта «Исследование космического вещества на Земле и в ближайшем космосе; исследование биологических и геохимических особенностей ранней Земли», отметив, что Лаборатория радиационной биологии рассматривается как уникальное место в связи с планируемым созданием здесь банка данных по космической пыли. ПКК обратил внимание авторов предложения на дополнительные ядерные аналитические методы, доступные в ОИЯИ и организациях-партнерах. Развитие таких исследований важно не только для изучения базовых аспектов возникновения и эволюции биологических систем на Земле в связи с различными космическими объектами, но и для практической реализации космических полетов. Использование физических методов анализа является главной идеей предлагаемой темы. ПКК высоко оценил предложенные подходы как существенный фактор прогресса в этом новом и динамично развивающемся научном направлении и рекомендовал открыть новую тему на период 2013–2015 гг.

Заслушав отчет о деятельности Учебно-научного центра (УНЦ) в рамках темы «Организация, обеспечение и развитие учебного процесса в ОИЯИ», ПКК одобрил предложение о продолжении образовательной деятельности в 2014–2018 гг. в рамках новой темы «Организация, обеспечение и развитие образовательной программы ОИЯИ», отметив необходимость усилить взаимодействие с ведущими университетами стран-участниц с целью привлечения молодежи для реализации флагманских проектов в ОИЯИ.

ПКК с интересом заслушал научные доклады Т. В. Тропина «Кинетические эффекты в растворах фуллерена» и Ю. М. Шукринова «Параметрический резонанс в системе связанных джозефсоновских переходов», отметив их высокий уровень.

ПКК принял к сведению информацию о выездной сессии бюро Отделения физиологии и фундаментальной медицины Российской академии наук (27–28 июня 2012 г., Дубна), особо отметил решения бюро ОФФМ РАН, носящие программный характер и отражающие стратегию дальнейших исследований в области космической радиобиологии в ОИЯИ, и рекомендовал в дальнейшем регулярно проводить в ОИЯИ научные конференции в формате выездных сессий отделений РАН.

Ознакомившись с информацией о проведении Международной научной школы для молодых уче-

ных и студентов «Современная нейтронография» (24–28 сентября 2012 г., Дубна), ПКК высоко оценил научную программу и результаты школы, настоятельно рекомендовав в дальнейшем ежегодно проводить эту школу.

Лучшей работой из представленных молодыми учеными ЛНФ в различных областях физики конденсированных сред в качестве стендовых сообщений признана «Кинетика роста кластеров в полярных растворах фуллеренов: исследование раствора C_{60}/NMP » (Н. Жаргалан). ПКК также отметил высокий уровень еще двух стендовых сообщений: «Измерения профилей нейтронных пучков на реакторе ИБР-2» (А. В. Чураков) и «Индукцированные давлением изменения в сегнетоэлектриках со структурой перовскита» (С. Джабаров).

37-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике состоялась 24–25 января под председательством профессора Ф. Пикмаля.

Председатель сессии ПКК представил сообщение о выполнении рекомендаций предыдущей сессии. Вице-директор ОИЯИ М. Г. Иткис проинформировал ПКК о резолюции 112-й сессии Ученого совета Института (сентябрь 2012 г.) и решениях Комитета полномочных представителей (ноябрь 2012 г.).

ПКК отметил, что одним из основных научных достижений по ядерной физике в прошедшем году помимо международного признания открытий 114-го и 116-го элементов стало успешное завершение экспериментов по синтезу 117-го элемента.

Заслушав доклад о ходе работы по развитию установки ИРЕН, ПКК отметил прогресс в подготовке научной программы, включая экспериментально-методическую базу для проведения исследований, и оценил первые научные результаты, полученные на установке, подчеркнув необходимость продолжить работы по дальнейшему развитию самого источника ИРЕН с целью достижения проектных параметров, а также провести сборку второй ускорительной секции установки и усовершенствование мишенного узла в кратчайшие сроки.

ПКК принял к сведению отчет о реализации совместного с ИТЭФ (Москва) проекта «Нейтринный детектор DANSS». Целью проекта является создание детектора реакторных антинейтрино на основе твердотельных пластических сцинтилляторов и поиск стерильных нейтрино. Начало монтажа основного детектора DANSS под реактором Калининской АЭС было намечено на март 2013 г. во время плановой остановки реактора. Модельные эксперименты, проведенные с пилотным вариантом DANSSino, представляющим собой 1/25-ю часть детектора DANSS, позволили убедиться в эффективности защиты, правильном выборе конструкции и регистрирующей электронной аппаратуры.

ПКК заслушал доклад по научной программе, касающейся первых экспериментов на вторичных

пучках радиоактивных ядер строящегося фрагмент-сепаратора АКУЛИНА-2, и поддержал предложение о включении спектрометра нулевого градуса в эту установку с целью расширения ее экспериментального потенциала, в частности, путем проведения измерений инвариантных масс.

ПКК заслушал доклад, содержащий концепцию новой установки «Магнитный анализатор высокого разрешения (МABP)», создаваемой на базе магнита МСП-144 и дублета квадрупольей, которую планируется разместить в экспериментальном зале У-400R. Анализатор МABP способен работать как на стабильных, так и на радиоактивных пучках ионов, получаемых на ускорительном комплексе У-400–У-400М. ПКК рекомендовал представить на одной из сессий доклад с учетом проведения дополнительных усовершенствований, направленных на улучшение разрешающей способности анализатора по массам с помощью более сложной времяпролетной системы.

ПКК принял к сведению отчет о деятельности Учебно-научного центра в рамках темы «Организация, обеспечение и развитие учебного процесса в ОИЯИ», рекомендовал завершить текущую тему в 2013 г. и открыть новую тему «Организация, обеспечение и развитие образовательной программы ОИЯИ» сроком на пять лет (2014–2018 гг.) с первым приоритетом.

ПКК заслушал научные доклады Ю. Н. Копача «Исследование T -нечетных эффектов в делении, индуцированном поляризованными нейтронами» и В. С. Мележика «Ультрахолодные малочастичные процессы в атомных ловушках».

ПКК с интересом ознакомился со стендовыми докладами молодых ученых в области ядерной физики и выбрал три лучших постера: «DANSSino: пробная версия нейтринного детектора DANSS» И. В. Житникова, «Роль оболочечной структуры сталкивающихся ядер в реакциях слияния–деления» В. Л. Литневского и «Алгоритм численного решения задачи рассеяния в двух измерениях» Е. А. Ковалья и О. А. Коваль, рекомендовав доклад И. В. Житникова для представления на 113-й сессии Ученого совета ОИЯИ в феврале 2013 г.

38-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц состоялась 28–29 января под председательством профессора И. Церруя.

Вице-директор ОИЯИ Р. Ледницки проинформировал ПКК о резолюции 112-й сессии Ученого совета ОИЯИ (сентябрь 2012 г.) и решениях Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ (ноябрь 2012 г.).

ПКК с интересом заслушал доклад о проекте «Нуклотрон-NICA» и отметил существенный прогресс в работах по созданию элементов комплекса NICA: успешное начало испытания новых источников частиц и сооружение бустера, ак-

тивные исследовательские работы по новому тяжелоионному линаку и коллайдеру. Комитет счел очень важным решение о начале строительных работ по сооружению коллайдера в 2013 г., что позволит выдержать план реализации проекта.

ПКК с удовлетворением воспринял сообщение о стабильной работе нуклотрона в ходе 46-го сеанса (ноябрь–декабрь 2012 г.) и поддержал планы по улучшению качества пучка, ожидая на следующих заседаниях доклады о новых экспериментальных результатах, полученных на пучках нуклотрона.

ПКК с удовлетворением отметил внесение новых дополнений в «белую книгу» по исследовательской программе проекта NICA. Он рекомендовал продолжить эту важную работу и провести углубленный анализ всех собранных в «белой книге» предложений для того, чтобы совместно с участниками экспериментов MPD и «Барионная материя на нуклотроне» (BM@N) определить реалистические измерения, требуемые для проверки достоверности моделей и теорий.

ПКК поддержал продолжение интенсивного и весьма плодотворного диалога между командой MPD и Экспертным комитетом по детектору MPD. Поздравив участников проекта MPD с успехами в создании прототипов детектора и оптимизации его характеристик, комитет одобрил планы по подготовке технического проекта установки и ее основных подсистем.

Заслушав доклады о выполнении проектов «Линейный коллайдер», BM@N, OPERA и BOREXINO, ПКК одобрил предложения об их продлении на последующие несколько лет. Комитет также отметил значимость планов по участию групп ОИЯИ в модернизации детекторов ALICE, ATLAS и CMS, одобрив работу по этим проектам до 2015 г.

ПКК с интересом заслушал доклады «Первые уроки LHC: бозон Хиггса и суперсимметрия» и «Дисперсионные силы: теория и эксперимент», представленные, соответственно, Д. И. Казаковым и И. Г. Пироженко. Комитет особо отметил сообщение А. П. Нагайцева «Электромагнитная калориметрия для экспериментов в ОИЯИ и ЦЕРН» о разработанной в ОИЯИ новой системе считывания информации и об успешных испытаниях прототипа калориметра, поздравив группу ОИЯИ с важным достижением в улучшении характеристик установки COMPASS в ЦЕРН и детектора MPD в ОИЯИ.

Более 20 стендовых докладов по физике частиц было представлено ПКК молодыми учеными ЛТФ, ЛЯП и ЛФВЭ. Сообщение М. О. Гончара «Прецизионное измерение $\sin^2(2\theta_{13})$ в эксперименте с реакторными нейтрино Daya Bay», признанное лучшим, было рекомендовано для доклада на сессии Ученого совета в феврале 2013 г.

39-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц состоялась 10–11 июня под председательством профессора И. Церруа.

ПКК принял к сведению информацию, представленную вице-директором ОИЯИ Р. Ледницким, о резолюции 113-й сессии Ученого совета ОИЯИ (февраль 2013 г.), решениях Комитета полномочных представителей государств-членов ОИЯИ (март 2013 г.) и приветствовал инициативу дирекции ОИЯИ о получении статуса наблюдателя в ЦЕРН.

ПКК отметил успехи в реализации проекта «Нуклотрон-NICA» и поздравил участников с достижением стабильности в работе нуклотрона в 47-м сеансе, с существенным улучшением качества пучка и успешной реализацией режима стохастического охлаждения, что сделано впервые на нуклотроне.

Комитет вновь решительно поддержал программу с фиксированной мишенью на нуклотроне и эксперимент VM@N, рассматривая их как важную составляющую проекта NICA. ПКК призвал руководство проекта VM@N добиться заинтересованности участвующих в эксперименте институтов в том, чтобы обеспечить реализацию этой программы к моменту завершения строительства ускорительного комплекса. В частности, требуется подготовить реальный план первого этапа создания детектора для работы с пучками нуклотрона.

По информации о ходе подготовки «белой книги» ПКК с удовлетворением отметил первые шаги по выделению наиболее приоритетных предложений. Комитет рекомендовал продолжить эту важную работу и приветствовал сотрудничество теоретиков и экспериментаторов с целью создания первоочередной программы физических исследований на установках VM@N и MPD.

ПКК принял к сведению доклад о ходе выполнения работ по проекту MPD, высоко оценил физическую программу и стратегию первоочередных экспериментов в первые годы работы комплекса NICA. Комитет отметил значительный прогресс в создании прототипов детектора, а также сложности, связанные с производством магнита MPD и строительством здания NICA. ПКК одобрил ход работ по подготовке технического проекта эксперимента и технический проект для подсистемы TPC.

ПКК с интересом заслушал доклад Экспертного комитета по детектору MPD, представленный Х. Гутбродом, и высоко оценил роль Экспертного комитета в проведении всесторонней оценки проекта.

ПКК отметил успехи физиков ОИЯИ в модернизации детекторов на ЛНС. Признавая научную значимость результатов, полученных в экспериментах во время первых сеансов работы ЛНС, Комитет призывает дубненских ученых более активно выступать с докладами на конференциях и участвовать в анализе экспериментальных данных.

ПКК поздравил группу ОИЯИ и коллаборацию BES-III с интересным результатом — наблюдением нового, чармониеподобного состояния $Z_c(3900)$ — и рекомендовал продлить реализацию проекта до конца 2016 г.

ПКК высоко оценил результаты работ по завершающейся теме «Теория элементарных частиц», отметил взаимосвязь теоретических исследований и экспериментальной программы ОИЯИ и поддержал продолжение теоретических работ в области физики элементарных частиц в рамках новой темы «Теория фундаментальных взаимодействий на период 2014–2018 гг.».

ПКК принял к сведению отчет по завершающейся теме «Современная математическая физика: гравитация, суперсимметрия, интегрируемость», отметил успешную организацию международных конференций, совещаний, школ и поддержал продолжение работ в рамках темы «Современная математическая физика: струны и гравитация, суперсимметрия и интегрируемость» на период 2014–2018 гг.

ПКК поддержал предложение об открытии новой темы «Методы, алгоритмы и программное обеспечение для моделирования физических систем, математической обработки и анализа экспериментальных данных». Рассматривая разработку численных методов, алгоритмов и программ с использованием новых вычислительных технологий для многоядерных и гибридных архитектур как главную задачу ЛИТ, ПКК рекомендовал одобрить открытие этой темы на период 2014–2016 гг. В исследовательских программах, где экспертная поддержка и участие специалистов ЛИТ не связаны с развитием инфраструктуры информационных технологий в ОИЯИ, Комитет попросил прояснить подход к распределению ресурсов, выбору направлений исследований, а также каким образом пользователь участвует в покрытии расходов на эту поддержку.

ПКК одобрил открытие новой темы «Информационная и компьютерная инфраструктура ОИЯИ» на период 2014–2016 гг., признав необходимость существенного роста информационно-технологического потенциала ОИЯИ и важность создания в ОИЯИ центра Tier1.

Комитет высоко оценил успешные результаты образовательных программ по современной теоретической физике, организацию рабочих совещаний и школ для студентов и молодых ученых, курсов лекций для студентов, выпускников и аспирантов из стран-участниц ОИЯИ и других стран в рамках темы «Дубненская международная школа современной теоретической физики (DIAS-TH)» и поддержал продолжение образовательной работы в рамках данной темы на период 2014–2018 гг.

ПКК принял к сведению письменные отчеты по экспериментам DIRAC, PANDA и CBM, отчеты по эксперименту COMPASS-II и проекту «Исследование глубоко подкритических электроядерных систем

и возможностей их применения для производства энергии в трансмутации РАО» и рекомендовал их продление до конца 2016 г. (DIRAC — до конца 2015 г.).

ПКК заслушал и высоко оценил научный доклад «Наблюдение и исследование экзотических чармониеподобных состояний в эксперименте BES-III», представленный Д. В. Дедовичем.

ПКК с интересом ознакомился со стендовыми сообщениями молодых ученых ЛТФ, ЛИТ и ЛФВЭ в области физики частиц и выбрал сообщение «Измерение асимметрии вперед-назад в рождении мюонов в процессах Дрелла-Яна в эксперименте CMS», подготовленное И. Н. Горбуновым, для доклада на сессии Ученого совета в сентябре 2013 г.

38-я сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред состоялась 17–18 июня под председательством профессора В. Канцера.

Председатель ознакомил ПКК с докладом, представленным на сессии Ученого совета ОИЯИ в феврале 2013 г., о выполнении рекомендаций предыдущей сессии ПКК. Вице-директор ОИЯИ М. Г. Иткин проинформировал ПКК о резолюции 113-й сессии Ученого совета Института и решениях Комитета полномочных представителей ОИЯИ.

Заслушав доклад о выполненных в течение 2011–2013 гг. работах по теме «Развитие реактора ИБР-2М с комплексом криогенных замедлителей нейтронов» и предложение по ее продлению на период 2014–2016 гг., ПКК с удовлетворением отметил, что после завершения модернизации реактор ИБР-2 устойчиво работает на мощности 2 МВт и обеспечивает проведение экспериментов на выведенных пучках нейтронов в соответствии с планом, включая выполнение экспериментов с использованием криогенного замедлителя КЗ 202 для нейтронных каналов 7–11. ПКК подчеркнул, что большая часть работ по созданию комплекса криогенных замедлителей выполняется впервые в мире. Используются новые научно-технические решения, что требует проведения большого объема экспериментальных исследований, связанных с поэтапным внедрением комплекса криогенных замедлителей. ПКК рекомендовал продлить эту тему на период 2014–2016 гг.

По информации о научных результатах в области физики конденсированных сред, полученных на модернизированном реакторе ИБР-2, ПКК подчеркнул значение выполнения программы регулярных физических экспериментов в соответствии с пользовательской политикой, а также отметил важность продолжения работы по вводу в эксплуатацию модернизируемых физических установок на выведенных пучках нейтронов, необходимость и актуальность предлагаемых шагов по разработке нового оборудования, важного для безопасной эксплуатации реак-

тора, в частности, резервного подвижного отражателя ПО-3Р.

Заслушав отчет по завершающейся теме «Теория конденсированных сред и новые материалы», ПКК высоко оценил результаты, полученные по основным направлениям исследований, таким как физические свойства комплексных материалов и наноструктур, математические проблемы многочастичных систем, и одобрил связь выполняемых теоретических исследований с экспериментальными программами ОИЯИ. ПКК поддержал продолжение исследований по теории конденсированных сред в 2014–2018 гг. в рамках новой темы «Теория конденсированных сред», посвященной развитию аналитических и численных методов изучения сложных многочастичных систем, актуальных для современной физики конденсированных сред.

ПКК принял к сведению письменный отчет по завершающейся теме «Математическая поддержка экспериментальных и теоретических исследований, проводимых в ОИЯИ» и предложение об открытии новой темы «Методы, алгоритмы и программное обеспечение для моделирования физических систем, математической обработки и анализа экспериментальных данных» в рамках направления «Сети. Компьютинг. Вычислительная физика». Отметив высокий уровень, актуальность и востребованность предлагаемых исследований в ОИЯИ и странах-участницах, ПКК рекомендовал открыть новую тему на период 2014–2016 гг.

ПКК одобрил предложение об открытии нового проекта «Развитие современных образовательных программ» на период 2014–2016 гг. в рамках новой темы УНЦ «Организация, обеспечение и развитие образовательной программы ОИЯИ», подчеркнув высокую актуальность проекта, его большое значение для повышения качества образования и привлечения в науку талантливой молодежи из стран-участниц ОИЯИ.

ПКК с удовлетворением отметил начало экспериментальных работ на дифрактометре ДН-6 и новые перспективы для научных исследований, связанные с вводом установки в эксплуатацию. Учитывая, что ДН-6 входит в число лучших установок в мире для нейтронных исследований материалов в условиях экстремальных воздействий, ПКК рекомендовал дальнейшее продолжение работ по развитию ДН-6 с первым приоритетом и ввод дифрактометра в процесс реализации программы пользователей.

Заслушав доклад о текущем состоянии проекта GRAINS по созданию нового многофункционального рефлектометра с горизонтальной плоскостью рассеяния на 10-м канале реактора ИБР-2, ПКК с удовлетворением отметил начало экспериментальных работ на рефлектометре GRAINS и выразил надежду, что первая стадия ввода установки в эксплуатацию будет завершена в 2013 г.

Приняв к сведению доклад о текущем состоянии спектрометра НЕРА-ПР, ПКК рекомендовал провести необходимые работы для повышения качества вакуумирования сплиттера и полностью поддержать развитие окружения образца на установке.

ПКК с большим интересом заслушал научные доклады «Радиационная стойкость наноструктурированных материалов к воздействию тяжелых ионов с энергиями осколков деления» В. А. Скуратова, «Спин-флуктуационный механизм высокотемпературной сверхпроводимости в купратах» Н. М. Плакиды и «Зондовая нейтронная микроскопия для исследования магнитных микроструктур» С. В. Кожевникова. ПКК поздравил авторов сообщений с выдающимися результатами и рекомендовал продолжить практику представления научных докладов на будущих сессиях.

Приняв к сведению стендовые сообщения, представленные молодыми учеными ЛТФ, ПКК избрал работу «Малоугловое рассеяние на мультифазных системах: исследование перехода между областью Порода и фрактальной областью» (Е. Анитас) в качестве лучшего сообщения на данной сессии и рекомендовал представить его в виде устного доклада на сессии Ученого совета Института в сентябре 2013 г. ПКК также отметил высокий уровень двух других стендовых сообщений: «Исследование электронного туннелирования в системе графен–ДНК–графен» (О. Г. Исаева) и «Фотопроводимость систем с сильно коррелированными электронами» (А. А. Владимиров).

Члены ПКК посетили Научно-производственный комплекс «Бета», расположенный в особой экономической зоне «Дубна», и выразили надежду на организацию аналогичных визитов на площадке других резидентов экономической зоны.

38-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике состоялась 20–21 июня под председательством профессора В. Грайнера.

Председатель ПКК представил сообщение о выполнении рекомендаций предыдущей сессии. Вице-директор ОИЯИ М. Г. Иткис проинформировал ПКК о резолюции 113-й сессии Ученого совета Института (февраль 2013 г.) и решениях Комитета полномочных представителей (март 2013 г.).

Заслушав доклад о результатах трехлетней работы ЛЯР, выполненной в соответствии с Семилетним планом развития ОИЯИ на 2010–2016 гг., ПКК дал высокую оценку достижениям лабораторий в основных научных направлениях, включая реализацию проекта DRIBs-III, и отметил, что работы по проекту DRIBs-III идут в соответствии с утвержденным ранее графиком. Принимая во внимание существенное расширение проекта, ПКК рекомендовал внести корректировки, чтобы полностью оптимизировать его выполнение как по финансовой смете, так и по срокам. В рамках семилетнего плана должно

быть реализовано в полном объеме решение таких первоприоритетных задач, как создание в ОИЯИ первой в мире фабрики СТЭ, включающей сооружение и запуск нового ускорителя ДЦ-280, и строительство нового корпуса с экспериментальными установками для синтеза и изучения свойств СТЭ; выполнение научной программы по синтезу СТЭ (на У-400); завершение работ по модернизации У-400М и создание нового сепаратора АКУЛИНА-2 для исследований экзотических радиоактивных ядер. ПКК настоятельно рекомендовал дирекции ОИЯИ не только решить финансовые вопросы, но и найти необходимые кадровые ресурсы для успешного завершения амбициозного проекта DRIBs-III.

ПКК заслушал доклад по нейтринной физике в ОИЯИ, отметил высокий уровень исследований и весомый вклад Института в планируемые нейтринные эксперименты. ПКК одобрил идею создания новой лаборатории на Калининской АЭС, которая будет уникальной экспериментальной инфраструктурой для нейтринных исследований в ОИЯИ и странах-участницах.

ПКК принял к сведению отчет по закрываемой теме «Структура и динамика атомных ядер» и предложение по открытию новой темы «Теория структуры ядра и ядерных реакций». Высоко оценив результаты, полученные по основным направлениям исследований: структурным особенностям ядер, удаленных от линии стабильности, ядро-ядерным столкновениям, малочастичным системам, ядерной динамике при релятивистских энергиях, свойствам горячей и плотной ядерной материи, ПКК поддержал продолжение исследований по теории ядра на 2014–2018 гг. в рамках новой темы с первым приоритетом.

Заслушав отчет по теме «Исследования в области нейтронной ядерной физики» и предложение по ее продлению, ПКК указал на большой объем и высокий уровень экспериментов, включающих в себя программу по ядерным данным и прикладным исследованиям на установках ИРЕН и ИБР-2, а именно, измерение сечений реакций (n, p) и (n, α) в области энергий нейтронов до нескольких МэВ. Существенный прогресс был достигнут в экспериментальной проверке слабого принципа эквивалентности с использованием ультрахолодных нейтронов, а также в изучении особенностей T -нечетных эффектов в тройном делении. ПКК рекомендовал продлить тему на 2014–2016 гг. с первым приоритетом, подготовить в рамках темы проект «Развитие установки ИРЕН» и представить его на следующей сессии ПКК.

ПКК заслушал отчеты по проектам TRITON и GDH&SPASCHARM, выполняемым в рамках темы «Физика легких мезонов», и предложения по их продлению. Проект TRITON нацелен на получение новых данных для реакций синтеза изотопов водорода, катализируемых отрицательными мюонами, в экспериментах, которые будут проводиться на фазотроне

ОИЯИ. Анализ экспериментальных данных позволит определить выходы продуктов pt -синтеза с высокой точностью. Проект GDH&SPASCHARM направлен, во-первых, на экспериментальное изучение на ускорителе У-70 (ИФВЭ, Протвино) спиновой структуры протона, включая установление вклада глюонов в спин протонов в глубоконеупругих процессах (SPASCHARM), во-вторых, на изучение спиновой зависимости фоторождения мезонов на поляризованных пучках фотонов (GDH) микротрона МАМІ в Майнце. ПКК положительно оценил подготовку и проведение экспериментов в рамках проектов TRITON и GDH&SPASCHARM и рекомендовал продлить их на 2014–2016 гг.

На сессии ПКК были заслушаны научные доклады М. В. Фронтасевой «Состояние дел в нейтронном активационном анализе на реакторе ИБР-2» и В. И. Фурмана «Исследования электроядерных систем в ОИЯИ и перспективы их развития». Директор

ОИЯИ В. А. Матвеев предложил организовать рабочее совещание по трансмутации ядер с обсуждением предварительных результатов исследований электроядерных систем в ОИЯИ при участии авторитетных специалистов из России и других стран.

ПКК с интересом ознакомился со стендовыми докладами молодых ученых в области нейтронной ядерной физики и отобрал три лучших: «Использование двустворчатых моллюсков в биомониторинге атлантического побережья Южной Африки» З. И. Горяиновой, «Изучение распределения микроэлементов в уличных каньонах Белграда с помощью активного биомониторинга» М. Аничич и «Газовый детектор с бором-10 для спектрометрии по времени пролета с УХН» С. В. Горюнова.

Члены ПКК посетили Центр просвещения имени академика А. Н. Сисакяна в Международном университете «Дубна».



ПРЕМИИ И ГРАНТЫ

Премия им. Б. М. Понтекорво за 2013 г. присуждена профессору Лучано Майани (университет «La Sapienza», Рим, Италия) за выдающийся вклад в физику элементарных частиц, в частности физику слабых взаимодействий и нейтрино.

Президиум Российской академии наук присудил **премию им. В. Г. Хлопина** 2013 г. доктору физико-математических наук С. Н. Дмитриеву (Объединенный институт ядерных исследований) за цикл работ «Идентификация и изучение химических и ядерно-физических свойств новых сверхтяжелых элементов Периодической таблицы элементов Д. И. Менделеева».

Ученый совет Института ядерных исследований РАН постановил присудить **премию им. академика М. А. Маркова** 2013 г. Ю. Г. Куденко — профессору, доктору физико-математических наук, заведующему Отделом физики высоких энергий ИЯИ РАН — и А. Г. Ольшевскому — доктору физико-математических наук, директору Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, «за вклад в исследование нейтринных осцилляций в экспериментах с нейтрино от ускорителей и реакторов и измерение угла смешивания θ_{13} ».

ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ОИЯИ

I. В области теоретической физики

Первая премия

«Теория спиновых флуктуаций и высокотемпературной сверхпроводимости в купратах».

Авторы: Н. М. Плакида, С. Адам, Г. Адам, А. А. Владимиров, Д. Иле, В. С. Удовенко.

Вторая премия

«Переходной формфактор $\gamma\gamma^* \rightarrow \pi^0$ как прецизионный тест коллинеарной КХД».

Авторы: А. П. Бакулев, С. В. Михайлов, А. В. Пимиков, Н. Г. Стефанис.

II. В области экспериментальной физики

Первая премия

«Экспериментальные исследования экзотических ядер ^{26}S , ^{10}Ne , ^6Be и развитие методов корреляционного анализа».

Авторы: М. С. Головков, Л. В. Григоренко, И. А. Егорова, С. А. Крупко, Ю. С. Парфенова,

С. И. Сидорчук, Р. С. Слепнев, Г. М. Тер-Акопьян, А. С. Фомичев, В. Худоба.

Вторые премии

«Проверка с высокой точностью лептонной универсальности в распадах заряженных каонов».

Авторы: Е. А. Гудзовский, В. Д. Кекелидзе, Д. Т. Мадигожин, Ю. К. Потребеников.

«Каналирование нейтронов в слоистых структурах и его использование для создания метода зондовой нейтронной микроскопии».

Авторы: В. К. Игнатович, С. В. Кожевников, Ю. В. Никитенко, Т. Келлер, Я. Майор, Ф. Отт, Ф. Раду, А. Рюм, А. Тьявиль, Ю. Н. Хайдуков.

III. В области научно-методических исследований

Первая премия

«Грид-среда ОИЯИ — элемент российской и глобальной грид-инфраструктуры».

Авторы: Н. С. Астахов, С. Д. Белов, Н. И. Громова, А. Г. Долбилов, В. В. Кореньков, Н. А. Кутовский, В. В. Мицын, Т. А. Стриж, Е. А. Тихоненко, В. В. Трофимов.

Вторые премии

«Создание шарикового холодного замедлителя нейтронов для реактора ИБР-2».

Авторы: В. Д. Ананьев, А. А. Беляков, М. В. Булавин, А. Е. Верхоглядов, Е. Н. Кулагин, С. А. Куликов, А. А. Кустов, К. А. Мухин, И. Натканец, Е. П. Шабалин.

«Системы диагностики низкоэнергетических слабоинтенсивных пучков радиоактивных ядер».

Авторы: Р. А. Астабатьян, М. П. Иванов, Р. Л. Кавалов, С. М. Лукьянов, Э. Р. Маркарян, Ю. Э. Пенионжкевич, В. А. Маслов, Л. Перро, Р. В. Ревенко, В. И. Смирнов.

IV. В области научно-технических прикладных исследований

Первая премия

«Разработка, создание и запуск в эксплуатацию циклотронного комплекса тяжелых ионов ДЦ-110 для промышленного производства трековых мембран».

Авторы: С. Л. Богомолов, Б. Н. Гикал, Г. Г. Гульбекян, С. Н. Дмитриев, И. А. Иваненко, Г. Н. Иванов, Н. Ю. Казаринов, И. В. Калагин, Н. Ф. Осипов, С. В. Пашенко.

ГРАНТЫ

В 2013 г. сотрудники Объединенного института ядерных исследований получили финансовую поддержку Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и фонда Министерства образования и науки Российской Федерации для реализации предложенных ими научных проектов.

Российский фонд фундаментальных исследований профинансировал проекты ОИЯИ в рамках следующих конкурсов: «Инициативные научно-исследовательские проекты» — 53 проекта, «Научные проекты, выполняемые молодыми учеными» — 4 проекта, «Научная работа молодых ученых из стран СНГ в российских научных организациях РФ» и «Научные проекты, выполняемые молодыми учеными под руководством кандидатов и докторов наук в научных организациях РФ» — 3 проекта, «Ориентированные фундаментальные исследования» — 10 проектов.

РФФИ совместно с Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований профинансировал 1 проект, совместно с Немецким научно-исследовательским сообществом Германии — 3 проекта, совместно с Государственным фондом естественных наук Китая — 2 проекта, со-

Вторые премии

«Последние достижения по модернизации криомодуля международного линейного коллайдера (ILC) с использованием технологии сварки взрывом Ni и Nb с нержавеющей сталью».

Авторы: А. Басти, Ф. Бедески, Ю. А. Будагов, Б. Кепарт, С. С. Нагайцев, В. И. Рыбаков, Б. М. Сабиров, Ю. М. Самароков, Э. Хармс, Г. Д. Ширков.

«Реализация режима работы циклотрона АИЦ-144 (Польша), предназначенного для лечения меланомы глаза».

Авторы: И. В. Амирханов, Г. А. Карамышева, И. Н. Киян, Н. А. Морозов, Е. В. Самсонов, К. Даниэл, К. Гугула, Я. Суликовский.

Поощрительные премии

«Спиновая зависимость сечений взаимодействия антипротонов с ядрами дейтерия и ^3He ».

Авторы: Ю. Н. Узиков, Н. Хайденбаур.

«Создание и запуск системы стохастического охлаждения пучков ионов на нуклотроне для ускорительного комплекса NICA».

Авторы: В. В. Селезнев, А. О. Сидорин, Г. В. Трубников, Н. А. Шурхно, Т. Катаяма, Р. Штассен.

вместно с Министерством образования, культуры и науки Монголии — 3 проекта, совместно с Государственным фондом фундаментальных исследований Украины — 2 проекта, совместно с Национальным центром научных исследований Франции — 2 проекта, совместно с Обществом продвижения науки Японии — 1 проект, совместно с Европейским центром ядерных исследований (ЦЕРН) — 3 проекта.

РФФИ оказал финансовую поддержку ОИЯИ по проведению 13 научных конференций в рамках конкурсов «Организация российских и международных научных мероприятий на территории России» и «Организация молодежных научных мероприятий, проведенных на территории России».

По конкурсу исследовательских проектов Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (БРФФИ) и Объединенного института ядерных исследований в 2013 г. профинансировано 14 проектов.

В рамках программы РФФИ «Научная электронная библиотека» поступило финансирование по конкурсу на получение доступа к электронным научным информационным ресурсам зарубежных издательств.

2013

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ
И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО**



JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Основные итоги 2013 г. по международному научно-техническому сотрудничеству Объединенного института ядерных исследований отражают следующие данные:

- проведены совместные исследования с научными центрами стран-участниц, а также международными и национальными организациями других стран по 43 темам первого приоритета и по 1 теме второго приоритета;

- для решения вопросов сотрудничества и участия в научных совещаниях и конференциях Объединенный институт командировал 2823 специалиста;

- для совместных работ и консультаций, а также для участия в совещаниях, конференциях, школах в ОИЯИ было принято 1944 специалиста;

- организовано и проведено 51 международная научная конференция и школа, 24 рабочих совещания и 15 организационных совещаний;

- в лабораториях Института работало 16 стипендиатов.

Международное сотрудничество ОИЯИ оформлено соответствующими соглашениями и договорами. Его развитие предусматривает проведение совместных экспериментов на базовых установках физических центров, получение научных результатов, подготовку общих публикаций участников сотрудничества, поставку оборудования и технологий для заинтересованных сторон и многое другое.

14–15 января в ОИЯИ состоялся международный семинар, посвященный 40-летию сотрудничества между Объединенным институтом ядерных исследований и Национальным институтом физики ядра и элементарных частиц Франции (IN2P3). В числе участников семинара были признанные мировые лидеры совместных исследований и молодые физики, участвующие в новых общих проектах. Научная программа охватывала некоторые аспекты прошедших этапов сотрудничества, а также конкретные вопросы развития ядерно-физических экспериментов во Франции и Дубне.

Открывая семинар, директор ОИЯИ академик В. А. Матвеев отметил, что сотрудничество ученых Дубны и Франции началось в 1957 г. На следующий год после основания ОИЯИ в Дубне работали двое французских ученых, а в 1958 г. Институт посетил лауреат Нобелевской премии Фредерик Жолио-Кюри. В честь этого знаменитого французского физика были названы одна из первых дубненских улиц и площадь, на которой находится административное здание ОИЯИ. Позже во французском городе Кане появилась авеню Дубны. В 1972 г. было подписано первое официальное соглашение о сотрудничестве между ОИЯИ и IN2P3, инициаторами которого выступили академик Н. Н. Боголюбов, возглавлявший тогда Объединенный институт, и Жан Тейяк — один из пионеров ядерной физики Франции, ученик и последователь Ф. Жолио-Кюри. По решению Ученого совета ОИЯИ в 2007 г. имя Жана Тейяка увековечено в названии одной из аллей на территории Института.

О начале и развитии сотрудничества физиков Дубны и Франции в своем докладе рассказал научный руководитель ЛЯР академик РАН Ю. Ц. Оганесян, который работал в течение полутора лет в Орсе, в лаборатории, входящей в состав IN2P3.

В рамках семинара прошли заседания координационного комитета по сотрудничеству. Французские физики посетили лаборатории Института, познакомились с базовыми и экспериментальными установками, детально обсудили существующие и возможные совместные проекты.

23–24 января директор ОИЯИ В. А. Матвеев посетил с рабочим визитом Ереван (Армения). Состоялись переговоры с президентом Национальной академии наук Республики Армения (НАН РА) Р. Мартirosьяном, итогом которых стало подписание договора о сотрудничестве в науке, инновациях и образовании. Стороны намерены проводить совместные исследования в области физики, использования ядерной энергии, нанотехнологий, информационных технологий, в энергетике.

24 января в ОИЯИ с ознакомительным визитом побывал исполняющий обязанности губернатора Московской области А. Ю. Воробьев. В ЛЯР об исследованиях, установках и достигнутых научных результатах гостю рассказали научный руководитель лаборатории академик Ю. Ц. Оганесян, вице-директор ОИЯИ М. Г. Иткис и директор ЛЯР С. Н. Дмитриев. А. Ю. Воробьев осмотрел часть ускорительного комплекса У-400М, где осуществляется синтез новых элементов, установку ИЦ-100, используемую для получения трековых мембран.

В ЛФВЭ и. о. губернатора был ознакомлен со строящимся комплексом NICA/MPD. Директор лаборатории В. Д. Кекелидзе рассказал о научной программе, представил проект ускорительного комплекса.

В Доме ученых ОИЯИ состоялась встреча А. Ю. Воробьева с общественностью, в которой приняли участие представители ОИЯИ, администрации города, особой экономической зоны, университета «Дубна», градообразующих предприятий и общественных организаций.

13 февраля в ОИЯИ побывала делегация из Японии. В нее вошли партнеры общероссийской общественной организации малого и среднего предпринимательства «Опора России» — представители японских общественных организаций, медицинских инновационных фирм, коммерческих компаний. Гости побывали в ЛРБ, ЛЯР, посетили Медикотехнический комплекс ЛЯП. Состоялась беседа с руководителями Института за круглым столом в Доме ученых.

20 февраля в ОИЯИ побывала представительная делегация из Украины во главе с чрезвычайным и полномочным послом Украины в РФ В. Ю. Ельченко. В состав делегации вошли сотрудники посольства, Национальной академии наук Украины, научно-исследовательских институтов, Киевского национального университета.

В дирекции ОИЯИ гостям рассказали об истории, структуре и международном сотрудничестве Института, проектах, реализуемых сейчас, а также научных результатах, получивших международное признание. Беседа касалась сотрудничества с украинскими учеными во всех направлениях — в фундаментальных исследованиях, инновациях и образовательных программах.

После встречи с руководством Института украинским специалистам продемонстрировали крупнейшие базовые установки в ЛФВЭ, ЛЯР, на Медикотехническом комплексе ЛЯП. В завершение визита в Доме ученых ОИЯИ прошла встреча с группой украинских сотрудников.

22 февраля в Лаборатории ядерных проблем состоялась торжественная церемония открытия мемо-

риальной таблички Европейского физического общества у кабинета Б. М. Понтекорво с участием членов Ученого совета ОИЯИ, членов комитета по сотрудничеству ОИЯИ–INFN, сотрудников лаборатории.

Церемонию открыла президент общества Л. Чифарелли (Национальный институт ядерной физики, Италия), отметившая, в частности, что 100-летний юбилей Бруно Понтекорво совпал с 45-летием Европейского физического общества, которое было создано, чтобы продемонстрировать решимость всех ученых общаться независимо от политических пристрастий. Идея отмечать памятными табличками исторические места была выдвинута в 2010 г., чтобы подчеркнуть значимость научного сотрудничества и единения ученых в Европе. Это уже четвертое место, отмеченное знаком общества. Первую табличку установили в Риме в Институте ядерных исследований им. Э. Ферми.

Директор ОИЯИ В. А. Матвеев охарактеризовал Бруно Понтекорво как великого физика и человека, оставившего глубокий след в деятельности Объединенного института и в целом в науке. В церемонии открытия участвовал лауреат премии им. Б. М. Понтекорво профессор Миланского университета Э. Фиорини.

22 февраля в Лаборатории ядерных проблем состоялось первое заседание постоянного комитета по сотрудничеству между Национальным институтом ядерной физики (INFN, Италия) и ОИЯИ с участием представителей INFN, посольства Италии в России, членов дирекции Института и представителей лабораторий.

В ходе встречи прозвучали доклады о проводимых в INFN исследованиях по различным направлениям физики элементарных частиц, ядерной физики, прикладных исследований. Руководители ОИЯИ и лабораторий Института представили обзоры о деятельности ОИЯИ. Были намечены перспективы сотрудничества между двумя научными центрами.

По итогам заседания подписано соглашение о сотрудничестве между INFN (секция в г. Пизе) и ОИЯИ в рамках ранее заключенного рамочного соглашения между INFN и ОИЯИ.

28 февраля в DESY (Гамбург, Германия) состоялось 23-е заседание Координационного комитета по выполнению Соглашения о сотрудничестве между Федеральным министерством образования и исследований ФРГ (BMBF) и ОИЯИ. Делегацию ОИЯИ возглавлял директор Института академик В. А. Матвеев, делегацию BMBF — начальник отдела фундаментальных исследований министерства доктор Б. Фиркорн-Рудольф. В преддверии заседаний комитета прошло двухдневное совещание экспертов по выработке рекомендаций по наиболее перспективным направлениям исследований в рамках соглашения.

Комитет обсудил основные научные результаты, полученные в ОИЯИ в 2012 г., программу научных исследований на 2013 г., трехлетние итоги реализации Семилетнего плана развития ОИЯИ, современные тенденции научной политики в области фундаментальных естественных наук в Германии и Европе. Был детально рассмотрен финансовый отчет о расходовании средств, выделяемых ВМБФ для реализации соглашения.

Члены комитета посетили создаваемый комплекс рентгеновского лазера на свободных электронах XFEL, комплекс исследований с синхротронным излучением PETRA-3, лазер на свободных электронах мягкого рентгеновского диапазона FLASH и Научный центр по исследованиям с лазерами на свободных электронах CFEL.

11–12 марта в Лаборатории физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина прошло рабочее совещание по совместным работам Института ядерной физики им. Г. И. Будкера (Новосибирск) и ОИЯИ в проекте NICA. В делегацию из ИЯФ во главе с директором института академиком А. Н. Скринским и его заместителями — Е. Б. Левичевым и В. В. Пархомчуком вошли ведущие специалисты по динамике пучков в коллайдерах, электронному охлаждению, высокочастотным системам, магнитным системам и системам питания ускорителей. В совещании также принял участие П. Р. Зенкевич (ИТЭФ, Москва) — специалист по динамике частиц, один из членов международного экспертного комитета по проекту NICA. Со стороны ОИЯИ в работе совещания приняли участие руководители проекта, а также разработчики систем комплекса NICA.

Сотрудничество с ИЯФ по проекту NICA было начато в 2008 г. В настоящее время в Новосибирске завершается изготовление ускоряющих высокочастотных станций для бустера, подготовлены физические проекты системы электронного охлаждения бустера, канала транспортировки пучков из нуклофона в коллайдер и высокочастотной системы коллайдера.

Прозвучали сообщения о современном статусе проекта и результатах уже выполненных работ. В ходе совещания, в частности, было принято решение о проведении специалистами ИЯФ расчетов динамики ионов в коллайдере, участии в разработке и, возможно, изготовлении системы электронного охлаждения коллайдера, а также рассмотрена возможность изготовления в Новосибирске импульсных токовых септумов для инжекции в коллайдер. Окончательно принят вариант импульсной магнитофокусирующей системы канала нуклотрон-коллайдер с разработкой и изготовлением в ИЯФ. Предложен вариант поэтапного сооружения и ввода в действие высокочастотной системы коллайдера, что позволит обеспечить своевременное начало работы

комплекса в пусковом варианте. Также рассмотрена возможность опережающего изготовления одной барьерной высокочастотной станции коллайдера и ее испытания на нуклотроне.

Участники совещания осмотрели существующий стенд для испытания сверхпроводящих магнитов, помещение для серийного производства элементов магнитной системы. Была организована экскурсия на действующий ускорительный комплекс ЛФВЭ. Главным итогом совещания стала достигнутая договоренность о более активном участии специалистов ИЯФ в проекте NICA.

5 апреля ОИЯИ посетили заместитель генерального директора, директор блока международной деятельности госкорпорации «Росатом» Н. Н. Спасский и сопровождающие его лица. В дирекции Института делегацию Росатома приняли В. А. Матвеев, М. Г. Иткис, Г. Д. Ширков, Н. А. Русакович, Д. В. Каманин, А. В. Виноградов.

В ходе беседы обсуждались возможности расширения сотрудничества между двумя организациями, в том числе в неядерных приложениях, использования Учебно-научного центра ОИЯИ в образовательных программах Росатома. Во время встречи рассматривались вопросы подготовки визита в ОИЯИ генерального директора МАГАТЭ Юкия Аmano. Гости посетили лаборатории физики высоких энергий и ядерных реакций.

С 22 по 24 апреля директор ОИЯИ В. А. Матвеев посетил с официальным визитом Национальную ускорительную лабораторию им. Э. Ферми (FNAL, США) по приглашению ее дирекции. Директора ОИЯИ встречали и приветствовали директор FNAL П. Оддоне, заместитель директора Янг-Ки Ким, ассоциативный директор — руководитель ускорительного сектора С. Хендерсон, руководитель офиса Департамента энергетики США во FNAL М. Вайс и его заместитель М. Болингер, ассоциативный директор — руководитель сектора по физике частиц Г. Бок, помощник директора Р. Рубинштейн.

22 апреля был подписан меморандум о взаимопонимании между ОИЯИ и FNAL, который предусматривает научную кооперацию между двумя научными центрами по перспективному «Проекту X» FNAL, включающему источник высокоинтенсивных пучков протонов и новые эксперименты по физике редких процессов с участием легких адронов, лептонов и ядер, а также по нейтринной физике с долгосрочной программой на длинной базе пролета нейтрино. Меморандум подразумевает также сотрудничество ОИЯИ–FNAL в реализации проекта NICA и участие в программе, связанной с международным линейным коллайдером ILC.

В. А. Матвеев провел плодотворные встречи с руководителями экспериментов и проектов, в которых ОИЯИ уже принимал и планирует принять активное участие, с руководителями научно-структурных

подразделений и ведущими учеными. Собеседниками директора ОИЯИ были руководитель «Проекта X» С. Холмс, руководитель проекта LBNE (исследования по нейтринной физике) Дж. Стрейт, заместитель руководителя «Проекта X» по ускорительной физике и технике С. Нагайцев, директор Центра по физике ускорителей FNAL В. Шильцев, руководитель эксперимента ORKA (редкие распады положительно заряженных K -мезонов) Р. Тширхарт, соуправитель эксперимента Mu2e (редкие конверсионные переходы мюонов в электроны) Р. Бернштейн, руководитель нейтринного эксперимента NOvA (мюон-электронные осцилляции нейтрино) Дж. Купер, руководитель эксперимента CDF Р. Розер, ведущий теоретик в теоретическом отделе FNAL У. Бардин и др.

Академик В. А. Матвеев встретился с учеными и специалистами из России, ныне работающими во FNAL, а также с группой сотрудников ОИЯИ, задействованных в работах и исследованиях по совместным проектам. Директор ОИЯИ имел возможность ознакомиться с экспериментальным оборудованием, готовящимся для «Проекта X», комплекса коллайдера ILC и эксперимента Mu2e.

24 апреля по итогам всех встреч, переговоров, обсуждений состоялся обмен мнениями между В. А. Матвеевым и П. Оддоне, которые оценили этот трехдневный визит как весьма успешный и плодотворный, повышающий уровень научного сотрудничества между ОИЯИ и FNAL. Во встречах принимал участие советник директора ОИЯИ Г. А. Козлов.

13–19 мая в Дубне работало 3-е координационное совещание по исследовательскому проекту МАГАТЭ «Разработка, характеристика и испытания материалов, используемых в ядерной энергетике, на нейтронных пучках». Главная задача проекта — исследования конструкционных материалов (в основном сталей и сплавов на основе циркония), а также развитие некоторых новых экспериментальных методик, в частности нейтронной томографии.

Совещание продолжило серию встреч специалистов в рамках проекта МАГАТЭ CRP-1575 (2009–2013) и было организовано МАГАТЭ, ЛНФ ОИЯИ и госкорпорацией «Росатом». Совещания призваны способствовать использованию передовой техники нейтронных пучков для решения актуальных проблем исследования материалов в области ядерной энергетике, стандартизации подходящих экспериментальной техники и методов моделирования, возникновению коллабораций между участниками проекта. В совещании приняли участие представители 18 стран-участниц МАГАТЭ из Европы, Азии, Северной и Южной Америки, Австралии.

За пять дней работы совещания его участники не только отчитались о проведенных исследованиях, но и посетили импульсный реактор ИБР-2 и познакомились с Дубной. По итогам совещания были намечены

основные научные направления, по которым продолжится сотрудничество этих исследовательских групп.

17 мая в дирекции ОИЯИ состоялась рабочая встреча с представителями Еврокомиссии, которые накануне участвовали в совещании в Москве в Минобрнауки РФ как члены исполнительного комитета Евросоюза по вопросам развития исследовательской инфраструктуры и координации совместных работ по проектам мега-сайенс, реализуемым в российских научных центрах и ОИЯИ, включенным в российскую государственную программу на 2013–2020 гг.

В переговорах в министерстве, а затем в Дубне принимали участие руководитель департамента развития приоритетных направлений науки и техники Минобрнауки РФ С. В. Салихов и его коллеги, руководитель подразделений по исследовательской инфраструктуре Еврокомиссии Анна Арано Антелло, эксперты Евросоюза — бывший генеральный директор ЦЕРН Роберт Эймар, представитель СЕА Сюзанн Гота Голдман (Франция), член Форума европейской стратегии по научно-исследовательской инфраструктуре (ESFRI) Жан Муле, профессор Стив Майерс (ЦЕРН), директор GSI (Германия) Хорст Штокер, советник по науке и инновациям представительства ЕС в РФ Ричард Бургер, а также, со стороны ОИЯИ, заместитель директора ЛФВЭ А. С. Сорин, который проинформировал участников совещания о ходе работ по проекту NICA в Дубне.

В дирекции Института представители Еврокомиссии приняли В. А. Матвеев, Р. Ледниcki, Н. А. Русакович, В. Д. Кекелидзе, А. С. Сорин, Г. В. Трубников, Д. В. Каманин. Директор ОИЯИ и его коллеги представили программу научно-исследовательской деятельности Института, рассказали о международном сотрудничестве и участии стран-участниц и ассоциированных членов в проектах Семилетнего плана развития ОИЯИ, уделив особое внимание проекту NICA. Гости побывали в Лаборатории физики высоких энергий на основных научно-технологических участках, где ведутся работы по проекту NICA, встретились с ведущими специалистами.

18 мая ОИЯИ посетили генеральный директор Международного агентства по атомной энергии Юкия Аmano и сопровождающие его лица. Глава МАГАТЭ с большим интересом ознакомился с исследованиями и проектами лабораторий физики высоких энергий и ядерных реакций. Многолетнее сотрудничество ОИЯИ с МАГАТЭ осуществляется в сфере подготовки молодых специалистов, проведении экспертных работ. На встрече в дирекции с участием директора Объединенного института В. А. Матвеева, вице-директоров Р. Ледниcki и М. Г. Иткиса, главного ученого секретаря Н. А. Русаковича, его заместителя Д. В. Каманина, главного инженера ЛНФ

А. В. Виноградова обсуждались возможности дальнейшего расширения и укрепления сотрудничества.

22 мая в МИРЭА и ЛИТ ОИЯИ побывали профессор Туринского классического университета и Туринского политехнического университета (Италия) — ведущие специалисты в области информационных технологий: заместитель директора департамента информационных технологий Туринского университета Л. Лезмо, проректор Туринского политехнического университета Э. Мачии, профессор коммуникаций и информационных технологий Туринского политехнического университета М. Марсан.

В ЛИТ гостей приветствовали директор лаборатории В. В. Кореньков, его заместители Г. Адам и Т. А. Стриж, которые ознакомили их с направлениями деятельности ЛИТ, рассказали о работе УНЦ ОИЯИ. Итальянские профессора, в свою очередь, представили свои университеты и поделились планами по обмену студентами и организации совместных исследовательских программ. Гости познакомились с размещенными в ЛИТ постоянными фотовыставками, посвященными М. Г. Мещерякову и Д. И. Блохинцеву.

29 мая Лабораторию нейтронной физики им. И. М. Франка посетила делегация китайских ученых во главе с вице-директором Северо-западного института ядерных технологий (г. Сиань) проф. Хей Донгвеем. В состав делегации входили сотрудники института: секретарь-референт директора Дин Бин, профессор Ву Енчан, старшие научные сотрудники Чжан Жианфу и Сун Чжаохуэй, ранее проходивший стажировку в ЛНФ. Они представили свои планы по созданию и применению высокоинтенсивного источника γ -излучения на основе инверсного комптоновского рассеяния. Руководство лаборатории ознакомило членов делегации с основными направлениями деятельности ЛНФ. Специалисты лаборатории поделились опытом создания импульсного нейтронного источника на базе линейного ускорителя электронов. Китайские ученые посетили установки ИРЕН и РЕГАТА, реактор ИБР-2.

По итогам визита гости выразили желание расширить сотрудничество с ЛНФ в исследованиях с использованием методов нейтронной спектроскопии и намерение обсудить возможность приема китайских сотрудников в ЛНФ на длительный срок для участия в совместных работах.

18 июня ЛНФ ОИЯИ посетили ректор Университета г. Нова-Горица (Словения) Д. Завртаник и проректоры Г. Братина и М. Франко с целью ознакомления с передовыми исследованиями в области физики твердого тела.

О научной программе ЛНФ и возможностях реактора ИБР-2 гостям рассказали директор лаборатории В. Н. Швецов, руководители отделов А. В. Белушкин

и Д. П. Козленко. Руководство словенского университета также заинтересовала образовательная программа Учебно-научного центра ОИЯИ и возможность участвовать в международных студенческих практиках.

10 июля в Дубне состоялось 2-е заседание Научного совета по физике тяжелых ионов при Президиуме РАН, организованное с целью обсуждения круга вопросов, связанных с меганаучными проектами на территории России. Краткий отчет о деятельности совета с момента проведения первого заседания в Дубне в 2012 г. представил председатель совета академик Ю. Ц. Оганесян. Основой деятельности совета является партнерское сотрудничество в рамках двух мегапроектов — NICA (ОИЯИ) и FAIR (Дармштадт, Германия) по консолидации научных программ и ресурсов, включая технологические достижения по ускорителям, физике детекторов, а также по решению проблемы кадровых ресурсов и подготовки молодых ученых и специалистов. Участники заседания рассмотрели состояние дел по созданию ускорительных комплексов NICA (доклад Г. В. Трубникова) и FAIR в Дармштадте (доклад Б. Ю. Шаркова), заслушали доклады о сверхплотной барионной материи (В. Д. Кекелидзе, А. С. Сорин), о возможной постановке эксперимента $U + U$ (Г. М. Тер-Акопьян, И. Н. Мешков), о рассеянии электронов на экзотических ядрах по программе NUSTAR (Л. В. Григоренко, С. В. Степанцов), о результатах совещания по проблемам радиационного риска, связанных с безопасностью межпланетных полетов (Е. А. Красавин), о подготовке кадров (М. Н. Стриханов, В. М. Самсонов).

11 июля ОИЯИ посетили председатель комитета по физике высоких энергий Академии наук и Министерства науки Израиля профессор Элиезер Рабинович (Иерусалимский университет) и председатель ПКК ОИЯИ по физике частиц профессор Ицхак Церруя (Институт науки имени Вейцмана).

В дирекции гостей принимали В. А. Матвеев, М. Г. Иткис, В. Г. Кадышевский, В. Д. Кекелидзе, А. С. Сорин, Г. В. Трубников, Д. В. Каманин. В ходе беседы стороны обсудили разнообразные аспекты научного сотрудничества между ОИЯИ и научными центрами Израиля. Гости выразили благодарность за теплый прием и надежду на то, что их визит послужит продолжению и развитию всесторонних контактов.

Израильская делегация посетила детекторные и ускорительные отделения комплекса NICA в ЛФВЭ, циклотронный комплекс ЛЯР, реактор ИБР-2 ЛНФ, ЛИТ, после чего состоялась церемония подписания рамочного соглашения между Академией наук Израиля и ОИЯИ. Соглашение предусматривает развитие сотрудничества в области экспериментальной

и теоретической физики, астрофизики, а также связанных с ними технологий, организацию совместных семинаров и школ.

11 июля ОИЯИ посетили ректор Московского государственного технического университета радиотехники, электроники и автоматики (МИРЭА) С. А. Кудж и проректор по развитию А. Ю. Вернигора. Они встретились с директором Объединенного института В. А. Матвеевым, побывали в лабораториях. Во встрече участвовал заведующий базовой кафедрой ОИЯИ в МИРЭА «Электроника физических установок» А. И. Малахов, который рассказал о работе кафедры, уже более десяти лет занимающейся подготовкой специалистов для ОИЯИ и предприятий города.

С 6 по 9 августа проходил визит в ОИЯИ научной делегации из Китайской Народной Республики. В составе делегации во главе с начальником департамента программы базовых исследований Министерства науки и технологий КНР Фу Сяофаном были директор Института физики плазмы Китайской академии наук Ли Цзяньган и сотрудники этого института — помощник директора Сун Юньтао и заместитель руководителя отдела Дун Шаохуа. Китайскую делегацию приняли директор Института В. А. Матвеев, научный руководитель ОИЯИ В. Г. Кадышевский, вице-директор М. Г. Иткис, заместитель главного ученого секретаря Д. В. Каманин, директор ЛФВЭ В. Д. Кекелидзе, заместители директора ЛФВЭ Ю. К. Потребеников, А. С. Сорин, Г. В. Трубников, главный инженер базовой установки нуклотрон Г. Г. Ходжибагиан.

Директор Института физики плазмы Ли Цзяньган рассказал дубненским коллегам о пятилетнем плане научного развития, реализуемом Китайской академией наук, исследованиях, достижениях и перспективах. Институт физики плазмы известен сверхпроводящим токамаком EAST (Experimental Advanced Superconducting Tokamak), который является модификацией токамака HT-7, созданного в сотрудничестве с российскими специалистами. В настоящее время работы по EAST — часть программы по созданию международного экспериментального термоядерного реактора ИТЕР. Гости посетили ЛЯР и ЛФВЭ. Итогом встреч и переговоров в Дубне стало подписание меморандума о взаимодействии.

7–8 августа проходил визит в ОИЯИ делегации Объединения научно-исследовательских центров Германии им. Германа фон Гельмгольца во главе с его президентом профессором Ю. Млинеком с целью ознакомления с работой базовых установок ОИЯИ. 8 августа профессор Ю. Млинек и директор ОИЯИ академик В. А. Матвеев подписали соглашение о научном сотрудничестве в различных областях исследований ОИЯИ, в том числе и по проекту NICA.

8 августа в Дубне состоялось международное совещание «Перспективы сотрудничества по меганаучному проекту NICA», в котором приняли участие представители Белоруссии, Болгарии, Венгрии, Германии, Индии, Италии, Казахстана, Китая, Польши, России, Украины, Чехии, Южной Африки. Делегации Венгрии и Южной Африки на совещании возглавляли руководители дипломатических миссий в Москве.

Открывая совещание, директор ОИЯИ академик В. А. Матвеев условно разделил присутствующих на две группы: тех, кто представляет страны, готовые сразу подписать протокол о намерениях, и представителей стран-наблюдателей, которые в ходе определения своего участия в проекте могут как принять все условия, так и предложить свои изменения в концепцию проекта.

Директор ЛФВЭ В. Д. Кекелидзе подробно рассказал о создании коллайдера NICA. Разработан технический проект ускорительно-экспериментального комплекса. 188 экспертов из 25 стран принимают участие в составлении «белой книги». Первый этап проекта — модернизация нуклотрона — был осуществлен с использованием технологических разработок и оборудования, созданного специалистами Германии, Чехии, Болгарии, Украины, Белоруссии и других стран. С российскими научными центрами и предприятиями подписаны контракты на поставку оборудования и создание высокотехнологичных элементов. Объявлен международный тендер на выполнение строительной части проекта.

В ходе посещения Лаборатории физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина участники совещания ознакомились с процессом модернизации нуклотрона, создаваемым производством сверхпроводящих магнитов и элементов детектора MPD.

Представители стран, готовых активно сотрудничать в составе коллаборации, — Белоруссии, Болгарии, Германии, Казахстана, России, Украины, выступили с краткими сообщениями, рассказав о развитии сотрудничества с ОИЯИ, особенностях участия в продвижении проекта, разработке и реализации программы экспериментальных исследований на создаваемом ускорительном комплексе. Представители Китая, Чехии, Италии, Польши от имени научного сообщества своих стран заявили о желании участвовать в создании коллайдера NICA, информировать об этом государственные структуры и добиваться поддержки.

Итогом совещания стало подписание протокола о намерениях от имени правительственных структур представителями Белоруссии, Болгарии, Германии, Казахстана, России, Украины, а также ОИЯИ.

С 7 по 11 октября проходил визит в ОИЯИ группы преподавателей университетов ЮАР. Про-

фессора южноафриканских университетов и ускорительной лаборатории iThemba LABS посетили ряд лабораторий ОИЯИ, а также Учебно-научный центр с целью ознакомления с деятельностью и возможностями Института. Гости обсудили с ведущими сотрудниками лабораторий варианты сотрудничества по интересующим их научным направлениям.

10–13 октября проходили Дни ОИЯИ в Болгарии. В них приняли участие вице-директор ОИЯИ профессор М. Г. Иткис, директора лабораторий профессора В. В. Воронов (ЛТФ), В. Д. Кекелидзе (ЛФВЭ) и В. Н. Швецов (ЛНФ).

Представители ОИЯИ выступили перед болгарскими коллегами с лекциями, а также встретились с руководителями науки в Болгарии, директорами институтов, которые сотрудничают с Дубной, провели переговоры о развитии сотрудничества с министром образования и науки профессором А. Клисаровой, председателем Болгарской академии наук С. Воденичаровым, с председателем и членами парламентской комиссии по вопросам образования и науки, ректором Университета им. Климента Охридского профессором И. Илчевым.

В Институте ядерных исследований и ядерной энергетики БАН М. Г. Иткис рассказал о ядерно-физических исследованиях в ОИЯИ, В. В. Воронов — о сотрудничестве ЛТФ ОИЯИ и ИИЯЭ БАН. В. Н. Швецов выступил в Институте металловедения с лекцией «Исследования по физике конденсированных сред в ОИЯИ», В. Д. Кекелидзе осветил статус и перспективы проекта NICA в лекции в софийском Техническом университете.

Состоялся круглый стол по вопросам сотрудничества болгарских научных и учебных центров с ОИЯИ, в котором приняли участие члены делегации Дубны и комиссии Агентства ядерного регулирования Болгарии по вопросам сотрудничества с ОИЯИ, возглавляемого полномочным представителем правительства Болгарии в ОИЯИ Л. Костовым. Члены делегации тепло поздравили Л. Костова с 60-летием и от имени многонационального коллектива и дирекции Института вручили ему приветственный адрес и памятный подарок.

14–15 октября ОИЯИ посетил начальник Центра комплексных экологических исследований Института ядерной физики Казахстана В. Н. Глущенко. Он познакомился с работой сектора нейтронного активационного анализа и прикладных исследований ЛНФ, обсудил возможные направления совместных работ. В первую очередь, это биомониторинг атмосферных выпадений тяжелых металлов и радионуклидов на территории Казахстана с целью включения Республики Казахстан в Программу ООН по воздуху Европы и Азии. Возможности ЛНФ и Центра позволяют в содружестве с коллегами из Грузии и Молдавии включиться также в исследования в области бионанотехнологий. Сотрудничество предполагает об-

мен опытом в развитии аппаратурно-методической базы для радиоэкологических и экологических исследований; повышение квалификации, включая обмен специалистами и их стажировки; поиск перспективных направлений совместных исследований в рамках внебюджетного финансирования (РФФИ, НАТО, Евросоюз и др.).

23 октября во время визита премьер-министра России Д. А. Медведева в Хэфэй (Китай) в Институте физики плазмы Китайской академии наук состоялась его встреча с китайскими и российскими учеными, в ходе которой заместитель директора ЛФВЭ ОИЯИ Г. В. Трубников рассказал премьер-министру о проекте класса мега-сайенс ускорительном экспериментальном комплексе NICA в Дубне. Д. А. Медведев пообещал оказать поддержку проекту и дать соответствующие поручения правительству и Росатому.

6 ноября ОИЯИ посетил чрезвычайный и полномочный посол Республики Сербии в РФ С. Терзич в сопровождении первого советника посольства М. Зековича и атташе по вопросам обороны З. Стойковича.

На встрече в дирекции гостей приветствовали главный ученый секретарь ОИЯИ Н. А. Русакович, заместитель директора ЛЯР А. Г. Попеко и начальник отдела международных связей Д. В. Каманин. Представителям сербской делегации было рассказано об истории, структуре Объединенного института, базовых установках, направлениях исследований, о международных связях Института, результатах проводимых исследований мирового уровня, крупных научных проектах и планах семилетки. Гости посетили ЛЯР и строящийся ускорительный комплекс NICA в ЛФВЭ.

После экскурсии состоялось краткое обсуждение необходимых шагов для дальнейшего развития сотрудничества. В частности, посол передал приглашение министра образования, науки и технологического развития РС Т. Йовановича встретиться с представителями ОИЯИ для обсуждения практических вопросов участия Сербии в ОИЯИ.

8 ноября в Белграде министр образования, науки и технологического развития Республики Сербии Т. Йованович принял начальника отдела международных связей Д. В. Каманина и сербского координатора по сотрудничеству с ОИЯИ С. Петровича из института «Винча» для обсуждения вопросов сотрудничества и, в частности, планирования взноса Сербии в бюджет ОИЯИ. Во встрече участвовали помощник министра Р. Жикич и научный руководитель лаборатории физики «Винча» Н. Нешкович. Министр проявил особый интерес к экспериментальным работам по физике твердого тела, ведущимся в институте «Винча» с участием дубненских специалистов, и образовательным возможностям ОИЯИ.

С 22 по 24 ноября в Дубне находилась делегация Чехии во главе с министром образования, молодежи и спорта Д. Штысом, в состав которой вошли также временный поверенный в делах Чешской Республики в РФ М. Клучар, заместитель министра образования, молодежи и спорта Т. Груда, заведующий экономической секцией посольства М. Башта, третий секретарь посольства Й. Пытличек, члены Комитета по сотрудничеству с ОИЯИ, а также журналисты чешских СМИ. Визит был организован с целью обсуждения дальнейшего участия Чехии в ОИЯИ, в частности возможностей расширения сотрудничества, взаимодействия по образовательным программам, инновационной деятельности, участия высокотехнологичных чешских фирм в сооружении базовых установок Института. К визиту была приурочена презентация жилого дома, в котором специалисты ОИЯИ совместно с чешской строительной фирмой ASARKO провели капитальный ремонт. Дом предназначен для сотрудников Института, работающих по контракту.

В ходе обсуждения в дирекции вопросов сотрудничества не раз упоминались такие примеры успешной работы с чешскими предприятиями, как с фирмой «Вакуум Прага». Наряду с обоюдными намерениями продолжать и поддерживать подобные инициативы, отмечалась важность развития образо-

вательных программ для обучения студентов и молодых ученых. Представители Чешской Республики побывали на экскурсии в лабораториях ОИЯИ и особой экономической зоне (ОЭЗ).

23 ноября в ОИЯИ побывала представительная делегация из Румынии, которую возглавляли министр-делегат по высшему образованию, научным исследованиям и технологическому развитию М. К. Костою, чрезвычайный и полномочный посол Румынии в РФ В. Соаре, полномочный представитель правительства Румынии в ОИЯИ Н. В. Замфир. В состав делегации вошли представители министерства и посольства, руководители ведущих университетов страны и журналисты.

Беседа в дирекции была посвящена таким вопросам сотрудничества, как определение направлений дальнейших исследований, в частности, по ускорительной тематике. Румынские коллеги выразили желание дополнить научное сотрудничество экономическим, а также получать полноценную информацию обо всех мероприятиях, организуемых ОИЯИ. Директор ОИЯИ В. А. Матвеев подчеркнул, что доступность и прозрачность информации является обязательным условием работы ОИЯИ. Гости посетили экспериментальные установки в ЛЯР, ЛНФ, ЛФВЭ, а также ОЭЗ.

КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ, ПРОВЕДЕННЫЕ ОИЯИ

Среди научных конференций и рабочих совещаний, организованных ОИЯИ в 2013 г., наиболее крупными были двенадцать.

8–13 апреля в Лаборатории ядерных проблем им. В. П. Джелепова проходила *XVII научная конференция Объединения молодых ученых и специалистов ОИЯИ* (ОМУС-2013). Она была посвящена 100-летию со дня рождения выдающегося советского физика, члена-корреспондента АН СССР Венедикта Петровича Джелепова. Программа конференции охватывала основные фундаментальные и научно-прикладные направления исследований, проводимых в ОИЯИ. В ее работе приняли активное участие студенты, аспиранты, молодые ученые и специалисты из ОИЯИ и других российских и зарубежных научных центров, а также ведущие ученые, которые прочли лекции по самым актуальным фундаментальным и прикладным исследованиям.

В день открытия конференции директор ЛЯП А. Г. Ольшевский рассказал о развиваемых в настоящее время в лаборатории научных направлениях. Директор Лаборатории радиационной биоло-

гии Е. А. Красавин выступил с содержательным докладом «В. П. Джелепов и радиобиологические исследования в ОИЯИ».

В ходе конференции участники представили свои доклады в десяти тематических секциях: теоретическая физика; математическое моделирование и вычислительная физика; физика элементарных частиц; современные методы ускорения заряженных частиц и ускорительная техника; релятивистская ядерная физика; экспериментальная ядерная физика; прикладные исследования; информационные технологии; конденсированные среды; радиационные и радиобиологические исследования. Программа конференции включала проведение общего собрания ОМУС, выборы нового состава совета, круглый стол, подведение итогов года, а также доклады участников конкурсов молодежных премий.

21-я Европейская школа по физике высоких энергий проходила с 5 по 18 июня в Парадфюрдо (Венгрия). Школа, которая официально называется «Школа по физике ЦЕРН–ОИЯИ», организована Европейским центром ядерных исследований

(Женева) и Объединенным институтом ядерных исследований (Дубна), а также Центром физических исследований им. Ю. Вигнера Венгерской академии наук (Будапешт).

Одна из задач школы — культурный обмен и связь между молодыми учеными. В школе по результатам конкурсного отбора участвовало более 115 студентов из 27 стран. Школа в основном рассчитана на тех молодых специалистов, занимающихся экспериментальной физикой высоких энергий, кто заканчивает подготовку кандидатской диссертации. Как правило, участники школы не старше 25 лет. Многие из них работают на Большом адронном коллайдере в ЦЕРН.

Студенты были разделены на шесть групп по дискуссионным сессиям, а также для участия в коллаборационных проектах в свободное время. Эти проекты помогают им научиться работать вместе и повышают уровень научных знаний. Постерная сессия дает студентам возможность обсудить свою работу в неформальной обстановке между собой и со старшими коллегами.

Научная программа охватывала самые передовые направления физических исследований: теория поля и электрослабая Стандартная модель; за пределами Стандартной модели; хиггс-физика; физика нейтрино; космология; физика ароматов и CP-нарушение; практическая статистика для физики частиц; кварк-глюонная плазма и столкновения тяжелых ионов; КХД для экспериментов на коллайдерах; основные результаты исследований на Большом адронном коллайдере (ЛHC). Насыщенная программа включала лекции, дискуссии, постерную сессию и обмен студенческими проектами. Лекторами выступали ведущие ученые из разных стран (США, России, Западной Европы).

14 июня школу посетил генеральный директор ЦЕРН профессор Рольф Хойер; он прочитал лекцию и принял участие в студенческих дискуссиях.

С 8 по 12 июля в Лаборатории информационных технологий проходила очередная, седьмая по счету, международная конференция *«Математическое моделирование и вычислительная физика»* (ММСР'2013). Ее организаторы — ЛИТ ОИЯИ, Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, Институт экспериментальной физики Словацкой академии наук, Технический университет и Университет им. П. Шафарика (Кошице, Словакия).

Научная программа конференции была посвящена применению распределенных и параллельных вычислений в науке и технике; математическим методам и средствам моделирования сложных систем; вычислительной биофизике, химии и биоинформатике; математическим методам и программам обработки экспериментальных данных; методам и программам компьютерной алгебры, квантовым вычислениям и их приложениям.

В работе конференции приняли участие более 200 ученых и специалистов из 13 стран (Армения, Белоруссия, Болгария, Вьетнам, Германия, Грузия, Молдавия, Монголия, Россия, Румыния, Словакия, Таджикистан, Украина) и большого числа российских научных центров и университетов, среди которых ВЦ РАН, ИМПБ РАН, ИПУ им. В. А. Трапезникова РАН, НИЦ «Курчатовский институт», МГУ им. М. В. Ломоносова, НИЯУ «МИФИ», ФИАН, ЦЭМИ РАН, СПбГУ, Воронежский государственный университет, МУПОЧ «Дубна», РУДН, Саратовский государственный университет, ТГУ.

На открытии конференции с приветственными словами к участникам обратились директор ЛИТ ОИЯИ В. В. Кореньков и директор ИПМ им. М. В. Келдыша РАН Б. Н. Четверушкин. Пленарную сессию открыл академик Б. Н. Четверушкин докладом, посвященным 3D-алгоритмам магнитогиродинамики, предназначенным для расчетов на высокопроизводительных параллельных вычислительных системах. Большая группа докладов была посвящена вычислительным аспектам обработки экспериментальных данных в области физики высоких энергий.

Одной из традиционных областей вычислительной математики, освещаемой на конференциях ММСР, является область, связанная с развитием методов символьных вычислений и компьютерной алгебры, а также методики квантовых вычислений и их приложений. Отдельная секция была организована по распределенным и параллельным вычислениям. Значительная часть докладов была посвящена математическим методам и разработке программного инструментария для исследования сложных физических, технологических, биологических и экономических систем.

Всего на конференции заслушано 34 пленарных, более 120 секционных и 25 стендовых докладов. Следует особо подчеркнуть, что большое количество результатов исследований, представленных на конференции, было получено совместно с учеными из различных научных центров стран-участниц ОИЯИ (Болгарии, Румынии, Словакии, Монголии и др.). Тезисы докладов и программа «ММСР'2013» представлены на информационном сайте конференции <http://mmcp2013.jinr.ru>.

С 1 по 12 августа на базе санатория «Золотые пески» была проведена очередная 11-я Международная школа-семинар *«Актуальные проблемы физики микромира»*. Организаторами школы были Объединенный институт ядерных исследований, Национальный центр физики частиц и высоких энергий БГУ (НЦФЧВЭ БГУ), Гомельский филиал НАН Белоруссии, Гомельский госуниверситет им. Ф. Скорины, Гомельский технический университет им. П. О. Сухого, ИФ НАН Белоруссии (Минск),

ГКНЕРБ и БРФФИ (Минск). Нынешняя школа была юбилейной — прошло 40 лет с тех пор, как белорусскими учеными совместно с ОИЯИ была заложена традиция проведения в Белоруссии международных научных и образовательных форумов по физике частиц и высоких энергий.

Лекции и доклады были представлены учеными ЦЕРН (Швейцария), DEZY (Германия), НИИЯФ МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва), ИФВЭ (Серпухов, Россия), ИЯИ и ИТФ (Украина) и др.

Основными целями 11-й школы-семинара, как и предыдущих школ, являлись: образование научной молодежи, обсуждение новейших фундаментальных результатов в интенсивно развивающихся областях современной физики, в новейшей технике, обмен информацией и опытом теоретической и экспериментальной методологии, установление и углубление деловых контактов между учеными ведущих международных национальных научных центров. В тематике школы нашли отражение даты и события, которым она посвящена: 55-летие образования ОИЯИ и 100-летие со дня рождения выдающегося белорусского физика — академика Ф. И. Федорова.

Дальнейшее развитие физики высоких энергий в Белоруссии тесным образом связано с проблемой подготовки молодых специалистов, способных решать конкретные теоретические и экспериментальные задачи, которые реализуются на современных ускорительных установках. Подготовка таких специалистов проводится в ГГУ им. Ф. Скорины по специализации «Компьютерное моделирование физических процессов» на базе цикла курсов фундаментальных университетских дисциплин. Благодаря договору ГГУ с Учебно-научным центром ОИЯИ (УНЦ ОИЯИ) и НЦФЧВЭ БГУ (Минск), студенты-физики ГГУ имеют возможность продолжить учебу в УНЦ ОИЯИ и во время практики принять участие в современных исследованиях, проводимых международными коллаборациями по физике высоких энергий.

С 29 июля по 3 августа в Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова прошло международное рабочее совещание «*Суперсимметрии и квантовые симметрии*» (SQS'2013). Совещания этой серии, инициированной в 1989 г. В. И. Огиевецким (1928–1996), проводятся в ЛТФ ОИЯИ каждые два года.

На этот раз главными темами конференции были теория суперструн, квантовые и геометрические аспекты суперсимметричных теорий, теории высших спинов, суперсимметричные интегрируемые модели, квантовые группы и некоммутативная геометрия, Стандартная модель и ее суперсимметричные расширения.

В работе совещания приняли участие 130 ученых, представлявших Австралию, Армению, Белоруссию, Бельгию, Болгарию, Великобританию, Германию,

Голландию, Грецию, Индию, Испанию, Италию, Перу, Польшу, Россию, Сербию, США, Украину, Францию, Чехию, Чили и Японию. Среди них — ведущие специалисты по теории элементарных частиц, квантовой теории поля, гравитации и теории струн, некоммутативной геометрии и интегрируемым системам: Э. А. Бергсхофф (Университет Гронингена, Германия), И. Бухбиндер (Томский университет, Россия), М. Васильев (ФИАН им. П. Н. Лебедева, Россия), Дж. Зупанос (Технический университет, Греция), Н. Кавамото (Университет Хоккайдо, Япония), О. Лехтенфельд (Университет Ганновера, Германия), Е. Лукерски (Вроцлавский университет, Польша), К. Мунос (Институт теоретической физики, Испания), Д. Сорокин (Падуанский университет, Италия), К. Стелл (Имперский колледж, Великобритания), А. Цейтлин (Имперский колледж, Великобритания, и ФИАН им. П. Н. Лебедева, Россия), П. Фре (Туринский университет, Италия) и др. Как и в прошлые годы, среди участников было много активно работающих молодых ученых — как из ОИЯИ, так и из Москвы, Санкт-Петербурга, Томска, Иваново, Харькова, Киева, Минска и Еревана. Организация совещания «SQS'2013» стала возможной благодаря финансовой поддержке ЛТФ ОИЯИ, Российского фонда фундаментальных исследований, фонда «Династия», программ «Гейзенберг–Ландау», «Блохинцев–Вотруба» и «Боголюбов–Инфельд».

Результаты «SQS'2013» еще раз подчеркнули фундаментальную роль теории струн, суперсимметрии и квантовых симметрий в современной теоретической и математической физике, важность проведения дальнейших исследований в этих направлениях, а также успешность и эффективность международного научного сотрудничества с участием ОИЯИ. Более подробную информацию о совещании можно найти на сайте: <http://theor.jinr.ru/sqs13/>.

2–3 сентября в Дубне по инициативе академика В. А. Рубакова проходила *выездная сессия Отделения физических наук РАН, посвященная 100-летию со дня рождения Бруно Максимовича Понтекорво*. В ее работе приняли участие сотрудники академических институтов, лабораторий ОИЯИ, зарубежные коллеги. Сессия продолжилась рядом мероприятий, посвященных юбилею Б. М. Понтекорво: 22 января 2013 г. в ЛЯП ОИЯИ в мемориальном кабинете Бруно Понтекорво состоялась церемония открытия памятного знака Европейского физического общества; 22 августа, в день рождения ученого, в МГУ открылась XVI Ломоносовская конференция, первый день работы которой был посвящен достижениям нейтринной физики.

Открыл сессию и приветствовал собравшихся от имени Отделения физических наук РАН директор ОИЯИ академик В. А. Матвеев. Он подчеркнул, что именно в Дубне, где Бруно Понтекорво проработал 33 года, раскрывался его физический гений.

Своими воспоминаниями о встречах с Б. Понтекорво поделились Д. В. Ширков, В. Г. Кадышевский, М. Г. Сапожников, Г. В. Мицельмахер. А. А. Петрухин (НИЯУ «МИФИ») напомнил об общественной деятельности Бруно Максимовича в качестве пропагандиста общества «Знание», подкрепив свои воспоминания авторскими киноматериалами о поездках на Камчатку (1966) и Курильские острова (1972).

В. Н. Гаврин (ИЯИ РАН) вспомнил, как создавалась Баксанская нейтринная обсерватория и как поддерживал этот проект в Нейтринном совете РАН возглавлявший его Бруно Понтекорво. Тему продолжил руководитель международного проекта «Байкал», в рамках которого создан Байкальский нейтринный телескоп, Г. В. Домогацкий (ИЯИ РАН).

В первый день работы сессии были сделаны обзорные научные доклады: «Нейтринные ускорительные эксперименты с длинной базой: результаты и перспективы» Ю. Г. Куденко (ИЯИ РАН), «Результаты ICESUBE и перспективы нейтринной астрономии» К. Шпиринга (DESY, Германия) и «Безнейтринный двойной бета-распад» А. С. Барабаша (ИТЭФ). Все выступавшие отметили как влияние идей, так и личности Бруно Понтекорво на становление и развитие обсуждаемых ими и особенно актуальных в настоящее время направлений исследований по нейтринной физике. Завершили первый день сессии воспоминания С. М. Биленького, они прозвучали в режиме видеоконференции с Ванкувером (Канада).

Второй день работы сессии был посвящен научным докладам, с которыми выступили: А. Г. Ольшевский — «Результаты и перспективы нейтринных реакторных экспериментов», В. Н. Гаврин — «Исследования низкоэнергетических нейтрино в Баксанской нейтринной лаборатории», Д. С. Горбунов — «Стерильные нейтрино и их возможная роль в физике частиц и космологии», А. В. Дербин — «Эксперименты с солнечными нейтрино», В. А. Рубаков — «Перспективы исследований в нейтринной физике частиц и астрофизике».

Закрывая сессию, Г. В. Домогацкий отметил очень хороший уровень организации самой сессии и высокое качество выступлений.

А завершился юбилейный год открытием памятника двум ученым-сподвижникам — Венедикту Петровичу Желепову и Бруно Максимовичу Понтекорво, которое произошло во время сентябрьской сессии Ученого совета Института.

С 9 по 16 сентября в Варне проходил традиционный, 24-й по счету, *Симпозиум по ядерной электронике и компьютерингу* (NEC'2013), организованный совместно ОИЯИ, ЦЕРН и ИЯИЭ БАН (София). В работе симпозиума приняло участие около 100 ученых из 13 стран: Азербайджана, Армении, Белоруссии, Болгарии, Вьетнама, Германии, Грузии, России, США, Украины, Франции,

Чехии и Швейцарии, из них 25 участников моложе 35 лет. Спонсорскую поддержку проведения симпозиума оказали компании IBM и «Quantum».

Всего было представлено 54 устных доклада и 33 постерных презентации, из них 19 устных докладов и 17 постеров — сотрудниками ОИЯИ. Все устные доклады доступны на портале симпозиума по адресу <http://nec2013.jinr.ru/prog.php>. Молодыми участниками «NEC'2013» сделаны 13 устных докладов и представлено 11 постеров. Отдельная секция была посвящена создаваемым новым экспериментальным установкам: проектам ELI-NP (Румыния), NICA и DRIBs-III (ОИЯИ).

Представитель ЦЕРН доктор Т. Куртыка рассказал на открытии симпозиума о состоянии и планах сотрудничества ЦЕРН со странами Восточной Европы. С докладами о перспективах развития ЦЕРН и ОИЯИ выступили соответственно доктор Л. Мапелли и главный ученый секретарь ОИЯИ Н. А. Русакович.

Секция по электронике была представлена докладами специалистов из Болгарии (Г. Митев, ИЯИЭ БАН), ОИЯИ (Ю. С. Цыганов, А. А. Воинов, А. О. Стрекаловский — ЛЯР; Д. В. Дементьев, С. В. Верещагин — ЛФВЭ), России (Е. З. Маланкин, В. В. Шумихин, А. А. Новиков — МИФИ) и ЦЕРН (В. Люстерманн, Г. Антчев, П. Левченко).

В секции по автоматизации экспериментов и системам сбора данных были представлены пленарные доклады И. Б. Семенова из центра ИТЭР и А. Иванисова из российского отделения компании «National Instruments», а также сотрудников ОИЯИ: А. В. Куликова (ЛЯП), И. Алтынова и И. Морковникова (ЛНФ), И. А. Филиппова (ЛФВЭ) и В. Б. Злоказова (ЛИТ).

Различные аспекты анализа экспериментальных данных были освещены в докладе В. В. Пальчика (ЛИТ) и в докладах молодых сотрудников ОИЯИ П. Шарова, Р. Слепнева (ЛЯР) и Ю. Степаненко (ЛЯП).

Особое внимание на симпозиуме было уделено проблемам организации хранения и доступа к данным сверхбольших объемов. С пленарными докладами по этой проблематике выступили ведущие мировые специалисты в этой области П. Фурманн (DESY, Германия), А. Хайс (Карлсруэ, Германия), А. Климентов (BNL, США), А. Петерс (ЦЕРН), А. Ваняшин (ANL, США), И. Вукотич (Университет Чикаго, США) и Д. Боршев (компания «Quantum»).

В секции по применению грид-технологий и высокопроизводительным вычислениям можно отметить выступления Б. Джонса (ЦЕРН), А. Царгородцева (СРРМ-IN2P3-CNRS), специалистов из ИТЭФ В. Колосова и И. Королько.

Перспективам развития компьютеринга для экспериментов на LHC были посвящены доклады П. Христова (ЦЕРН) и К. Виссинга (DESY). Статусные доклады по компьютерингу центра Tier-2 в

Праге и коллаборации RDMS CMS сделали соответственно М. Локайчек (ИФ, Прага) и Е. Тихоненко (ЛИТ ОИЯИ). Отдельная секция была отведена сообщениями о грид-компьютинге в странах-участницах ОИЯИ: Азербайджане (А. Бондяков), Армении (О. Оганезов), Белоруссии (Д. Ермак), Грузии (З. Модебадзе) и Украине (О. Шадура).

Важнейшей проблемой при обеспечении функционирования грид-инфраструктуры является ее мониторинг. Доклад Юлии Андреевой — руководителя коллектива отделения информационных технологий ЦЕРН, занимающегося разработкой, внедрением и поддержкой системы мониторинга для целей проекта WLCG (Worldwide LHC Computing GRID), был посвящен дальнейшему развитию этой многофункциональной системы. Докладчица отметила большой и многолетний вклад группы сотрудников ЛИТ ОИЯИ в разработку и тестирование различных компонентов данной системы.

В настоящее время в России идет реализация крупного инфраструктурного проекта по созданию вычислительных центров уровня Tier-1 для экспериментов на LHC: такой центр для экспериментов ALICE, ATLAS и LHCb будет создан в Курчатовском институте, а для эксперимента CMS — в ОИЯИ. Руководители этих проектов В. Велихов и В. В. Кореньков выступили со статусными докладами о ходе реализации проектов.

В секции, посвященной инновациям в обучении школьников и студентов с применением информационных технологий, приняли участие преподаватели университета «Дубна», сотрудники ОИЯИ и болгарские педагоги из Варны, которые успешно развивают новые методики в преподавании информатики, физики, математики и астрономии.

Кульминацией симпозиума стало проведение круглого стола «Компьютинг в физике высоких энергий: исторические аспекты и перспективы дальнейшего развития», в котором прозвучали обзорные доклады корифея в области создания прикладного программного обеспечения Р. Брана (ЦЕРН), известного специалиста по применению математических методов профессора Г. Ососкова (ОИЯИ) и руководителя международного проекта WLCG Я. Берда (ЦЕРН). Развернувшаяся дискуссия, которой блестяще руководил А. Климентов (BNL, США), дала возможность ответить на многие вопросы, интересующие как молодых специалистов, так и опытных физиков и инженеров.

18 сентября в Лаборатории физики высоких энергий состоялся международный семинар «*20-летие запуска нуклотрона и 60 лет исследований по физике высоких энергий на площадке ЛФВЭ*». В программу семинара было включено открытие мемориальной доски Леониду Григорьевичу Макарову и аллеи имени Леонида Петровича Зиновьева.

Открывая семинар, директор ОИЯИ В. А. Матвеев от имени дирекции и членов Ученого совета поздравил ветеранов и всех сотрудников с двойным юбилеем. Ведущие ученые лаборатории представили доклады о развитии ускорительного комплекса ЛФВЭ–ЛФВЭ и важнейших научных направлений.

Директор ЛФВЭ В. Д. Кекелидзе напомнил основные вехи развития экспериментальной базы лаборатории, рассказал о научных направлениях, развиваемых в лаборатории, международном сотрудничестве, вкладе ученых и специалистов ЛФВЭ в исследования, проводимые на крупнейших ускорителях мира, осветил сегодняшнее положение дел и ход работ по проекту NICA/MPD. Особенности работы над этим проектом заключаются в широком привлечении международной научной общественности, ведущих ускорительных центров мира.

В ходе семинара состоялась церемония награждения: директору ЛФВЭ В. Д. Кекелидзе был вручен диплом почетного работника науки и техники Российской Федерации, почетными грамотами Минобрнауки награждены И. А. Голутвин, В. М. Жабицкий, Л. С. Золин, В. А. Никитин, Ю. А. Панебратцев, А. О. Сидорин, Г. В. Трубников. Ряду сотрудников вручены почетные грамоты и благодарности Росатома. Многие сотрудники были награждены знаками отличия дирекции ОИЯИ и администрации Дубны.

Научную программу семинара составили доклады: «Развитие ускорительной базы лаборатории» Г. В. Трубникова; «Нуклотрон и история его создания» А. Д. Коваленко, В. А. Никитина; «Синхрофазотрон — первые эксперименты» В. В. Глаголева; «Физика на нуклотроне» А. И. Малахова; «Физика каонов» В. Д. Кекелидзе; «Исследование структуры нуклона» Д. В. Пешехонова; «Участие в проектах LHC» А. П. Чеплакова.

На церемонии открытия мемориальной доски на здании, в котором работал Леонид Григорьевич Макаров, возглавлявший работы по сооружению нуклотрона, и аллеи, названной именем Леонида Петровича Зиновьева, руководителя работ по созданию синхрофазотрона, выступили профессора В. Д. Кекелидзе, А. И. Малахов, А. Д. Коваленко, выразив глубокую признательность предшественникам за самоотверженный труд и неоценимый вклад в создание и развитие лаборатории.

С 23 по 27 сентября в ОИЯИ проходило *рабочее совещание коллаборации CBM* (Compressed Baryonic Matter). Такие рабочие встречи проводятся дважды в год, начиная с 2003 г. попеременно в Германии и странах-участницах CBM. В Дубну коллаборанты CBM приезжают во второй раз. Это 140 участников из ОИЯИ, институтов России, Германии, Румынии, Индии, Украины, Польши, Белоруссии, Китая и Чехии. Совещание проводится при поддержке ОИЯИ, фонда ВМВФ (Германия) и РФФИ.

Участники коллаборации CBM занимаются созданием установки для проведения экспериментов на строящемся в Дармштадте ускорительном комплексе антипротонов и тяжелых ионов FAIR. Физическая программа CBM нацелена на всестороннее изучение новых свойств сверхплотной барионной материи, образующейся в ядро-ядерных соударениях при энергиях пучка 2–45 ГэВ/с.

Совещание важно и с точки зрения проводимых в ОИЯИ работ по реализации проекта NICA, поскольку научные программы взаимодополняемы. Разработки ряда детекторов для эксперимента CBM будут использованы и для установки MPD на ускорительном комплексе NICA. Это же касается работ, связанных с разработкой программного обеспечения эксперимента и его физической программы.

В настоящее время все группы коллаборации пришли к завершающей стадии по подготовке и сдаче в экспертные советы FAIR технических проектов отдельных элементов установки CBM. Некоторые из таких проектов (детектирующая система STS и сверхпроводящий дипольный магнит, в создании которых активно участвует ОИЯИ) уже успешно прошли такую проверку, и сотрудники заняты работой по устранению замечаний и подготовкой технических заданий. Всего должны быть подготовлены 11 технических проектов. Еще один, по компьютерингу, в стадии разработки; в нем принимают активное участие сотрудники ОИЯИ.

На заседании совета коллаборации состоялись выборы руководителя эксперимента CBM. Еще раз на очередной срок был избран профессор Питер Зингер (GSI).

15-е рабочее совещание по спиновой физике при высоких энергиях, проходившее в Дубне 8–12 октября, продолжило серию совещаний, первое из которых состоялось в 1981 г. по инициативе выдающегося физика-теоретика Л. И. Липидуса.

Особенностями совещания 2013 г. стали более широкая география и большее количество участников (125 человек) из России, США, Белоруссии, Польши, Германии, Чехии, Италии, Франции, Словакии, Ирана, Китая, Бельгии, Болгарии, Индии, Португалии, Украины, Швеции и Южной Кореи. Как всегда, участвовало много физиков из ОИЯИ.

В классических экспериментах по изучению спиновой структуры нуклона при высоких энергиях используется как рассеяние лептонов на поляризованных нуклонах (HERMES, JLab, COMPASS), так и соударения поляризованных адронов (RHIC, ИФВЭ, ОИЯИ). Ряд докладов на совещании был посвящен развитию и применению партонных функций распределения (ПФР) (П. Завада, Чехия; Дж. Соффер, Франция). Среди докладов, посвященных развитию способов обработки экспериментальных данных и извлечения как поляризованных, так и неполяризованных ПФР, можно отметить до-

клад Д. Струзик-Котлож (Польша) о развитии метода обрезанных меллиновских моментов и обобщении уравнений эволюции для этих моментов. В докладе А. В. Сидорова (Дубна) была продемонстрирована особая важность знания функций фрагментации кварков для определения спиновых распределений морских кварков. Были представлены новые данные коллаборацией COMPASS по спиновым асимметриям (Ф. Брадаманте, Триест), определению функций фрагментации кварков (Н. дю Фреснэ фон Хонеше, Майнц) и планы дальнейших работ (А. Брезан, Триест).

В докладе К. Артру (Франция) было предложено развитие простого объяснения эффекта Колпинза и эффекта закрученности в модели последовательной фрагментации кварка, а также программа реализации модели методом Монте-Карло.

Значительный интерес вызвали представленные на совещании новые данные JLab (США) по измерению отношения электрического и магнитного формфакторов протона, выполненные техникой «поляризации отдачи» (Ч. Пердрисат, Вильямсбург; В. Пунжаби, Университет Норфолка). Ранние измерения JLab показывали, что это отношение не постоянно, как считалось долгое время, а линейно падает с ростом передачи импульса Q^2 . Новые данные, полученные в 2010 г. (эксперимент GEP(3) с участием ОИЯИ), указывают на уплощение этого отношения в области $Q^2 = 6–8$ ГэВ². Планируемый эксперимент GEP(5) позволит продвинуться до $Q^2 = 15–17$ ГэВ².

Новые данные по спиновым распределениям «морских» анти- u - и анти- d -кварков из процесса рождения и W^\pm -бозонов при соударении поляризованных протонов были представлены коллаборацией STAR (К. Бариш, BNL). Поляризация же глюонов согласуется с результатами прямого их измерения на установках COMPASS и PHENIX + STAR (К. Бариш, BNL; Ксу Кингхуа, Шаньдун), а ее малая величина свидетельствует о недостаточности этого вклада для объяснения так называемого спинового кризиса.

Программа получения поляризованных протонных и антипротонных пучков от распада лямбда-частиц на ускорителе У-70 ИФВЭ в Протвино для спиновых исследований на установке SPASCHARM была представлена в докладе С. Нурушева. В докладах, отражающих развитие ускорительного комплекса ЛФВЭ ОИЯИ (В. П. Ладыгин, П. К. Курилкин, С. М. Пиядин, Е. А. Строковский, Дубна), были рассмотрены новые предложения по проведению исследований на базе модернизированного комплекса нуклотрон-М.

Специальные, пленарное и секционное заседания были посвящены проекту коллайдерного комплекса NICA. Проект включает два этапа. Первый — строительство коллайдера и многоцелевого детектора для исследований столкновений тяжелых

ионов (MPD). Второй этап включает в себя создание инфраструктуры для ускорения поляризованных протонов и дейтронов в диапазоне энергий 12–27 ГэВ (А. Д. Коваленко, Дубна) и детектора SPD (Г. В. Мещеряков, Дубна). Предложенная схема комплекса позволит оперировать с пучками поляризованных (продольно, поперечно) или неполяризованных протонов и дейтронов. Главные идеи, предложенные для SPD, сосредоточены вокруг спиновой структуры нуклонов с использованием процесса (Дрелла–Яна) образования лептонных пар (Р. Р. Ахунзянов, Дубна), прямого рождения фотонов (А. В. Гуськов, Дубна) и J/Ψ -мезонов. Одна из основных целей — проверка фундаментального предсказания КХД по изменению знака T -нечетных TMD в процессе Дрелла–Яна по сравнению с процессом SIDIS. Также прозвучали предложения по изучению спиновых процессов в упругом pp -рассеянии (С. С. Шиманский и В. И. Шаров, Дубна), в частности так называемого эффекта Криша.

Светлой памяти Александра Петровича Бакулева было посвящено специальное заседание по развитию так называемой аналитической теории возмущений. Различным аспектам приложения этой теории, а также непростой ситуации с КХД-описанием переходного формфактора пиона были посвящены доклады О. П. Соловцовой (Гомель), А. Г. Оганесяна (ИТЭФ, Москва), Н. Стефаниса (Бохум), С. В. Михайлова, О. В. Теряева, А. Пиминова и Д. В. Ширкова (ОИЯИ). Итоги совещания подвел в своем заключительном докладе Дж. Соффер (Франция).

Успеху совещания способствовали его поддержка Российским фондом фундаментальных исследований, международным оргкомитетом по спиновой физике, фондом «Династия», Европейским физическим обществом и программами ОИЯИ по международному сотрудничеству «Гейзенберг–Ландау», «Боголюбов–Инфельд» и «Блохинцев–Вотруба».

21–22 октября в Дубне состоялась 16-я ежегодная конференция «*Наука. Философия. Религия*», организованная ОИЯИ и Фондом апостола Андрея Первозванного. Ее тема — «Человек перед вызовом новейших информационных и коммуникативных технологий».

Конференция проводилась при активном содействии Института проблем информатики РАН, Института научной информации по общественным наукам (ИНИОН) РАН, Института философии РАН, Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Московской православной духовной академии и Православного Свято-Тихоновского гуманитарного университета. В ней приняли участие ведущие специалисты в области информационных и коммуникативных технологий, а также видные философы и богословы.

Программа конференции включала семь пленарных заседаний, а также дискуссии по докладам. Всего было представлено 28 докладов. Участники рассмотрели не только новые возможности, но и вызовы, проблемы и угрозы, возникающие перед человеком в связи с возрастанием роли информации, знания, информационных и коммуникативных технологий, обсудили гуманитарные аспекты широкого применения в современном мире информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), а также изменения в структуре социальной коммуникации в результате взаимопроникновения медиа и ИКТ.

Тезисы докладов и их презентации представлены на сайте ИНИОН РАН (<http://www.inion.ru>).

2–6 декабря в Кейптауне (ЮАР) проходил *1-й Международный африканский симпозиум по экзотическим ядрам (IASEN-2013)*. Он был организован Национальной циклотронной лабораторией ЮАР iThemba LABS и Объединенным институтом ядерных исследований при поддержке Национального фонда исследований (NRF) ЮАР. В работе симпозиума приняли участие около 150 ученых из 17 стран.

Основные участники «IASEN-2013» — ученые и руководители институтов из Германии, России, США, Франции и Японии, традиционно собирающиеся на симпозиум по экзотическим ядрам EXON. В «EXON-2012», проходившем во Владивостоке, впервые приняли участие ученые из Южной Африки. Директор Национальной циклотронной лаборатории iThemba LABS профессор З. Вилакази высказал идею организовать спутниковую конференцию в Южной Африке, которую в обсуждении за круглым столом поддержали ведущие участники симпозиума.

IASEN, как и EXON, был посвящен исследованию ядер, находящихся в экстремальных состояниях, на нем обсуждались такие темы, как экзотические ядра и их свойства, редкие процессы и распады, ядерная астрофизика, использование пучков экзотических ядер в исследовании материалов и др.

Делегацию ОИЯИ в количестве 23 сотрудников возглавлял директор В. А. Матвеев. В работе симпозиума участвовали руководители трех лабораторий Института: заместитель директора ЛЯР А. Г. Попеко, директор ЛНФ В. Н. Швецов и директор ЛТФ В. В. Воронов. Для молодых участников симпозиума накануне его открытия была организована научная школа, где прочитали лекции ведущие ученые, в том числе вице-директор ОИЯИ М. Г. Иткис. В рамках симпозиума прошло 13-е заседание Координационного комитета по сотрудничеству ЮАР–ОИЯИ, а также рабочее совещание по проекту «Деление и кластеризация тяжелых ядер» в рамках этого сотрудничества, осуществляемого ЛЯР совместно с Университетом Стелленбоса.

УЧАСТИЕ В МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ

В 2013 г. ученые и специалисты Объединенного института ядерных исследований участвовали в 390 международных конференциях и совещаниях.

Наиболее крупные делегации представляли Институт на семинаре «Исследование нейтринного неба и фундаментальной физики частиц в мегатонном масштабе» (Бад-Хоннеф-ам-Райн, Германия); 21-й Международной конференции «Математика. Компьютер. Образование» (Пушино, Россия); научной сессии НИЯУ «МИФИ» (Москва, Россия); 16-й Московской международной школе физики (41-й Зимней школе ИТЭФ) (Москва, Россия); совещании по проекту NUSTAR (Дармштадт, Германия); 47-й Зимней школе ПИЯФ (Рошино, Россия); семинаре по стратегическому развитию сотрудничества Германии и ОИЯИ (Гамбург, Германия); 47-й Школе ПИЯФ по физике конденсированного состояния (Зеленогорск, Россия); совещании по проекту СВМ (Дармштадт, Германия); 12-й Конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 50-летию ИМБП (Москва, Россия); рабочем совещании «Современные ядерно-физические методы исследования в физике конденсированных сред» (Минск, Белоруссия); Всероссийской конференции «Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем» (Москва, Россия); конференции «Полиномиальная компьютерная алгебра» (Санкт-Петербург, Россия); 4-й Международной конференции по ускорителям частиц (IPAC-2013) (Шанхай, Китай); семинаре памяти Б.В.Струминского «Цвет кварков» (Киев, Украина); 15-м Международном совещании по современному компьютерингу и аналитическим методам в физических исследованиях (АСАТ-2013) (Пекин, Китай); международной школе-семинаре «Новая физика и квантовая хромодинамика во внешних условиях» (Днепропетровск, Украина); 26-м совещании коллаборации NADES (Прага, Чехия); 5-м Международном совещании по ядерному делению и спектроскопии осколков деления (Канн, Франция); 25-й Международной конференции по ядерной физике (Флоренция, Италия); 13-м совещании по системе охлаждения пучков и сопутствующим направлениям (COOL-2013) (Мюррен, Швейцария); конференции «Вычисления элементов матрицы ядерного рассеяния» (MEDEX-2013) (Прага, Чехия); 32-м Международном совещании по ядерной теории (Рила, Болгария); 21-м Международном совещании по физике высоких энергий и квантовой теории поля (QFTNER-2013) (Санкт-Петербург, Россия); 3-й Международной конференции по теоретической физике «Теоретическая физика и ее приложения» (Москва, Россия); 7-й Международной конференции «Структура адронов» (Та-

транске Матлиаре, Словакия); 17-й Международной конференции по радиационным эффектам в диэлектриках (Хельсинки, Финляндия); Международном совещании по нейтронной оптике и детекторам (NOP&D-2013) (Исманинг, Германия); 13-й Байкальской школе по физике элементарных частиц и астрофизике (Большие Коты, Россия); Международной конференции по нейтронному рассеянию (ICNS-2013) (Эдинбург, Великобритания); 22-м Международном совещании по лазерной физике (LPHYS-2013) (Прага, Чехия); конференции Европейского физического общества по физике высоких энергий (HEP-2013) (Стокгольм, Швеция); Международном совещании по структуре адрона и спектроскопии (IWHSS-2013) (Эрланген, Германия); конференции «Структурные аспекты биосовместимых ферроколлоидных систем» (Кошице, Словакия); международной конференции «Новые рубежи в физике» (Колимбари, Греция); 23-й конференции на Мазурских озерах по физике «Рубежи ядерной физики» (Пяски, Польша); 12-й Международной конференции по молекулярной спектроскопии (Краков–Бялка Татраньска, Польша); 23-м Международном совещании по ускорителям заряженных частиц (Алушта, Украина); 15-й Международной конференции по компьютерной алгебре в научных вычислениях (CASC-2013) (Берлин, Германия); 46-м совещании коллаборации PANDA (Бохум, Германия); 22-й Европейской конференции по проблемам нескольких тел в физике (EFB22) (Краков, Польша); школе-практике по физике высоких энергий «Решеточная КХД и феноменология КХД» (Киев, Украина); рабочем совещании по проекту инжектора тяжелых ионов комплекса NICA (Франкфурт, Германия); 1-м Международном симпозиуме по вычислительным технологиям в материаловедении и биологических науках (Токио, Япония); 11-й Европейской конференции по прикладной сверхпроводимости (Генуя, Италия); совещании для молодых ученых, проявляющих интерес к физике FAIR (FAIRNESS-2013) (Берлин, Германия); Международной школе по ядерной физике, нейтронной физике и приложениям (Варна, Болгария); 20-й Международной конференции по циклотронам и их применению (Ванкувер, Канада); симпозиуме в честь 100-летия со дня рождения Бруно Понтекорво (Пиза, Италия); совещании по малоугловому рассеянию и рефлектометрии «МУРомец-2013» (Гатчина, Россия); 8-м форуме творческой и научной интеллигенции СНГ (Минск, Белоруссия); 9-й Международной конференции «Ядерная и радиационная физика» (ICNRP-2013) (Алма-Ата, Казахстан); рабочем совещании по эмиссии гамма-квантов в делении и связанным вопросам (Сремски-Карловци, Сербия); 20-м сове-

пани по ядерной физике «Мария и Пьер Кюри» (Казимеж-Дольны, Польша); международной конференции «Радиационная биология и радиационная защита» (Улан-Батор, Монголия); совещании коллаборации NEMO3/SuperNEMO (Братислава, Словакия); всероссийской конференции «Мембраны-2013» (Владимир, Россия); 2-м российско-испанском конгрессе по физике частиц, ядерной физике, астрофизике и космологии (Санкт-Петербург, Россия); международной конференции «Ядро-63»: «Фундаментальные проблемы ядерной физики и атомной энергетики» (Москва, Россия); международной конференции «Физика эры ЛHC» (Тбилиси, Грузия); 15-й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» (RCDL-2013) (Ярославль, Россия); рабочем совещании «Ядерная эмульсия и ее будущее» (Синая, Румыния); 1-й инжиниринговой конференции «Моделирование от фирмы AUTODESK — инновационные технологии инженерного анализа» (Санкт-Петербург, Россия); трехстороннем совещании по теоретической физике (Высокие Татры, Словакия); международной конференции по физике высоких энергий «Физика на ATLAS» (Баку, Азербайджан); 14-й конференции по космической биологии и авиакосмической медицине, посвященной 50-летию ИМБП (Москва, Россия); Научной школе для учителей в Европейской организации ядерных исследований (CERN-2013) (Женева, Швейцария); симпозиуме по сверхкритическим полям (Франкфурт-на-Майне, Германия); международной сессии-конференции секции ядерной физики ОФН РАН «Физика фундаментальных взаимодействий» (Протвино, Россия); международном симпозиуме «Эффект входного канала на механизм реакции при столкновении тяжелых ионов» (Мессина, Италия); 27-м Международном конгрессе по лазерной медицине (Флоренция, Италия); 2-й Международной конференции «Многомасштабное моделирование структур, строения вещества, наноматериалы и нанотехнологии» (Тула, Россия); рабочем совещании пользователей системы Invenio (Юлих, Германия); международной конференции «Радиобиологические основы лучевой терапии опухолей» (Москва, Россия); 1-й Национальной конференции по прикладной сверхпроводимости (Москва, Россия); 2-м научно-координационном совещании МАГАТЭ по автоматизации нейтронного активационного анализа (Вена, Австрия); 47-м совещании коллаборации PANDA

(Дармштадт, Германия); школе по физике поляризованных нейтронов (Петергоф, Россия); совещании «Суперсимметрия в интегральных системах» (SIS-2013) (Ганновер, Германия); 9-м Международном совещании «Применение лазеров и накопительных устройств в исследовании атомных ядер» (Познань, Польша); 6-й Весенней школе «Дни ОИЯИ в Болгарии» (Бачиново, Болгария); 21-м Международном семинаре по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN-21) (Алушта, Украина); международном симпозиуме «Ядерная физика: настоящее и будущее» (Боппард, Германия); конференции молодых ученых ОИЯИ (Алушта-2013) (Алушта, Украина); 5-й Международной конференции по современной физике (Улан-Батор, Монголия); Европейской школе по физике высоких энергий (школа ЦЕРН-ОИЯИ) (Парадфюрдо, Венгрия); 21-м Международном конгрессе «Интегрируемые системы и квантовые симметрии» (Прага, Чехия); Международном совещании по неускорительной новой физике, посвященном 100-летию со дня рождения Бруно Понтекорво (NANPino-2013) (Валдай, Россия); 3-й Международной школе «Симметрии и интегрируемые системы» (Цахкадзор, Армения); 28-й Международной конференции «Симметрии и спин» (SPIN-PHANA-2013 и NICA-SPIN-2013) (Прага, Чехия); 7-м объединенном совещании АРСТР и ЛТФ ОИЯИ «Современные проблемы ядерной физики и физики элементарных частиц» (Большие Коты, Россия); 12-й Международной школе-семинаре по актуальным проблемам физики микромира (Гомель, Белоруссия); 16-й Ломоносовской конференции по физике элементарных частиц (Москва, Россия); совместном SKLTP-ЛТФ ОИЯИ совещании по физике сильных взаимодействий (Пекин, Китай); 16-й ежегодной конференции коллаборации RDMS CMS (Ереван, Армения); 8-м Международном семинаре памяти В.П. Саранцева «Проблемы ускорителей заряженных частиц» (Алушта, Украина); 24-м Международном симпозиуме по ядерной электронике и компьютерингу (Варна, Болгария); международной конференции «Новые направления в физике высоких энергий» (Алушта, Украина); школе ОИЯИ и Западного университета Тимишоары по малоугловому нейтронному рассеянию и сопутствующим методам для исследований «умных» материалов (Тимишоара, Румыния); 1-м Международном африканском симпозиуме по экзотическим ядрам (IASEN-2013) (Кейптаун, ЮАР).

**СПРАВКА О РАЗВИТИИ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И СВЯЗЕЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗА 2013 Г.**

1.	Количество краткосрочных командировок в ОИЯИ специалистов из стран-участниц (не считая российских специалистов)	1088
2.	Количество командировок в ОИЯИ специалистов из других стран, в том числе из стран ассоциированного участия	856 472
3.	Количество командировок специалистов ОИЯИ в страны-участницы (без командировок по России)	1218
4.	Количество командировок сотрудников ОИЯИ в другие страны, в том числе в страны ассоциированного участия	1605 636
5.	Количество конференций, школ, совещаний, проведенных ОИЯИ	89
6.	Количество стипендиатов ОИЯИ	16
7.	Новые соглашения о сотрудничестве (меморандумы о намерениях), приложения к существующим	19

**ПЕРЕЧЕНЬ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ,
ПРОВЕДЕННЫХ ОБЪЕДИНЕННЫМ ИНСТИТУТОМ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В 2013 Г.***

Номер	Наименование мероприятия	Место проведения	Время проведения	Количество участников
1.	Семинар, посвященный 40-летию юбилею коллаборации IN2P3–ОИЯИ	Дубна	14–15 января	46
2.	Сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред	Дубна	21–22 января	62
3.	Сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике	Дубна	24–25 января	62
4.	Сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц	Дубна	28–29 января	70
5.	Рабочее совещание группы анализа <i>pp</i> -нейтрино коллаборации «Борексино»	Дубна	28–31 января	19
6.	11-я Зимняя школа по теоретической физике	Дубна	28 января – 3 февраля	35
7.	113-я сессия Ученого совета ОИЯИ	Дубна	21–22 февраля	71
8.	Школа-семинар «Введение в модели физики конденсированных сред» (в рамках реализации Боголюбовской программы)	Черно- головка, Россия	25 февраля – 1 марта	20
9.	23-е координационное совещание по выполнению Соглашения между ВМВФ и ОИЯИ	Гамбург, Германия	26 февраля – 1 марта	16
10.	Международное совещание по спиновой физике на коллайдере NICA	Дубна	17–19 марта	29
11.	Заседание Финансового комитета ОИЯИ	Дубна	22–23 марта	64
12.	Сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ	Дубна	25–26 марта	100
13.	Международная конференция «В. И. Вернадский и атомная наука»	Дубна	27 марта	40
14.	17-е рабочее совещание «Теория нуклеации и ее применение»	Дубна	1–30 апреля	57
15.	Школа-семинар «Интегрируемые структуры в квантовой теории поля»	Дубна	8–12 апреля	26

*Ряд конференций проведен совместно с другими организациями.

Номер	Наименование мероприятия	Место проведения	Время проведения	Количество участников
16.	17-я Научная конференция молодых ученых и специалистов ОИЯИ (ОМУС-2013)	Дубна	8–13 апреля	131
17.	4-я Школа ОИЯИ–ЦЕРН по информационным технологиям «Грид и административно-управленческие системы ЦЕРН»	Дубна	22–26 апреля	49
18.	Международная студенческая практика; 1-й этап — практика для студентов АРЕ	Дубна	12 мая – 2 июня	22
19.	9-е Международное совещание «Применение лазеров и накопительных устройств в исследовании атомных ядер»	Познань, Польша	13–16 мая	93
20.	3-е координационное совещание (RCM-3) по исследовательскому проекту МАГАТЭ «Разработка, характеристика и испытания материалов, используемых в ядерной энергетике, на нейтронных пучках»	Дубна	13–19 мая	27
21.	4-я сессия Объединенного координационного комитета АРЕ–ОИЯИ	Дубна	14 мая	14
22.	5-я Весенняя школа ОИЯИ–Болгария по ядерной физике	Благоевград (Бачиново), Болгария	15–18 мая	60
23.	21-й Международный семинар по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN-21)	Алушта, Украина	20–25 мая	90
24.	16-е Международное совещание по компьютерной алгебре	Дубна	21–22 мая	30
25.	Международный торжественный семинар, посвященный 100-летию академика Г. Н. Флерова	Дубна	24 мая	167
26.	Международный симпозиум «Ядерная физика: настоящее и будущее»	Боппард, Германия	29 мая – 5 июня	50
27.	2-я Научная конференция молодых ученых и специалистов (Алушта-2013)	Алушта, Украина	2–9 июня	69
28.	5-я Международная конференция по современной физике	Улан-Батор, Монголия	3–6 июня	100
29.	Рабочее совещание коллаборации «Байкал»	Дубна	4–6 июня	55
30.	21-я Европейская школа по физике высоких энергий (школа ЦЕРН–ОИЯИ)	Парадфюрдо, Венгрия	5–18 июня	120
31.	Международное совещание «Перспективы экспериментальных исследований на пучках нуклотрона»	Дубна	6–7 июня	32
32.	7-я стажировка молодых ученых СНГ	Дубна	9–29 июня	21
33.	Международное совещание «Перспективы метода ядерной эмульсии»	Дубна	10–11 июня	43
34.	Сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц	Дубна	10–11 июня	70
35.	Совещание коллаборации GERDA	Дубна	11–14 июня	71
36.	21-й Международный коллоквиум «Интегрируемые системы и квантовые симметрии»	Прага, Чехия	12–16 июня	98
37.	Сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред	Дубна	17–18 июня	61
38.	Сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике	Дубна	20–21 июня	59
39.	Школа для польских учителей в ОИЯИ	Дубна	22–30 июня	27
40.	Школа для учителей физики из стран-участниц ОИЯИ	Дубна	23–29 июня	32

Номер	Наименование мероприятия	Место проведения	Время проведения	Количество участников
41.	Международное совещание по неускорительной новой физике, посвященное 100-летию Бруно Понтекорво (NANPino-2013)	Валдай, Россия	24–29 июня	60
42.	Международное совещание «Нейрофизиологические аспекты радиационного риска. К проблеме безопасности межпланетных полетов»	Дубна	26–27 июня	95
43.	3-я Международная школа «Симметрии и интегрируемые системы» (SIS-2013)	Цахкадзор, Армения	3–13 июля	68
44.	Международная студенческая практика; 2-й этап — практика для студентов стран-участниц и других стран	Дубна	7–28 июля	75
45.	28-я Международная конференция «Симметрии и спин» (SPIN-PRAHA-2013 и NICA-SPIN-2013)	Прага, Чехия	7–13 июля	98
46.	Международная конференция «Математическое моделирование и вычислительная физика»	Дубна	8–12 июля	171
47.	Заседание Совета РАН по физике тяжелых ионов	Дубна	10 июля	40
48.	7-е объединенное совещание ЛТФ ОИЯИ и Азиатско-Тихоокеанского центра теоретической физики (АРСТР) «Современные проблемы ядерной физики и физики элементарных частиц»	Большие Коты, Россия	14–20 июля	45
49.	Гельмгольцевская международная школа «Физика тяжелых кварков и адронов»	Дубна	15–28 июля	65
50.	17-я Летняя школа молодых ученых и специалистов	Дубна (Липня)	19–21 июля	60
51.	Рабочее совещание IN2P3 – ЛТФ ОИЯИ «Новейшие достижения теории ядра»	Дубна	22–27 июля	28
52.	Учебная инспекция-семинар по надзору за физической защитой ядерных объектов	Дубна	23–26 июля	20
53.	Международное совещание «Суперсимметрии и квантовые симметрии» (SQS'2013)	Дубна	29 июля – 3 августа	116
54.	Научный визит-экскурсия студентов Университета Варшавы	Дубна	29 июля – 3 августа	22
55.	Гомельская международная школа-семинар «Актуальные проблемы физики микромира»	Гомель, Белоруссия	1–12 августа	130
56.	Международное совещание «Перспективы сотрудничества в меганаучном проекте NICA»	Дубна	8 августа	56
57.	Рабочее совещание ОИЯИ–ВМБФ по развитию приборной базы для источников нейтронов с длинным импульсом	Дубна	18–21 августа	41
58.	Совместное SKLTP – ЛТФ ОИЯИ совещание по физике сильных взаимодействий	Пекин, Китай	22–26 августа	60
59.	16-я Ломоносовская конференция по физике элементарных частиц	Москва, Россия	22–28 августа	300
60.	Европейская школа по экзотическим пучкам	Дубна	25 августа – 1 сентября	42
61.	Выездная сессия Отделения физических наук РАН, посвященная 100-летию со дня рождения Бруно Максимовича Понтекорво	Дубна	2–3 сентября	120
62.	8-й Международный семинар по проблемам ускорителей заряженных частиц, посвященный памяти В. П. Саранцева	Алушта, Украина	2–6 сентября	62
63.	Гельмгольцевская международная школа «Космология, струны и новая физика»	Дубна	2–14 сентября	70

Номер	Наименование мероприятия	Место проведения	Время проведения	Количество участников
64.	Международная студенческая практика; 3-й этап — для студентов ЮАР	Дубна	9–29 сентября	55
65.	24-й Международный симпозиум по ядерной электронике и компьютерингу	Варна, Болгария	9–16 сентября	110
66.	Международный семинар «20-летие запуска нуклотрона и 60 лет исследований по физике высоких энергий на площадке ЛФВЭ»	Дубна	18 сентября	177
67.	114-я сессия Ученого совета ОИЯИ	Дубна	19–20 сентября	70
68.	Рабочее совещание коллаборации СВМ	Дубна	23–27 сентября	137
69.	Международная конференция «Новые направления в физике»	Алушта, Украина	23–29 сентября	30
70.	Международное совещание по эксперименту СОМЕТ	Дубна	30 сентября – 5 октября	48
71.	15-е рабочее совещание по спиновой физике при высоких энергиях (DSPIN-2013)	Дубна	8–12 октября	107
72.	Заседание экспертного комитета по проекту NICA (NICA MAC)	Дубна	17–18 октября	25
73.	16-я ежегодная конференция «Наука. Философия. Религия»	Дубна	21–22 октября	105
74.	5-я Дубненская молодежная научная школа «Управление инновациями»	Дубна	24–26 октября	57
75.	Международная молодежная научная школа «Современная нейтронография»	Дубна	28 октября – 1 ноября	53
76.	5-я сессия Объединенного координационного комитета АРЕ–ОИЯИ	Каир, Египет	30–31 октября	9
77.	4-я Международная научная школа «Приборы и методы экспериментальной ядерной физики. Электроника и автоматика экспериментальных установок»	Дубна	5–9 ноября	80
78.	Симпозиум «Статус и перспективы совместных астрофизических проектов ОИЯИ–Германия»	Дубна	11–13 ноября	46
79.	3-й отчетный семинар украинской национальной группы ОИЯИ	Дубна	18–20 ноября	36
80.	Заседание Финансового комитета ОИЯИ	Дубна	19–20 ноября	82
81.	Сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ	Дубна	22–23 ноября	120
82.	Мемориальный семинар, посвященный 90-летию профессора М. Ф. Лихачева	Дубна	25 ноября	50
83.	Школа ОИЯИ и Западного университета Тимишоары по малоугловому нейтронному рассеянию и сопутствующим методам для исследований «умных» материалов	Тимишоара, Румыния	25–27 ноября	20
84.	Рабочее совещание коллаборации «Байкал»	Дубна	26–28 ноября	55
85.	1-й международный африканский симпозиум по экзотическим ядрам	Кейптаун, ЮАР	2–6 декабря	136
86.	Заседание Объединенного координационного комитета ЮАР–ОИЯИ	Кейптаун, ЮАР	3 декабря	15
87.	Круглый стол «Взаимодействие школ, вузов и предприятий в подготовке кадров для экономики Дубны и Подмосковья»	Дубна	11 декабря	70
88.	Московский областной молодежный инновационный форум	Дубна	18 декабря	170
89.	Рабочее совещание «Проблемы суперсимметричных интегрируемых систем»	Дубна	23–25 декабря	30

**Объединенный
институт
ядерных
исследований
является
международной
межправительственной
научно-исследовательской
организацией,
строящей
свою деятельность
на принципах
ее открытости
для участия всех
заинтересованных государств,
их равноправного
взаимовыгодного сотрудничества.**





Дубна, 25–26 марта. Сессия КПП ОИЯИ



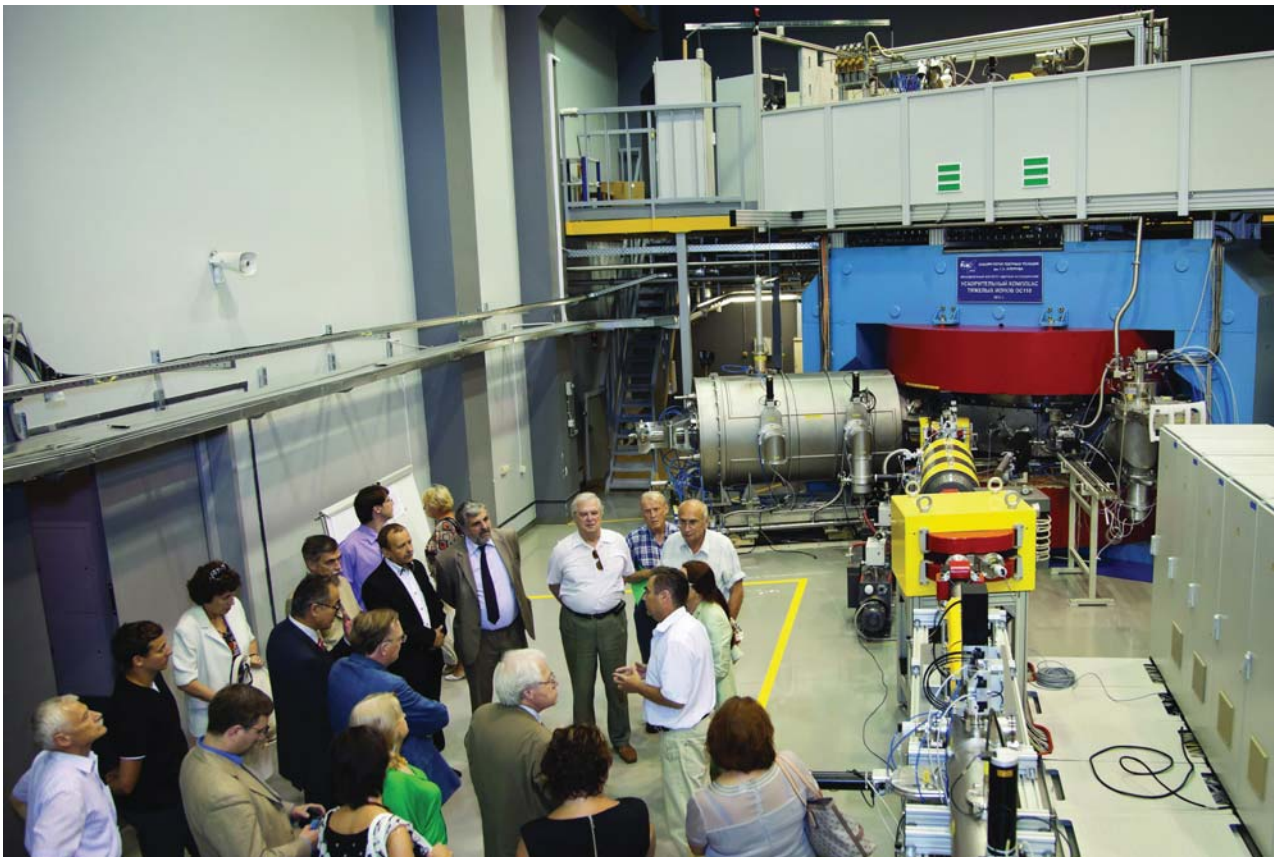


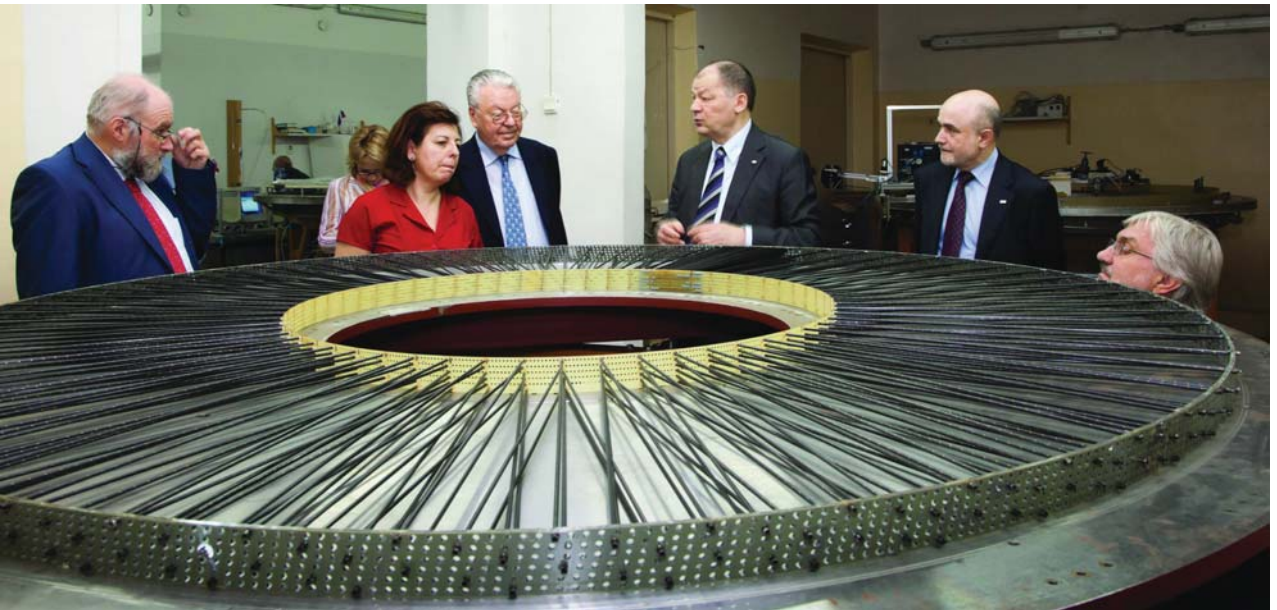
Дубна, 19–20 сентября. 114-я сессия Ученого совета ОИЯИ





Дубна, июнь.
Заседания программно-консультативных комитетов





Дубна, 17 мая. Визит представителей Еврокомиссии в ОИЯИ





Дубна, 14–15 января. Международная конференция, посвященная 40-летию сотрудничества между ОИЯИ и Национальным институтом физики ядра и элементарных частиц Франции (IN2P3)



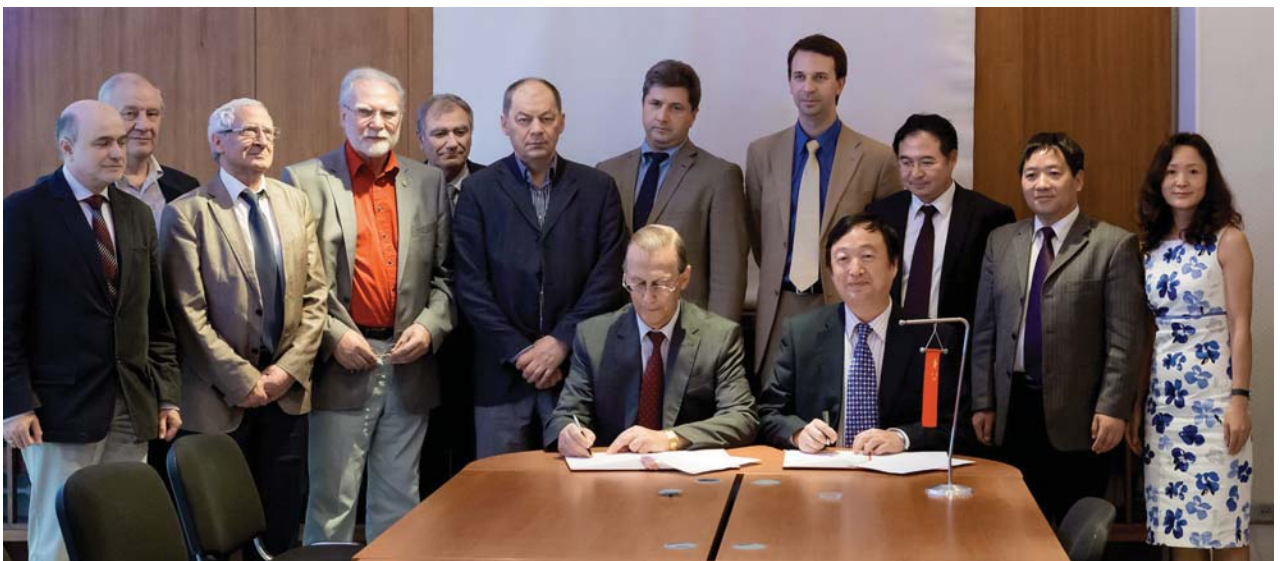


Дубна, 22 февраля. Подписание соглашения о сотрудничестве между INFN (секция в г. Пизе, Италия) и ОИЯИ



Дубна, 11 июля. На церемонии подписания рамочного соглашения между Академией наук Израиля и ОИЯИ

Дубна, 7 августа. Подписание меморандума о взаимодействии между ОИЯИ и КНР





Дубна, 18 мая. Прибытие генерального директора Международного агентства по атомной энергии Юкия Амано (5-й справа) в Дубну для ознакомления с деятельностью ОИЯИ

Дубна, 8 февраля. Общеинститутский коллоквиум, посвященный Дню науки





Хэфэй (Китай), 23 октября. Заместитель директора ЛФВЭ Г.В. Трубников информирует премьер-министра России Д. А. Медведева о проекте NICA в ходе встречи премьера с российскими и китайскими учеными в Институте физики плазмы Китайской академии наук

Дубна, 6 ноября. Визит в ОИЯИ чрезвычайного и полномочного посла Республики Сербии в РФ С. Терзича





Дубна, 22–24 ноября. Посещение ОИЯИ делегацией Чехии во главе с министром образования, молодежи и спорта Д. Штысом

Дубна, 23 ноября. Визит в ОИЯИ представительной делегации Румынии





Дубна, 7–11 октября. Визит в ОИЯИ группы преподавателей университетов ЮАР

Кейптаун (ЮАР), 2–6 декабря. Участники 1-го Международного африканского симпозиума по экзотическим ядрам (IASEN-2013)



2013

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ПРОГРАММЫ ОИЯИ**



JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH



ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н. Н. БОГОЛЮБОВА

В 2013 г. в лаборатории проводились исследования по четырем темам: «Теория элементарных частиц», «Современная математическая физика: гравитация, суперсимметрия», «Структура и динамика атомных ядер», «Теория конденсированных сред и новые материалы». Важной составляющей в деятельности лаборатории является теоретическая поддержка экспериментальных исследований в ОИЯИ и в других научных центрах с участием ОИЯИ. По результатам проведенных исследований опубликовано более 400 статей в рецензируемых журналах и трудах конференций. Ряд работ был выполнен в сотрудничестве с учеными из стран-участниц ОИЯИ, Бразилии, Германии, Египта, Италии, Китая, Сербии, Франции и других стран. Лаборатория стала площадкой для проведения международных конференций, семинаров, школ для молодых ученых в различных областях теоретической физики. В 2013 г. более 900 ученых приняли участие в 13 международных конференциях, семинарах и школах, организованных ЛТФ. Международное сотрудничество лаборатории в 2013 г. было поддержано грантами полномочных представителей Болгарии, Чехии, Польши, Словакии, Венгрии, Румынии, дирекции ОИЯИ. Сотрудничество с теоретиками ряда стран проходило при поддержке специальных программ: «Гейзенберг–Ландау» (Германия), «Сморodinский–Тер-Мартиросян» (Арме-

ния), «Боголюбов–Инфельд» (Польша), «Блохинцев–Вотруба» (Чехия), «Цицейка–Марков» (Румыния). Ряд исследований был выполнен в рамках международных соглашений ОИЯИ–INFN (с Италией), ОИЯИ–IN2P3 (с Францией) и по проектам, поддержанным грантами РФФИ–CNSF, РФФИ–DFG, РФФИ–CNRS. Продолжает действовать соглашение о сотрудничестве с теоретическим отделом ЦЕРН, Азиатско-Тихоокеанским центром теоретической физики (Республика Корея), Институтом теоретической физики АН КНР. Особое внимание уделялось привлечению к работе молодых исследователей, студентов и аспирантов в рамках научно-образовательного проекта «Дубненская международная школа по теоретической физике» (DIAS-TH). Более 80 аспирантов и молодых ученых участвовали в школах, организованных DIAS-TH. Лаборатория играет роль учебного центра для молодых ученых и студентов из многих стран. В настоящее время треть научных кадров ЛТФ составляют молодые ученые и аспиранты. Помимо основной программы сотрудничества в лаборатории на долгосрочной основе работают несколько молодых исследователей из стран, не являющихся странами-участницами ОИЯИ: Аргентина, Китайская Народная Республика, Индия, Япония, Мексика, Таджикистан и Турция.

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Теория элементарных частиц

В 2013 г. работа проводилась в рамках следующих проектов:

- Стандартная модель и ее расширения;
- КХД-партоновые распределения для современных и будущих коллайдеров;
- физика тяжелых и экзотических адронов;

- смешанная фаза в столкновениях тяжелых ионов.

В теории Янга–Миллса с $N = (1,1)$ суперсимметрией в размерности $D = 6$ в формализме суперпространства на массовой поверхности и спиральных спинов изучены амплитуды рассеяния на массовой поверхности. Использование этого формализма по-

зволяет очень просто произвести редукцию амплитуд к набору скалярных мастер-интегралов с известными коэффициентами. Вычислена четырехточечная амплитуда в одно- и двухпетлевом приближении. Все интегралы УФ и ИК конечны и могут быть выражены исключительно в терминах логарифмов и полилогарифмов трансцендентальности 2 в одной петле, и 4 и 3 — в двух петлях. Исследована лидирующая логарифмическая асимптотика, которая имеет реджевский вид. На основе суммирования всех порядков ТВ получено точное выражение для интереспта в планарном пределе [1].

Разработан новый формализм для вычислений пертурбативных и непертурбативных вкладов КХД в эволюцию средних множественностей в глюонных и кварковых струях. Новый метод использует последние достижения, полученные при пересуммировании больших логарифмических вкладов (так называемых двойных логарифмов) при малых значениях переменной x во времени подобной области, в схеме факторизации $\overline{\text{MS}}$. Выражения для средних множественностей зависят от двух непертурбативных параметров, имеющих четкую и простую физическую интерпретацию. Эти непертурбативные параметры найдены из глобального фита всех имеющихся экспериментальных данных для средних множественностей в глюонных и кварковых струях. Хорошее согласие теоретических предсказаний с экспериментом позволяет использовать эти данные как новую возможность для извлечения константы сильной связи. Было получено значение $\alpha_s(M_Z) = 0,1199 \pm 0,0026$ в схеме $\overline{\text{MS}}$ для 5 активных кварков в приближении первых трех порядков теории возмущений при учете пересуммирования первых трех двойных логарифмов [2].

В серии работ [3] были получены трехпетлевые бета-функции для полного набора фундаментальных параметров Стандартной модели (СМ). Найденные результаты позволили проанализировать поведение СМ в области планковских энергий и стимулировали исследования, связанные с проблемой стабильности электрослабого вакуума. Кроме того, бета-функции для калибровочных констант и параметров потенциала поля Хиггса обобщены на случай матричных юкавских констант.

Впервые проведен КХД-анализ правила сумм Бьеркена в области малых передач импульса $Q = 0,22 - 1,73$ ГэВ на четырехпетлевом уровне в рамках обычной теории возмущений и аналитической теории возмущений (АТВ), в которой отсутствуют нефизические сингулярности. Показано, что использование АТВ уже на двухпетлевом уровне позволяет получить хорошее описание низкоэнергетических данных JLab до масштаба $Q \sim 300$ МэВ и извлечь стабильные значения высших твистов [4].

Предложена процедура регуляризации для инвариантов кривизны на многообразиях с коническими сингулярностями. Процедура позволила получить вы-

ражение для энтропии перепутывания для поверхностей перепутывания с ненулевой внешней кривизной. Исследован случай инвариантов, представленных квадратичными по кривизне Римана полиномами в различном числе измерений, найдена энтропия перепутывания. Результат является обобщением хорошо известных вычислений логарифмических членов энтропии перепутывания в 4-мерной конформной теории поля [5].

Редкие распады тяжелых адронов, содержащих b -кварк, привлекают все более пристальное внимание в связи с поисками эффектов новой физики на ЛНС. В цикле работ [6,7] был выполнен систематический анализ редких распадов λ_b -бариона. В рамках ковариантной модели кварков, развиваемой в Дубне, были вычислены всевозможные формфакторы, характеризующие переходы b -кварка в s -кварки во всей кинематической области квадрата переданного импульса. С их помощью вычислены дифференциальные распределения, параметры асимметрий и ширины редких и нелептонных распадов. На основе модельно-независимого метода спиральных амплитуд выведена формула для трехмерного углового распределения в каскадном распаде $\lambda_b \rightarrow \lambda(\rightarrow p\pi) + J/\psi(\rightarrow l^+l^-)$. Она используется экспериментаторами при анализе угловых распределений в редких распадах λ_b -бариона.

Вычислен полный вклад поправок порядка $m\alpha^7$ и частично вклад ведущих поправок порядка $m\alpha^8$ в энергии ρ -вибрационных переходов в молекулярных ионах водорода H_2^+ и HD^+ , а также атомах антипротонного гелия [8]. Это позволяет определять массу электрона и отношение масс электрона к (анти)протону с относительной погрешностью $(1-0,8) \cdot 10^{-10}$. Для сравнения: рекомендуемое CODATA значение атомной массы электрона имеет относительную погрешность $4,1 \cdot 10^{-10}$.

Изучены границы применимости подхода, описывающего нейтринные флейворные переходы в рамках квантовой теории поля с ковариантными волновыми пакетами в качестве in- и out-состояний. Подход использует теорему Гримуса–Стокингера (ГС), задающую асимптотику обобщенного нейтринного пропагатора на больших расстояниях от источника. Сформулирована и доказана обобщенная теорема ГС. Показано, что предасимптотические поправки могут приводить к эффектам нарушения классического закона обратных квадратов (ЗОК), наблюдаемым на малых, но макроскопических расстояниях. Статистический анализ имеющихся реакторных данных свидетельствует о том, что нарушение ЗОК может полностью или частично объяснить реакторную аномалию, наблюдаемую в экспериментах с короткой базой [9].

Были исследованы переходные формфакторы псевдоскалярных мезонов в рамках аномального правила сумм с учетом кварковых масс. Продолжение в псевдоевклидову область позволило установить соот-

ветствие между моделью векторной доминантности и аксиальной аномалией [10].

В рамках факторизационной модели проведен анализ эффектов «трансверсити» в рождении легких векторных мезонов. Показано, что обобщенные партонные распределения H_T и E_T , связанные с «трансверсити», чрезвычайно важны для описания элементов спиновой матрицы плотности и спиновых асимметрий в поперечно поляризованной мишени в процессах рождения ρ -мезонов. Полученные результаты согласуются с данными экспериментов HERMES и COMPASS [11].

В рамках КХД-анализа данных COMPASS и HERMES по множественностям рождения пионов и каонов получены новые параметризации функций фрагментации, вид которых может устранить противоречие в результатах анализа спиновых данных DIS и SIDIS [12].

Показано, что поправки к аномальному магнитному моменту мюона за счет рассеяния света на свете с учетом обменов легкими псевдоскалярными и скалярными мезонами и вклада петли динамических кварков не устраняют расхождение между данными по измерению аномального магнитного момента мюона и предсказаниями Стандартной модели [13].

Показано, что большой аномальный хромомгнитный момент кварков, индуцируемый сложной топологической структурой вакуума КХД, играет определяющую роль в различных реакциях при высоких энергиях и, в частности, такое взаимодействие должно приводить к большим спиновым эффектам в процессах с поляризованными адронами [14].

Правила сумм КХД на световом конусе для электромагнитного формфактора нуклона выведены с учетом следующих за лидирующими поправок операторов твиста 3 и 4 и самосогласованного вычисления нуклонных массовых поправок [15].

Динамика полей, генерируемых конфигурациями релятивистских частиц с абелевыми и неабелевыми (для группы $SU(2)$) зарядами, проанализирована в классическом пределе. Хотя хромодинамические (неабелевы) системы показывают в целом поведение, аналогичное электродинамике, в неабелевом случае дополнительные вклады в хромозлектрическое и хромомгнитное поля ведут к возникновению своего рода «свечения цветового заряда», проявляющегося в особых возмущениях волн цветового заряда [16].

В рамках КХД на решетке было показано, что крупномасштабные топологические глюонные конфигурации доминируют в статистическом ансамбле глюонных флуктуаций при температуре фазового перехода деконфайнмента в глюодинамике и кроссовера в полной КХД и соответствующее изменение топологической восприимчивости КХД может служить индикатором самого фазового перехода [17].

Современная математическая физика

Исследования по теме были сосредоточены на следующих направлениях:

- суперсимметрия и суперструны;
- квантовые группы и интегрируемые системы;
- квантовая гравитация и космология.

R -матрица, действующая на тензорном произведении двух спинорных представлений алгебры Ли $so(d)$, была тщательно изучена. Доказано соотношение Янга–Бакстера, и выведено соответствующее локальное уравнение Янга–Бакстера [18].

Разработан метод поиска интегралов движения в системах дилатонной гравитации; найдены дополнительные интегралы движения, и изучены статические/космологические решения в аффинной гравитации. Исследована реализуемость космологической инфляции с однородным изотропным анзацем поля Янга–Миллса $SU(2)$ в различных моделях [19].

Изучена связь между двумя теориями модифицированной гравитации второго порядка — гравитацией Галилеона (скалярно-тензорная теория с неминимальной связью) и гравитацией с кручением. Методом конформного преобразования из действия для гравитации Галилеона было получено вспомогательное действие, которое может быть ковариантно обобщено только в теориях гравитации с кручением. Попутно также был получен новый феноменологический лагранжиан, который может быть использован для космологических приложений и для построения новых теорий гравитации второго порядка [20].

Построен ряд интегрируемых односкалярных пространственно-плоских космологических моделей, которые играют значимую роль в инфляционных сценариях. В ряде случаев исследовано их поведение и извлечены общие выводы для подобных систем, потенциалы которых содержат комбинации показательных функций, а также для аналогичных неинтегрируемых систем. Эти модели с необходимостью включают скалярное поле, возникающее из начальной сингулярности и восходящее вдоль достаточно крутого экспоненциального потенциала, и неотвратимый коллапс (Big Crunch), когда скалярное поле стремится к отрицательному экстремуму потенциала. Подробно рассмотрены связи между такими типами потенциалов и механизмом «бранного нарушения суперсимметрии», который связывает струнный масштаб с масштабом нарушения суперсимметрии в классе моделей ориентифолдов. При некоторых предположениях показано, что расширенные объекты в этих вакуумах могут индуцировать инфляционные фазы с дискретными значениями спектрального индекса, которые определяются числом разворачивающихся размерностей бран и обратной степенью входящей в действие константы взаимодействия струны. Пятибрана NS, которая нестабильна

в этом классе моделей, при наматывании на небольшой цикл может генерировать спектральный индекс, который очень близок к полученному PLANCK экспериментальному значению $n_s \sim 0,96$ [21].

Электромагнитная вакуумная энергия была рассмотрена в присутствии идеально проводящей плоскости и шара с диэлектрической проницаемостью ε и магнитной проницаемостью μ ($\mu \neq 1$). Казимировское отталкивание в такой системе обусловлено магнитной проницаемостью шара. В случае идеально магнитной сферы, $\mu \rightarrow \infty$, вакуумная энергия определена численно. Получены асимптотическое поведение силы отталкивания на малых и больших расстояниях, низкотемпературные поправки и предел высоких температур. Сформулированы ограничения на отталкивание в геометрии сфера–плоскость [22].

Предложен метод построения компонентных действий на массовой поверхности для теории с половинным частичным нарушением глобальной суперсимметрии в подходе нелинейных реализаций. Общее рассмотрение проиллюстрировано примером компонентного действия $N = 1$ супермембраны в $D = 4$, построенного на основе предложенной процедуры [23].

Построен класс $D = 1$ сигма-моделей типа Веса–Зумино на фермионных однородных пространствах $SU(n|1)/U(n)$. Рассмотрены классическая и квантовая версии моделей. С помощью метрического оператора на гильбертовом пространстве квантовых состояний доказана унитарность квантовых моделей, так что норма всех состояний положительно определена. Показано, что квантовая $n = 2$ модель обладает скрытой $SU(2|2)$ симметрией [24].

Построена общая формулировка самодуальной $N = 1$ суперсимметричной абелевой калибровочной теории со вспомогательными киральными спинорными суперполями. Самодуальность оказывается эквивалентной $U(N)$ -инвариантности нелинейного взаимодействия вспомогательных суперполей. Рассмотрено несколько полезных примеров, и показано, как получать самодуальные $N = 1$ модели с высшими производными в этом подходе [25].

На основе подхода нелинейных реализаций предложен метод построения компонентных действий на массовой поверхности для суперсимметричных полей с половинным частичным нарушением глобальной суперсимметрии [26].

Исследованы соотношения между минимальной дилатонной гравитацией и $f(R)$ -теориями гравитации, представлены точные условия их глобальной эквивалентности [27].

В исследованиях квантовых интегрируемых моделей с $GL(3)$ тригонометрической R -матрицей доказано, что множество вложенных векторов Бете замкнуто относительно действия элементов матрицы монодромии [28].

Доказано существование псевдоторических структур на произвольном торическом симплектическом многообразии, и высказана гипотеза о том, что получаемые в результате монотонные экзотические лагранжевы торы гамильтоново неизотопны стандартным торам Лиувилля [29].

Структура и динамика атомных ядер

Работа велась в рамках четырех проектов:

- структурные особенности ядер, удаленных от линии стабильности;
- взаимодействия ядер и их свойства при низких энергиях возбуждения;
- экзотические малочастичные системы;
- ядерная структура и динамика при релятивистских энергиях.

Разработана схема частичного восстановления изоспиновой симметрии в рамках QRPA. Для этого перенормирующий параметр g_{pp} протон-нейтронного взаимодействия в канале частица–частица был разделен на изовекторную и изоскалярную части. Изовекторный параметр должен совпадать с известной по другим данным спаривательной константой g_{pair} . Далее, благодаря адекватному выбору изоскалярного параметра, обращается в 0 фермиевский матричный элемент для распада $0\nu\beta\beta$, чего ранее достичь не удавалось. Фермиевский матричный элемент безнейтринного двойного β -распада значительно уменьшается, но полный ядерный матричный элемент этого процесса уменьшается только на $\sim 10\%$ [30].

Предложена новая процедура построения фонового (RPA) вакуума, которая исправляет часть недостатков стандартного RPA-подхода. Именно, коэффициенты канонического преобразования, связывающие фононный вакуум с волновой функцией основного состояния ядра в квазичастичном приближении, предлагается определять посредством вариационной процедуры, минимизирующей энергию основного состояния. Новый метод не переоценивает энергию связи системы, как это свойственно методу RPA. На примере двухуровневой модели Липкина–Мешкова–Глика проведено сравнение стандартного RPA, расширенного RPA и нового подхода [31].

Изучено влияние взаимодействия между одной и двухфононными членами в волновых функциях и эффекта тензорной силы на свойства состояний Гамова–Теллера [32]. Было обнаружено, что период полураспада через бета-распад уменьшается под влиянием этих эффектов. Вычисления хорошо согласуются с экспериментальными данными для $N = 50$ изотонов. Было сделано предсказание для периода полураспада ^{76}Fe , что имеет существенное значение для нуклеосинтеза в звездах.

В самосогласованном приближении случайной фазы с силами Скирма на примере ядра

^{208}Pb проанализирована природа низкоэнергетической силы $E1$ -переходов (другими словами — пигми-резонанса). Рассчитаны $E1$ -силовые функции для дипольного, компрессионного и тороидного операторов. Для более детального анализа вычислены усредненные переходные плотности и токи. Поведение последних ясно указывает на изоскалярный тороидальный характер потока для $E1$ -состояний в области энергий 6,0–8,8 МэВ и смешанный поток «изоскаляр/изовектор»–«тороид/сжатие» в области 8,8–10,5 МэВ. Таким образом, моды возбуждений в этой области энергий включают как вихревое, так и безвихревое движения. Картина простых колебаний нейтронного избытка относительно центрального остова ядра эти расчеты не подтверждает [33].

Предложена коллективная модель, позволяющая описывать киральные вращения и колебания. Модель использована для описания системы, состоящей из протона и нейтронной дырки на подболочках $h_{11/2}$, которые связаны с жестким неаксиальным ротатором. Подход выходит за рамки приближения среднего поля, включает квантовые флуктуации киральной степени свободы и восстанавливает киральную симметрию. Рассчитаны потенциальная энергия и массовые коэффициенты. Показано, что с ростом углового момента усиливается вырождение по энергии киральных партнеров [34].

Проанализирована изотопическая зависимость сечения полного слияния (захвата) в реакциях четных изотопов Хе с массовыми числами от 130 до 150 с ядрами ^{48}Ca . Впервые показано, что нейтронно-обогащенные ядра $^{186-191}\text{W}$ можно получить с относительно большими сечениями при помощи реакций полного слияния с радиоактивными пучками при энергии столкновения около кулоновского барьера. Сравнивались сечения реакций полного слияния и фрагментации при получении нейтронно-избыточных изотопов W, нейтронно-дефицитных изотопов Rn и сверхтяжелых ядер [35].

В рамках усовершенствованной модели «точки разрыва» рассчитаны массовые распределения для индуцированного деления четных изотопов Hg с массовыми числами от $A = 174$ до 196. С ростом массового числа делящегося изотопа форма массового распределения эволюционирует от симметричной для ^{174}Hg к асимметричной для изотопов, близких к ^{180}Hg , и снова к более симметричной у ядер $^{192,194,196}\text{Hg}$. Энергия возбуждения делящегося изотопа слабо влияет на форму массового распределения. Для изотопов $^{180,184}\text{Hg}$ массовые распределения фрагментов деления симметричны даже при больших энергиях возбуждения [36].

Развита концепция динамических адиабатических состояний, предложенная ранее для описания столкновений одноэлектронных атомов и ионов. Соответствующие динамические адиабатические потенциальные кривые исследованы для всего диапазона межъядерных расстояний R . Преимущество

динамического адиабатического базиса определяется его следующими тремя достоинствами. Во-первых, такой базис совместим с граничными условиями. Во-вторых, благодаря скрытым пересечениям переходы между вращательными состояниями преобразуются в радиальные переходы. В-третьих, процессы ионизации теперь могут быть описаны в базисе из дискретных ортогональных волновых пакетов, что в большей степени соответствует физике таких процессов [37].

Разработан непертурбативный подход для описания ультрахолодных анизотропных столкновений в квазиодномерной геометрии атомных ловушек, в котором устранены ограничения использованных ранее псевдопотенциальных моделей. Получены аналитические формулы, прекрасно согласующиеся с результатами численных расчетов *ab initio*, предсказывающие положение индуцированных конфайнментом дипольных резонансов (ИКДР). Полученные аналитически резонансные условия раскрывают детали взаимосвязи конфайнмента и анизотропии диполь-дипольных взаимодействий. Точные сведения о положении ИКДР открывают путь к экспериментальной реализации, например, экзотических фаз типа Тонкса–Жирардо или супер-Тонкса–Жирардо в эффективно одномерных дипольных газах [38].

Установлена новая, существенно более сильная оценка на поворот спектральных подпространств самосопряженного оператора под действием аддитивных возмущений общего вида. Доказательство этой оценки основывается на новой $\sin 2\theta$ -теореме, дающей локальную оценку на операторный угол между возмущенным и невозмущенным спектральными подпространствами. При доказательстве используется также неравенство треугольника для максимальных углов между произвольными подпространствами гильбертова пространства [39].

В рамках гибридной модели оптического потенциала (ОП) проанализированы упругое рассеяние и процесс развала при взаимодействии гало-ядра ^{11}Li с протонами. ОП модели состоит из реальной части, полученной однократной сверткой, и мнимой части, рассчитанной в высокоэнергичном приближении. При описании упругого рассеяния $^{11}\text{Li} + p$ была использована плотность распределения ρ вещества ядра ^{11}Li , вычисленная в рамках крупномасштабных расчетов по модели оболочек. Глубины реальной и мнимой частей ОП подгонялись по экспериментальным сечениям упругого рассеяния при энергиях 62, 68,4 и 75 МэВ/нуклон. Предсказаны значения полного сечения реакции. Кроме того, использовалась плотность ρ ядра ^{11}Li , рассчитанная в кластерной модели, где ядро ^{11}Li рассматривалось как остов ^9Li с двухнейтронным гало. Были вычислены сечение развала ^{11}Li при энергии 62 МэВ/нуклон и импульсные распределения фрагментов [40].

Исследовано рождение e^+e^- -пар в процессе взаимодействия фотона с очень коротким и мощным

поляризованным электромагнитным импульсом (например, лазерным) — обобщенный вариант процесса Брейта–Уилера. Показано, что вероятность рождения пар определяется игрой двух динамических эффектов. Первый эффект связан с формой и длительностью импульса, в то время как второй определяется нелинейной динамикой взаимодействия частиц e^{\pm} с сильным электромагнитным полем. Первый эффект наиболее ясно проявляется в режиме слабого поля, когда малая интенсивность поля компенсируется его быстрыми изменениями в ограниченной пространственно-временной области, что интенсифицирует события с участием нескольких фотонов и может усилить вероятность рождения пар на несколько порядков в сравнении с импульсом бесконечной протяженности. Нелинейная динамика многофотонного режима Брейта–Уилера играет решающую роль при больших интенсивностях поля. В промежуточной ситуации следует учитывать оба эффекта [41].

Теория конденсированных сред и новые материалы

Исследования по теме «Теория конденсированных сред и новые материалы» в 2013 г. продолжались в рамках следующих проектов:

- физические свойства комплексных материалов и наноструктур;
- математические проблемы многочастичных систем.

Сформулирована микроскопическая теория высокотемпературной сверхпроводимости в купратах в рамках обобщенной модели Хаббарда в режиме сильных корреляций ($U \gg t$). Показано, что основной вклад в d -волновое сверхпроводящее спаривание дает кинематическое спин-флуктуационное взаимодействие, в то время как межузельное кулоновское отталкивание и электрон-фононное взаимодействие малы [42].

Исследованы особенности нарушения симметрии, преобразования симметрии и связанные с ними физические эффекты в конечных квантовых системах. Показано, что в случае конечных систем с достаточно большим числом частиц переходы кроссовера становятся резкими, так что нарушение симметрии происходит подобно тому, что имеет место в макроскопических системах. Это относится, в частности, к нарушению глобальной калибровочной симметрии, связанному с конденсацией Бозе–Эйнштейна и со сверхпроводимостью, или к нарушению изотропии, связанному с возникновением квантовых вихрей и стратификацией в многокомпонентных смесях [43].

Детально проанализирована возможность возникновения собственного магнетизма в структурах на основе углерода и родственных материалах, в которых нет ионов переходных металлов, а электронная структура определяется s - и p -электронами. Эта

возможность очень широко обсуждалась на основе плохо воспроизводимых экспериментальных данных. На основе базовых принципов квантовой теории магнетизма показано, что предполагаемый «магнетизм» данных веществ не может быть обусловлен p -электронами. Наблюдаемые «квазимагнитные» эффекты связаны с наличием примесей переходных металлов, дефектами структуры и т.п. Данный вывод был подтвержден в самых последних экспериментах группы Гейма–Новоселова [44].

Получены выражения для критических индексов двумерной модели полимерных цепочек, у которых начала и концы принадлежат двум локальным областям, разделенным расстоянием, намного превосходящим персистентную длину цепочки [45].

Построено новое, наиболее сложное из известных, решение уравнения Янга–Бакстера, определяемое интегральным оператором с эллиптическим гипергеометрическим ядром. Это приводит к новым решаемым моделям спиновых цепочек с непрерывными значениями спинов [46].

Предложено трехпараметрическое интегрируемое семейство полностью асимметричных моделей взаимодействующих частиц с факторизованным стационарным состоянием. Получены уравнения Бете для модели с периодическими граничными условиями, и предложена гипотеза о виде функции Грина уравнения Маркова для системы на бесконечной решетке [47].

Исследован фазовый переход в двухцепочечной модели ДНК. Получены аналитически точно свободная энергия, корреляционная функция и параметр порядка в критической точке, которые позволяют сделать заключение о фазовом переходе бесконечного рода в рассмотренной модели [48].

Дается обзор теории и применений нового класса специальных функций математической физики — эллиптических гипергеометрических функций [49].

Книга посвящена обзору оригинальных результатов автора в теории интегрируемых квантовых спиновых цепочек со спином $s = 1/2$ и обменными константами, пропорциональными обратному квадрату гиперболического синуса (бесконечные цепочки) и эллиптической функции Вейерштрасса с действительным периодом, равным числу узлов решетки (цепочки с периодическими граничными условиями) [50].

Рассчитан туннельный ток в контакте, состоящем из полуплоскостей графена и двуслойного графена, с двумя возможными типами упаковки в двух возможных ориентациях кристаллической решетки. Обнаружено, что при встречной ориентации краем типа «зигзаг» для всех видов рассмотренных контактов туннельный ток содержит характерные пики, обусловленные влиянием локализованных краевых состояний, что приводит к выраженному эффекту «включения/выключения» контактов под влиянием затвора. Контакты на графенах с краем «кресло» не обладают

выраженным «переключающим» свойством, а усиление напряжения на затворе приводит к увеличению проводимости [51].

Показано, что t - J -модель сильнокоррелированных электронов при любом уровне допирования эквивалентна модели Кондо–Гейзенберга, описывающей допированные дырки проводимости на решетке локализованных спинов. Затравочные элементарные возбуждения в этой модели — спиноны и допоны — связаны $U(1)$ -калибровочным полем в фазе конфайнмента, что накладывает определенные ограничения на структуру физической ферми-поверхности. В частности, показано, что металлическая фаза слабодопированного антиферромагнетика («underdoped» t - J -модель) нарушает теорему Латтинжера. Это означает, что в этом режиме, не-

смотря на существование ферми-поверхности и квазичастиц, металлическая фаза не является ферми-жидкостью [52].

Продемонстрировано возникновение волн зарядовой плотности вдоль стека связанных джозефсоновских переходов (ДП) в слоистых сверхпроводниках. Описана трансформация продольной плазменной волны в волну зарядовой плотности (ВЗП), а также переходы между ВЗП различного типа. Влияние внешнего электромагнитного излучения на состояния, соответствующие ВЗП, кардинально отличается от случая одиночного ДП. Значения напряжений, соответствующих ступенькам Шапиро в ДП вдоль стека, не отражают непосредственно частоту внешнего излучения, а обусловлены распределением вращающихся и осциллирующих ДП в системе [53].

ДУБНЕНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКОЛА СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ (DIAS-TN)

В рамках DIAS-TN в 2013 г. были проведены 3 школы и рабочее совещание (Research Workshop):

- 11-я Зимняя школа по теоретической физике (28 января–3 февраля);
- 17-е рабочее совещание «Теория нуклеации и ее применения» (1–30 апреля);

- Гельмгольцевская международная школа «Физика тяжелых кварков и адронов» (15–28 июля);

- Гельмгольцевская международная школа «Космология, струны и новая физика» (2–14 сентября).

Регулярно проводились семинары для студентов и аспирантов, поддерживался сайт DIAS-TN, продолжалась видеозапись лекций.

КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ, СОТРУДНИЧЕСТВО

Было организовано 9 конференций, рабочих совещаний и школ:

- 21-й Международный коллоквиум «Интегрируемые системы и квантовые симметрии» (12–16 июня, Прага);
- 3-я Международная школа «Симметрии в интегрируемых системах и ядерной физике» (7–13 июля, Армения);
- международная конференция «Симметрии и спин» (7–13 июля, Прага);
- 7-е рабочее совещание АРСТР – ЛТФ ОИЯИ «Современные проблемы в ядерной физике и физике элементарных частиц» (14–19 июля, Большие Коты, Россия);

- рабочее совещание IN2P3 – ЛТФ ОИЯИ «Последние достижения в ядерной физике» (22–27 июля, Дубна);

- международная конференция «Суперсимметрии и квантовые симметрии» (29 июля – 3 августа, Дубна);

- рабочее совещание KLFTP/CAS – ЛТФ ОИЯИ «Ядерные проблемы» (26–30 августа, Пекин);

- 25-я Международная конференция «Физика высоких энергий» (8–12 октября, Дубна);

- семинар Армения–Дубна «Проблемы интегрируемых систем» (25–26 декабря, Дубна).

КОМПЬЮТЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В 2013 г. приобретено два высокопроизводительных сервера для замены устаревших серверов theor.jinr.ru и thproxy.jinr.ru. Новые серверы предоставят пользователям более 10 Тбайт дискового

пространства для поддержки вычислений. Для ускорения обмена данными между серверами ЛТФ внедрена технология 10 Гбит/с Ethernet. Для замены ПК на рабочих местах приобретено 40 высокопро-

изводительных ПК. Приобретены сетевые лицензии Intel Cluster Studio для Linux, дополнительные сетевые лицензии Wolfram Mathematica, большие пакеты лицензионного программного обеспечения от Adobe,

АВВУУ, Design Science. Построена беспроводная сеть WiFi из 20 точек доступа, охватывающая все здание ЛТФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bork L. V., Kazakov D. I., Vlasenko D. E. // JHEP. 2013. V. 1311. P. 065.
2. Bolzoni P., Kniehl B. A., Kotikov A. V. // Nucl. Phys. B. 2013. V. 875. P. 18–44.
3. Bednyakov A. V., Pikelner A. F., Velizhanin V. N. // JHEP. 2013. V. 1301. P. 017.
4. Khandramai V. L., Solovtsova O. P., Teryaev O. V. // J-NPCS. 2013. V. 16. P. 93.
5. Fursaev D. V., Patrushev A., Solodukhin S. N. // Phys. Rev. D. 2013. V. 88. P. 044054.
6. Gutsche T. et al. // Ibid. V. 87. P. 074031.
7. Dubnicka S. et al. // Ibid. P. 074201.
8. Korobov V. I., Karr J.-Ph., Hilico L. // Phys. Rev. A. 2013. V. 87. P. 062506.
9. Naumov V. A., Shkirmanov D. S. // Eur. Phys. J. C. 2013. V. 73. P. 2627.
10. Klopot Ya., Oganessian A., Teryaev O. arXiv:1312.1226 [hep-ph].
11. Goloskokov S. V., Kroll P. arXiv:1310.1472 [hep-ph].
12. Leader E., Sidorov A. V., Stamenov D. B. // Phys. Rev. D. 2011. V. 84. P. 014002.
13. Dorokhov A. E., Radzhabov A. E., Zhevlakov A. S. // Acta Phys. Polon. 2013. Suppl. 6. P. 157.
14. Kochelev N., Korchagin N. arXiv:1308.4857 [hep-ph].
15. Anikin I. V., Braun V. M., Offen N. // Phys. Rev. D. 2013. V. 88. P. 114021.
16. Cassing W. et al. // Phys. Rev. C. 2013. V. 88. P. 06490.
17. Bornyakov V. G. et al. // Phys. Rev. D. 2013. V. 87. P. 114508.
18. Chicherin D., Derkachov S., Isaev A. P. // J. Phys. A. 2013. V. 46. P. 485201.
19. Davydov E. A., Filippov A. T. // Gravitation and Cosmology. 2013. V. 19. P. 209–218.
20. Tretyakov P. // Ibid. P. 288.
21. Fré P., Sagnotti A., Sorin A. S. // Nucl. Phys. B. 2013. V. 877. P. 1028.
22. Pirozhenko I. G., Bordag M. Casimir Repulsion in Sphere-Plane Geometry // Phys. Rev. D. 2013. V. 87. P. 085031.
23. Bellucci S., Krivonos S., Sutulin A. // Phys. Lett. B. 2013. V. 726.
24. Goykhan M., Ivanov E., Sidorov S. // Phys. Rev. D. 2013. V. 87. P. 025026.
25. Ivanov E., Lechtenfeld O., Zupnik B. // JHEP. 2013. V. 1305. P. 133.
26. Krivonos S. et al. // J. Phys. A. 2013. V. 46.
27. Fiziev P. // Phys. Rev. D. 2013. V. 87. P. 044053.
28. Pakuliak S. et al. // J. Stat. Mech. 2013. V. 2. P. 1.
29. Belyov S., Tyurin N. // Theor. Math. Phys. 2013. V. 175. P. 147.
30. Šimkovic F. et al. // Phys. Rev. C. 2013. V. 87. P. 045501.
31. Mishev S. // Ibid. P. 064310.
32. Severyukhin A. P. et al. JINR Preprint E4-2013-133. Dubna, 2013.
33. Repko A. et al. // Phys. Rev. C. 2013. V. 87. P. 024305.
34. Chen Q. B. et al. // Ibid. P. 024314.
35. Sargsyan V. V. et al. // Ibid. V. 88. P. 05460.
36. Andreev A. V. et al. // Ibid. P. 047604.
37. Grozdanov T. P., Solov'ev E. A. // Phys. Rev. A. 2013. V. 88. P. 022707.
38. Giannakeas P., Melezhik V. S., Schmelcher P. // Phys. Rev. Lett. 2013. V. 111. P. 183201.
39. Albeverio S., Motovilov A. K. // Complex Analysis and Operator Theory. 2013. V. 7. P. 1389–1416.
40. Lukyanov V. K. et al. // Phys. Rev. C. 2013. V. 88. P. 034612.
41. Titov A. I. et al. // Phys. Rev. A. 2013. V. 87. P. 042106.
42. Plakida N. M., Oudovenko V. S. // Eur. Phys. J. B. 2013. V. 86. P. 115.
43. Birman J. L., Nazmitdinov R. G., Yukalov V. I. // Phys. Rep. 2013. V. 526, No. 1. P. 1–91.
44. Kuzemsky A. L. // Intern. J. Mod. Phys. B. 2013. V. 27, No. 11. 1330007. P. 1–40.
45. Gorsky A. et al. // Nucl. Phys. B. 2013. V. 870. P. 55–77.
46. Derkachov S. E., Spiridonov V. P. // Uspekhi Mat. Nauk. 2013. V. 68, No. 6. P. 59.
47. Povolotsky A. M. // J. Phys. A: Math. Theor. 2013. V. 46. P. 465205.
48. Hayrapetyan G. N. et al. // Ibid. P. 035001.
49. Спиридонов В. П. Эллиптические гипергеометрические функции. Дополнительная глава // Аски П., Рой Р., Эндрюс Дж. Специальные функции. М.: МЦНМО, 2013. С. 577–606 (translation to Russian: Andrews G. E., Askey R., Roy R. Special Functions. Encyclopedia of Math. Appl. V. 71. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1999).
50. Inozemtsev V. Integrable Heisenberg–Dirac Chains with Variable Range Exchange: Integrable Quantum Spin Chains. 88. LAP Lambert. Acad. Publ., 2013.
51. Katkov V. L., Osipov V. A. // JETP Lett. 2013. V. 98. P. 782.
52. Ferraz A., Kochetov E. A. // Eur. Phys. J. B. 2013. V. 86. P. 512.
53. Шукринов Ю. М., Абдельхафиз Х. // Письма в ЖЭТФ. 2013. Т. 98. С. 620.



ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ ИМ. В. И. ВЕКСЕРА и А. М. БАЛДИНА

В 2013 г. основные усилия сотрудников ЛФВЭ были направлены на реализацию и дальнейшее развитие проекта NICA («Нуклотрон-NICA», MPD

и BM@N) и участие в совместных исследованиях, проводимых в ведущих ускорительных центрах мира.

НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ В РАЗВИТИИ УСКОРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Развитие ускорительного комплекса ЛФВЭ в 2013 г. было направлено на изготовление систем и элементов вновь создаваемых ускорительных установок комплекса NICA.

В 2013 г. проведено два сеанса нуклотрона общей продолжительностью 2000 ч. Намеченная программа физических исследований, на которую было выделено около 60 % пучкового времени, выполнена практически полностью. В ходе «ускорительных» смен сеансов выполнялись работы, направленные на расширение возможностей существующего ускорительного комплекса при проведении текущей программы физических исследований по тестированию оборудования и режимов работы вновь создаваемых установок комплекса NICA — бустера и коллайдера.

Проект «Нуклотрон-NICA»

Из наиболее заметных достижений, полученных в ходе сеансов, можно отметить следующие:

— введена в эксплуатацию новая система детектирования переходов в нормальнопроводящую фазу магнитов нуклотрона [1];

— в ходе 48-го сеанса введен в опытную эксплуатацию новый источник легких ионов на основе современного твердотельного лазера Nd-YAG;

— продолжались работы по поэтапному повышению энергии ионов. В ходе 47-го сеанса был осуществлен вывод пучка дейтронов для экспериментов по программе физических исследований с энергией 4,8 ГэВ/нуклон. В 48-м сеансе эксперименты с ядрами углерода проводились при энергии 5,15 ГэВ/нуклон. В конце сеанса поле дипольных магнитов было поднято до максимальной величины — 2 Тл, что позволило ускорить углеродный пучок до энергии 5,7 ГэВ/нуклон;

— более чем на порядок снижены пульсации поля на «столе», продемонстрирована возможность получения коэффициента постоянного тока при медленном выводе порядка 90 %, а также самого медленного вывода при длительности растяжки до 20 с;

— введен в опытную эксплуатацию экспериментальный сегмент АСУ ускорительного комплекса NICA на основе программного комплекса Tango;

— проведено тестирование элементов ускоряющей системы и устройств диагностики, предназначенных для бустера комплекса NICA;

— в 47-м сеансе впервые в России реализовано стохастическое охлаждение продольной степени сво-



Рис. 1. Спектр продольного дробового шума пучка на 3048-й гармонике частоты обращения. Нижняя кривая (голубая) — сразу после инжекции, желтая кривая — после 8 мин охлаждения. Энергия дейтронов 3 ГэВ/нуклон, интенсивность пучка 10^9 частиц

боды распушенного пучка дейтронов методом гребчатого фильтра (рис. 1). В 48-м сеансе работы по охлаждению были продолжены на ядрах углерода — выполнено охлаждение как распушенного, так и сгруппированного пучков.

NICA

2013 г. был решающим с точки зрения создания комплекса. Успешно пройдена государственная экспертиза; впервые был объявлен международный тендер на строительство; начались работы по подготовке площадки под строительство коллайдера и зданий экспериментальных установок комплекса NICA.

В создании элементов новых ускорительных установок комплекса NICA были достигнуты следующие основные результаты.

- Начато тестирование нового источника поляризованных частиц.

- В апреле–марте 2013 г. был проведен первый сеанс на новом источнике многозарядных тяжелых ионов КРИОН-6Т, а с августа работы на источнике проводятся практически в непрерывном режиме. Продемонстрирована генерация пучков золота в зарядовом состоянии $30^{+}-32^{+}$, требуемом для инъекции в бустер, на уровне 50 % от проектной величины. Ведется подготовка источника для проведения сеанса с ускорением тяжелых ионов на нукло-троне.

- В 2013 г. фирмой «Bevatech» изготовлены и подготовлены к введению в эксплуатацию секции тяжелоионного линейного ускорителя NPLas. Начало поставки оборудования в ОИЯИ ожидается в мае 2014 г. Подготовлен проект реконструкции здания ЭГ-5, предназначенного для размещения NPLas, начаты ремонтные работы.

- Для размещения магнитооптической структуры, систем и оборудования бустера планируется капитальный ремонт здания № 1. Подготовлены исходные данные для технического задания, и объявлен тендер на разработку проекта ремонта.

- В ИЯФ СО РАН им. Г. И. Будкера завершается изготовление ускоряющих станций бустера, проведена контрольная сборка, и начато тестирование. Для

тестирования станций в ОИЯИ отремонтировано помещение для экспериментального стенда.

- Активно проводились работы по подготовке к серийному производству магнитов бустера. Выполнен ремонт здания № 217, к которому проложены необходимые коммуникационные линии от криогенного комплекса ЛФВЭ.

- Создан участок по производству сверхпроводящих обмоток. Изготовлен в Словакии, доставлен в ОИЯИ и протестирован источник тока до 15 кА, предназначенный для тестирования магнитов. Изготовленный в Германии сателлитный рефрижератор, доставлен в ОИЯИ и подготовлен к вводу в эксплуатацию. Совместно с GSI разработана система измерения магнитных полей. Начало серийного производства магнитов бустера намечено на первую половину 2014 г.

ИЛС

Основные результаты, полученные группой ОИЯИ в 2013 г.

Тестовый стенд для создания Linac-200. Готовится физический запуск второй станции ускорителя электронов с энергией 50 МэВ. Ускоренный пучок электронов с энергией ~ 18 МэВ был проведен через ондулятор. Зафиксировано излучение инфракрасного диапазона с длиной волны ~ 14 мкм и мощностью ~ 30 мВт. Введена в эксплуатацию система диагностики энергии и фазовых характеристик электронного пучка ускорителя. Модернизирована система охлаждения и термостатирования первой станции ускорителя. Ведутся пусконаладочные работы прототипа лазера на свободных электронах (FEL).

Стенд для создания фотоинжектора ускорителя прямого действия (DC). Осуществлен физический запуск прототипа фотоинжектора линейного электронного ускорителя с «прозрачным» фотокатодом. Концепция такого фотоинжектора впервые предложена в ОИЯИ. При использовании пикосекундного лазера ($\tau_{\text{имп}} = 75$ пс, $E_{\text{имп}} = 1$ мДж) из «прозрачного» фотокатода в виде металлической сетки микронных размеров получен заряд 1,2 нКл ($I \sim 16$ А).

НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

CMS

Основные усилия группы ОИЯИ в физической программе CMS были сосредоточены на изучении процессов с рождением пар мюонов и многоструйных событий для проверки предсказаний Стандартной модели (СМ) и поиске новой физики за ее пределами.

Был исследован спектр мюонных пар в широком интервале значений инвариантной массы, на осно-

вании полученных результатов определена асимметрия вылета мюонов «вперед-назад» и дифференциальное сечение рождения мюонных пар в процессе Дрелла–Яна в диапазоне инвариантных масс от 15 до 1500 ГэВ. Измеренные значения находятся в хорошем согласии с NNLO-предсказаниями СМ.

Комбинированный анализ рождения мюонных и электронных пар позволил исключить на 95 %-м уровне достоверности существование новых ней-

тральных калибровочных бозонов массой менее 2950 ГэВ расширенного калибровочного сектора с константами связи СМ (Z_{SSM}), а для калибровочной модели, обусловленной суперструнной теорией (Z_ψ), — массой менее 2600 ГэВ. Получены массовые ограничения для RS1-гравитона. Они составили 2390 ГэВ для константы связи $c = 0,10$ и 2030 ГэВ для $c = 0,05$.

На данных 2012 г. выполнен анализ многоструйных событий по поиску микроскопических квазиклассических и квантовых черных дыр на масштабе ТэВ. Полученные значения минимальной массы микроскопической черной дыры составляют от 4,7 до 6,3 ТэВ в зависимости от механизма образования и эволюции черной дыры для значений фундаментального многомерного планковского масштаба $M_D \leq 5$ ТэВ.

Продолжалось изучение свойств бозона Хиггса. В канале его распада на два нейтральных калибровочных бозона с их дальнейшим распадом на четыре лептона уточнена масса бозона Хиггса, которая составила $m_H = 125,8 \pm 0,5$ (стат.) $\pm 0,2$ (сист.) ГэВ. Значение массы, полученное в результате комбинированного анализа каналов распада на пару фотонов и четыре лептона, составило $m_H = 125,7 \pm 0,3$ (стат.) $\pm 0,3$ (сист.) ГэВ [2]. Анализ угловых распределений продуктов распада бозона Хиггса позво-

лил исключить практически все состояния со спином и четностью, не соответствующие бозону Хиггса СМ.

ALICE

Группа ОИЯИ, участвующая в эксперименте ALICE, вовлечена в анализ корреляций Бозе–Эйнштейна. В 2013 г. с установки ALICE набирались данные с триггером «minimum bias» ($6 \cdot 10^7$ соб.) в столкновениях p –Pb при 5,02 ТэВ. Получены первые результаты анализа фемтоскопических корреляций для пар заряженных каонов (рис. 2). Проведен дополнительный анализ чистоты селекции заряженных каонов в столкновениях Pb–Pb при энергии 2,76 ТэВ, и получены новые результаты для величины R_{inv} , а также по регистрации распада $\phi \rightarrow K^+K^-$ [3].

ATLAS

Группа ЛФБЭ в эксперименте ATLAS принимает участие в работах по анализу данных, в том числе по поиску бозона Хиггса в совместном рождении с W -бозоном и последующем распаде на пару b -кварков, и в модернизации установки.

В 2013 г. продолжались работы по улучшению критериев отбора событий и выбору оптимального набора переменных для подавления вклада фоновых процессов. Полученные результаты представлялись на заседаниях рабочей группы. Совместно проведенный анализ с использованием многопараметри-

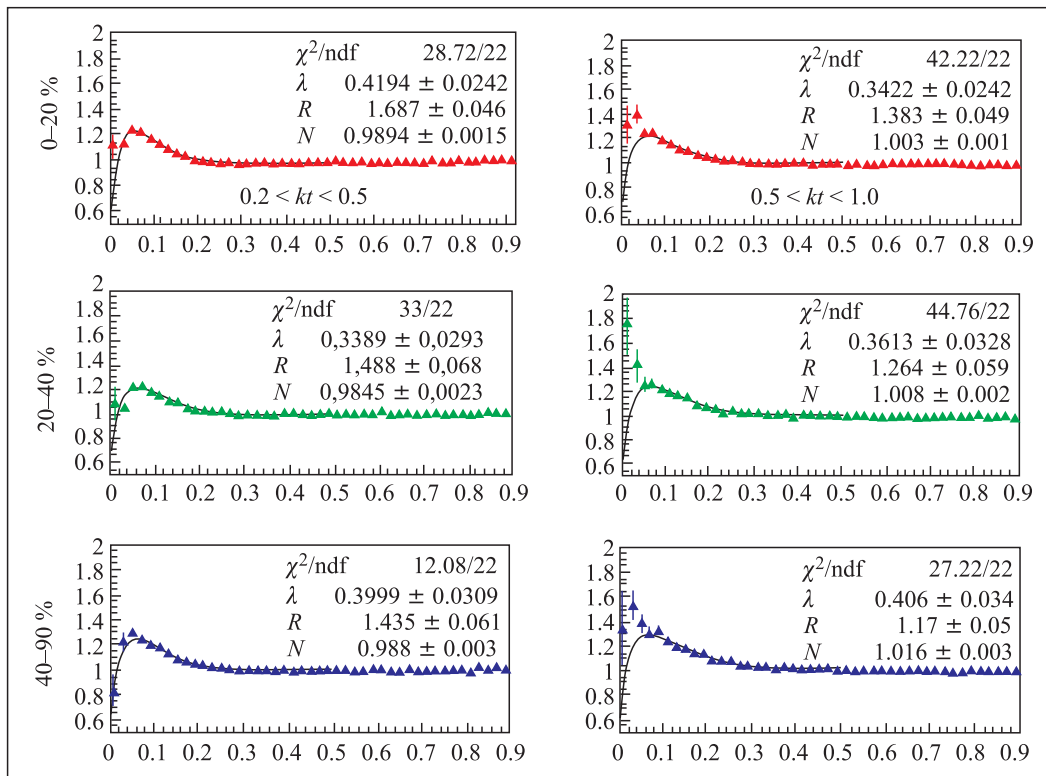


Рис. 2. Функции корреляции в зависимости от величины R_{inv} для пар заряженных каонов, полученные в столкновениях p –Pb при 5,02 ТэВ при различных поперечных импульсах пар и центральных событиях 0–20 %, 20–40 %, 40–90 %. Кривые являются результатом фитирования

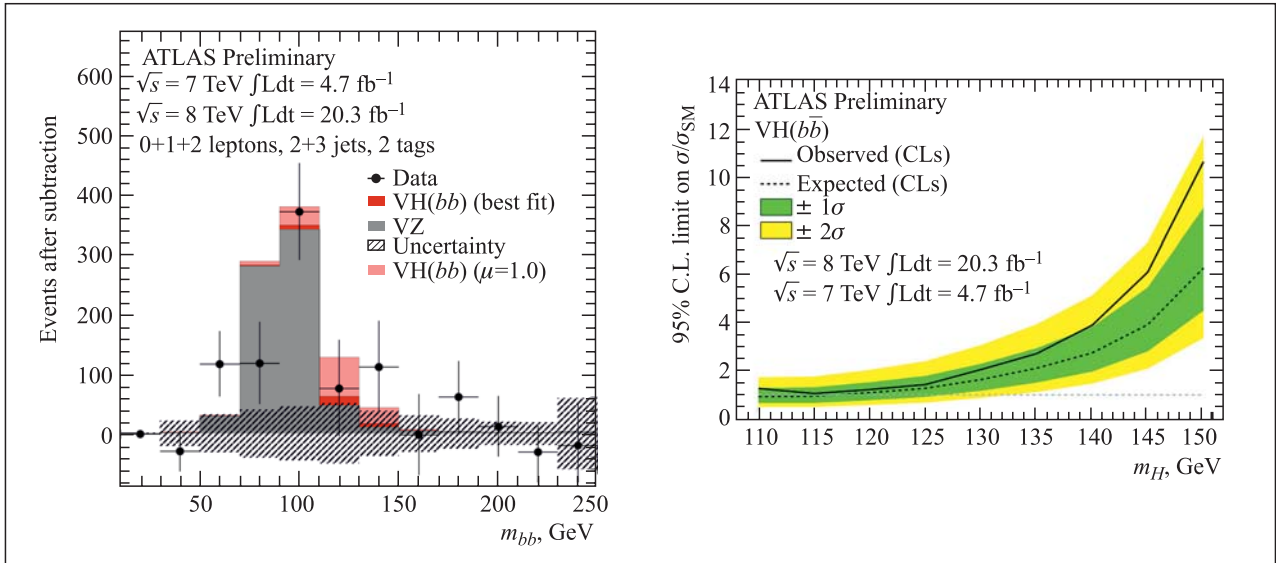


Рис. 3. Инвариантная масса двух b -струй (слева) и верхний предел на сечение совместного рождения бозона Хиггса с W - и Z -бозонами с 95 %-м уровнем достоверности (справа)

ческого обрезания экспериментальных данных на полной статистике не привел пока к обнаружению достоверного превышения сигнала над фоном, как это видно из распределения по инвариантной массе двух b -струй, показанного на рис. 3, где уже вычтен вклад всех фоновых процессов, кроме рождения дибозонов.

Верхний предел, полученный для величины сечения образования бозона Хиггса в этом процессе, в 1,4 раза превышает вычисленную в рамках в СМ. Данные результаты были представлены на международных конференциях и опубликованы в [4].

Проведено моделирование характеристик жидко-аргонового адронного торцевого калориметра (НЕС) ATLAS с учетом деградации электроники считывания калориметра при наборе полной интегральной светимости 3000 fb^{-1} . В качестве исходных параметров были использованы экспериментальные данные, полученные при радиационных испытаниях электроники в пучках протонов (Цюрих) и нейтронов (Дубна и Ржеж). Ухудшение коэффициента усиления предусилителя и искажение его линейности были параметризованы в зависимости от полученной радиационной нагрузки, которая зависит от положения электронной платы в криостате установки ATLAS. Было проведено полное моделирование Монте-Карло (GEANT-4) двухструйных событий с учетом и без учета ожидаемой деградации предусилителей.

Полученные результаты показывают, что радиационные повреждения предусилителей приводят к заметным искажениям калориметрической информации и для работы на HL-LHC требуется замена front-end электроники.

Эксперименты NA62 и NA48/2

Эксперимент NA62 посвящен изучению сверхредких распадов заряженных каонов на заряженный пион и два нейтрино. ОИЯИ, совместно с ЦЕРН, отвечает за НИОКР и изготовление трековых детекторов на основе строу-трубок, способных работать с высоким пространственным разрешением в вакууме, а также за разработку программного обеспечения для моделирования и реконструкции событий. Кроме того, группа ОИЯИ продолжает анализ данных экспериментов NA48/2 и специального набора данных NA62 2007–2008 гг.

Основные результаты, полученные в 2013 г.

1. Закончено производство строу-трубок в ЛФВЭ ОИЯИ. В общей сложности было изготовлено более 6500 таких трубок. Продолжается их проверка на избыточное давление. Около 15% строу-трубок полностью протестированы и доставлены в ЦЕРН.

2. Работы по сборке, тестированию и доставке в ЦЕРН модулей камер проводятся в соответствии с графиком.

3. Продолжаются испытания на космических лучах прототипа, состоящего из 64 строу-трубок. Измеряется пространственное разрешение, и изучается новая считывающая электроника. Продолжается анализ экспериментальных данных 2012 г., полученных на этом прототипе при его работе в вакууме.

Группа ОИЯИ продолжает участие в анализе данных эксперимента NA48/2.

При определяющем вкладе физиков ОИЯИ впервые экспериментально наблюдался новый канал распада $K^\pm \rightarrow p^0 p^\pm e^+ e^-$. Предварительные данные по измерению величины вероятности распада (branching ratio) совпадают с теоретическим предсказанием,

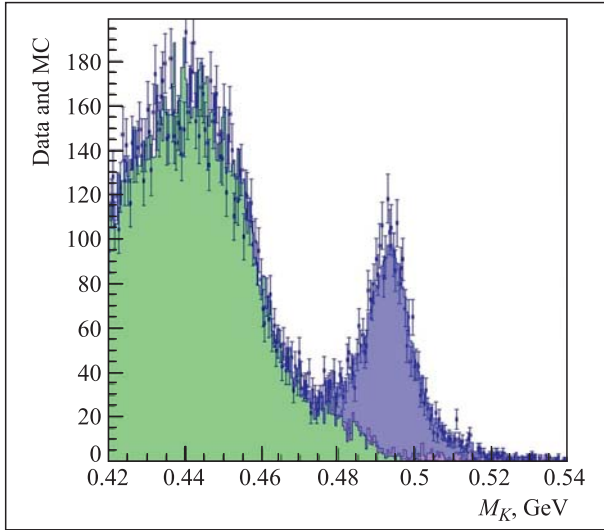


Рис. 4. Первое наблюдение распада каона на $\pi^0 \pi^\pm e^+ e^-$

полученным в рамках СМ. Анализ данных продолжается (рис. 4).

Измерена ширина, и изучены динамические свойства редкого распада $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \gamma \gamma$. Набранная статистика является наибольшей в мире и составляет 149 кандидатов с фоном на уровне 10%. Вероятность распада во всей кинематической области, вычисленная в киральной пертурбативной теории, составляет $\text{Br} = (0,910 \pm 0,075) \cdot 10^{-6}$.

Серия работ экспериментов NA48/2 и NA62, посвященных высокоточной проверке лептонной универсальности в распадах заряженных каонов, номинирована на премию ОИЯИ 2013 г. На статистике 2007–2008 гг., равной 150 000 реконструированных распадов $K^\pm \rightarrow e^\pm \nu$ и фоне 11%, получена величина $R_K = \Gamma(K_{e2})/\Gamma(K_{\mu 2})$, составившая $R_K = (2,488 \pm 0,010) \cdot 10^{-5}$, что находится в согласии со СМ.

Высокоточные измерения параметров этих распадов позволяют как проводить проверку СМ и поиск новой физики, так и существенно улучшать пертурбативную киральную модель [5].

COMPASS

В 2013 г. группа ОИЯИ была занята подготовкой установки к измерениям процесса Дрелла–Яна, запланированным на 2014–2015 гг., и к изучению обобщенных партонных распределений (GPD), которые будут проводиться в 2016 г. Обязательства ОИЯИ в коллаборации состоят в создании основной части нового электромагнитного калориметра (ECAL0).

Группа ОИЯИ активно участвует в анализе данных. В 2013 г. COMPASS представил результаты по измерению величины поляризации глюонов в канале с рождением очарованных частиц [6] (рис. 5). Эти результаты были получены в рассеянии поляризованных мюонов с энергией 160 ГэВ на продольно поля-

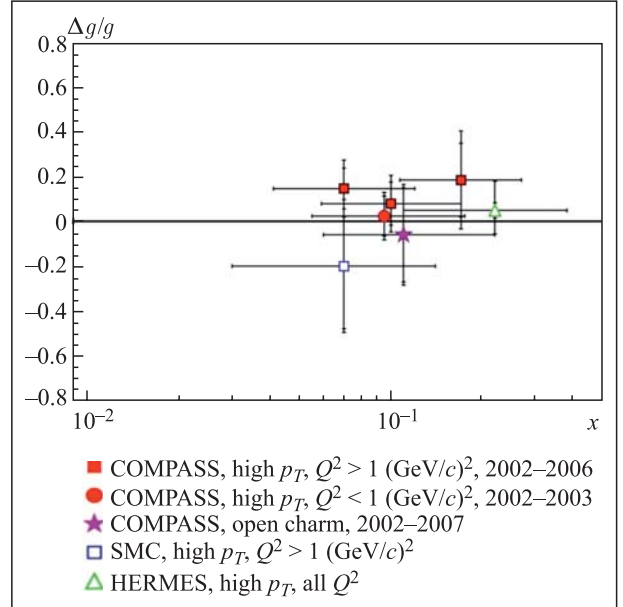


Рис. 5. Сводка измерений поляризации глюонов по каналу с рождением очарованных частиц (звездочка) и с рождением адронов с большими поперечными импульсами (все остальные точки)

ризованных протонной и дейтронной мишенях. Данные набирались в 2002–2007 гг.

В лидирующем порядке КХД вычислена средняя поляризация глюонов $\langle \Delta g/g \rangle_{\text{LO}} = -0,06 \pm 0,21$ (стат.) $\pm 0,08$ (сист.) при $\langle \mu^2 \rangle \sim 13$ ГэВ² и средней доле импульса, переносимого глюонами, $\langle x \rangle \sim 0,11$. Впервые поляризация глюонов была рассчитана в следующем за лидирующим порядке КХД $\langle \Delta g/g \rangle_{\text{NLO}} = -0,13 \pm 0,15$ (стат.) $\pm 0,15$ (сист.) на масштабе $\langle \mu^2 \rangle \sim 13$ ГэВ² и $\langle x \rangle \sim 0,20$.

При активном участии группы ОИЯИ был выполнен анализ данных по рождению Λ -, $\Sigma(1385)$ - и $\Xi(1321)$ -гиперонов в глубоконеупругом рассеянии (ГНР) мюонов на ⁶LiD-мишени. Измерены относительные выходы $\Xi(1385)^{+-}$, $\Sigma(1385)^{-}$, анти- $\Sigma(1385)^{-}$, анти- $\Sigma(1385)^{+-}$, $\Xi(1321)^{-}$ и анти- $\Xi(1321)^{+-}$ -гиперонов, распадающихся с рождением Λ (анти- Λ). Относительный выход тяжелых гиперонов и антигиперонов составил 3,8% и 5,6% при систематической неопределенности около 10%. Полученные результаты были использованы для настройки параметров генераторов программы моделирования LEPTO.

Была измерена множественность рождения заряженных адронов в ГНР на ⁶LiD-мишени в зависимости от переменных x_{Bj} , Q^2 , W^2 и переменных, характеризующих конечное состояние адрона, p_T и z .

STAR

Группа ОИЯИ в эксперименте STAR на RHIC активно участвовала в программе энергетического сканирования в столкновениях Au + Au при энергиях $\sqrt{s_{NN}} = 7,7, 11,5, 19,6, 27, 39$ ГэВ. Набранная статистика достаточна для поиска сигнатуры фазовых

переходов в ядерной материи и локализации критической точки. Была обнаружена зависимость R_{CP} , эллиптических потоков для мезонов, барионов и их античастиц, отношения выхода частиц в столкновениях Au + Au от поперечного момента и энергии столкновений [7].

Данные обработаны, получены предварительные результаты по спектрам заряженных адронов в Au + Au-столкновениях при энергиях $\sqrt{s_{NN}} = 7,7, 11,5, 19,6, 27, 39$ ГэВ и больших поперечных импульсах.

Продолжается участие в поляризационной программе эксперимента STAR. Измерены двухспиновые асимметрии рождения струй и одиночные продольные и поперечные асимметрии, позволяющие извлекать спин-зависимые распределения кварков (валентных и морских) и глюонов. Ведется анализ данных.

Эксперимент NA61

Группа ОИЯИ, принимающая участие в эксперименте NA61/SHINE, занята систематическими исследованиями в широкой области ядро-ядерных реакций в столкновениях ядер Pb + Pb, а также в реакциях с ядрами среднего размера (Xe и Ar) и с легкими ядрами (Be). В период с декабря 2012 г. по март 2013 г. в NA61/SHINE осуществлялась регистрация данных в столкновениях Be + Be, завершающая сканирование по энергии, начатое в 2011 г. [8].

Получены первые предварительные результаты анализа столкновений ${}^7\text{Be} + {}^9\text{Be}$, а также оконча-

тельные и предварительные результаты анализа реакции $p + p$. Получены предварительные результаты по анализу реакций $p + p$ и $p + C$ (Long target) при 31 ГэВ/с, необходимые для нейтринного эксперимента T2K. Продолжается анализ данных по программе космических лучей.

Коллаборация NA49 занята исследованиями в широкой области реакций с участием адронов на ускорителе SPS в ЦЕРН. Основная цель эксперимента — изучение адронной материи при высоких температурах и больших плотностях для поиска начала деконфайнмента кварков и глюонов и предсказанной в QCD критической точки в сильно взаимодействующей материи.

Корреляционный анализ данных по рассеянию Si + Si при энергии пучка 158 ГэВ/нуклон указывает на превышение модельным параметром intermittency протона ϕ_2 величины, предсказываемой КХД для фазового перехода (рис. 6). Проверка данного результата требует дополнительного сканирования по энергии.

Эксперименты, проведенные во время сеансов нуклотрона в 2013 г.

В 47-м и 48-м сеансах нуклотрона около 60 % пучкового времени было использовано для проведения физических экспериментов и тестов детекторов на пучках. Ниже представлены наиболее интересные из полученных результатов.

«Фаза-3»

В рамках эксперимента проведено измерение полной временной шкалы многотельного развала ядер: он происходит через 120 фм/с после соударения пучка дейтронов с мишенью Au. Таким образом, впервые измерено время расширения горячего ядра [9].

Проект «Энергия и трансмутация». В 2012–2013 гг. на установке «Квинта», содержащей 512 кг природного урана, изучались спектральные характеристики нейтронов, генерируемых дейтронным пучком.

Для измерения спектральных зависимостей нейтронов использовались полупроводниковые пробойные детекторы с пороговыми конвертерами в диапазоне энергий падающих дейтронов 1–8 ГэВ.

Были получены зависимости поведения высокоэнергетической части спектра ($E_n > 20$ МэВ) от энергии налетающих дейтронов. Эксперименты показали, что:

- в подкритической установке с массой урана 512 кг и радиусом 12 см процесс деления развывается эффективно; полученное значение коэффициента усиления составило 2,5 и является постоянным в широком диапазоне энергии 1–8 ГэВ (рис. 7);
- полная утечка нейтронов с энергией $E_n > 20$ МэВ составила 80 %;

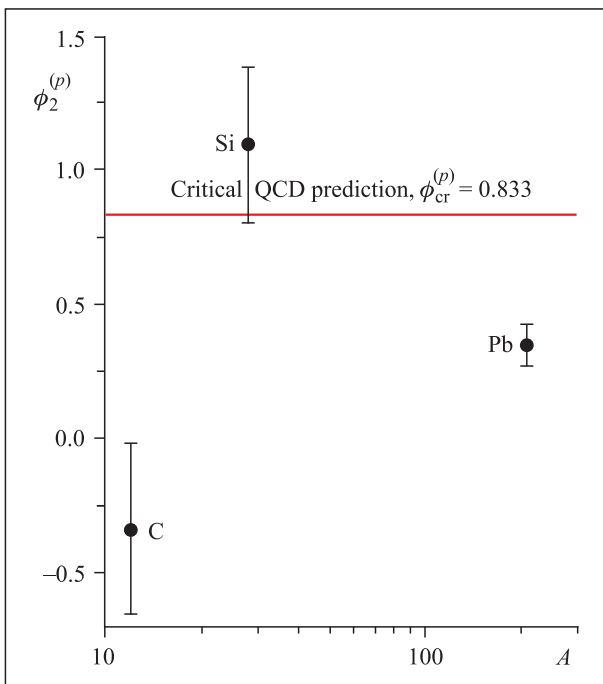


Рис. 6. Полученные данные по рассеянию Si + Si при энергии 158 ГэВ/нуклон указывают на превышение параметром intermittency протона ϕ_2 величины, предсказываемой КХД

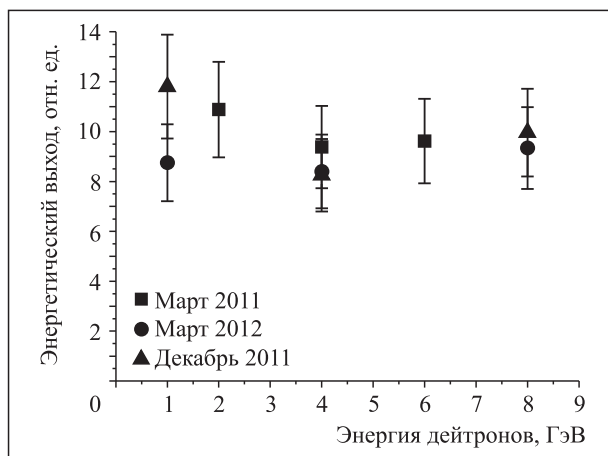


Рис. 7. Коэффициент усиления мощности в зависимости от энергии в единицах деления на 1 дейтрон и на 1 ГэВ (сеансы 2011–2013 гг.)

- с увеличением энергии дейтронов доля утечки быстрых нейтронов с энергией $E_n > 20$ МэВ также возрастает на величину от 6 до 12 %.

Были изучены скорость трансмутации радиоактивных изотопов ^{237}Np и ее зависимость от энергии налетающих частиц. Продемонстрировано увеличение скорости реакции с ростом энергии дейтронов. Этот результат указывает на то, что с увеличением энергии частиц эффективность трансмутации растет.

Проект DSS. В эксперименте DSS, проводимом на внутренней мишени нуклотрона, осуществлялся набор данных по угловой зависимости поперечного сечения упругого дейтрон-протонного рассеяния при энергии дейтронов 1300, 1500 и 2000 МэВ.

Были получены новые экспериментальные данные по реакции фрагментации дейтронов с регистрацией двух протонов для различных кинематических конфигураций при исходных энергиях дейтронов 300, 400 и 500 МэВ. Предварительные результаты были представлены на международных конференциях HS2013 и EFB22.

Данные по тензору анализирующих мощностей A_{yy} , A_{xx} и A_{xz} для реакции $dd \rightarrow tp$ были получены при дейтронной энергии 200 МэВ [10].

Эксперименты, находящиеся в стадии подготовки

Проект VM@N. Проект VM@N — это эксперимент с фиксированной мишенью, являющийся первой стадией проекта NICA. В 2013 г. для подготовки проекта VM@N:

- очищена экспериментальная зона, определены ее границы, подготовлена «control room». Дипольный магнит установлен на номинальную позицию и испытан при 80 % от рабочего тока;
- начаты работы по исследованию и проектированию теплых резистивных камер для времяпролет-

ной системы детектора VM@N. Для области высоких загрузок (~ 4 кГп/см²) предлагается использовать 12-зазорные «теплые» камеры с внутренним стеклом толщиной 0,5 мм, газовым зазором 220 мкм и 32 стрипами размером 10×160 мм. Ожидается временное разрешение в ~ 65 пс и эффективность > 94 %. Рабочая температура — 45 °С. Для области низких загрузок предлагается использовать 10-зазорные камеры с внутренним стеклом толщиной 0,7 мм, газовым зазором 300 мкм и 16 стрипами размером 18×580 мм, количество камер — 36. Эти камеры будут иметь временное разрешение < 60 пс и эффективность ~ 98 % и смогут работать при комнатной температуре. Исследуется возможность использования резистивных камер, изготовленных из малорезистивного стекла, для диапазона высоких загрузок;

- предложен и сейчас находится на стадии рассмотрения вариант внутреннего детектора на базе GEM-технологии. В ходе предварительного моделирования такого детектора продемонстрирована его способность восстанавливать гипероны. Прототип трехслойного GEM-детектора размером 10×10 см (структура: X-, Y-стрипы 250×250 шт. с шагом 400 мкм) был изготовлен в мастерских ЦЕРН и будет протестирован во время следующего сеанса нуклотрона;

- прототип модуля «Zero degree calorimeter» успешно прошел тесты на пучке и космических лучах с различными фотоумножителями и высоковольтными делителями. Подготовлен технический проект опоры калориметра. Его изготовит НКМЗ (Краматорск, Украина). 50 % стоимости заказа (65 тыс. долл.) перечислено в декабре 2013 г. Срок доставки — октябрь 2014 г.;

- начаты работы по запуску элементов внешнего трекера;

- в октябре 2013 г. три корпуса для сцинтилляционного оптоволоконного годоскопа размером 12×12 см доставлены из г. Дечин (Чехия). Два детектора находятся в стадии подготовки;

- два черенковских детектора изготовлены и подготовлены к испытаниям.

Прогресс с подсистемами MPD

За последнее время был достигнут существенный прогресс в создании времяпроекционной камеры (TPC), изготовлении модулей электромагнитного калориметра ECAL, завершении НИОКР по времяпролетной системе (TOF) и подготовке технического проекта TOF.

Была проведена большая работа по подготовке технического проекта MPD, обсуждавшейся на последнем совещании консультативного комитета по MPD. Технический проект TOF-системы детектора MPD будет представлен в июне 2014 г.

Следующие результаты были достигнуты в развитии подсистем детектора.

Магнит MPD. ОИЯИ и ООО «НПП Невамагнит» (Санкт-Петербург) завершена подготовка технического проекта соленоида MPD. Техническая документация успешно прошла международную экспертизу, возглавляемую Т.Тейлором (ЦЕРН), который отметил высокий профессионализм и превосходное качество исполнения. Следующая стадия, запланированная на 2014 г., — объявление тендера и начало производства.

TPC. В 2013 г. было завершено проектирование, создание и тестирование прототипов элементов TPC (камер электроники считывания, front-end электроники, лазера, газовой системы, системы охлаждения). Начато изготовление камер электроники считывания и элементов TPC.

ECAL. В 2013 г. ОИЯИ и Институт сцинтилляционных материалов (Харьков, Украина) создали производственную линию для изготовления модулей калориметра. Была проверена технология производства трапецидального модуля ECAL. Разработана процедура сертификации световодов MAPD. Организовано производство элементов фотодетектора. Была изучена возможность массового производства модулей ECAL. Проведены первые испытания работы ECAL с помощью пучков частиц и космических лучей.

Во время тестов в декабре была исследована работа двух модулей ECAL с разными световодами; протестирована считывающая электроника ECAL (усилители и ADC); проведено энергетическое сканирование на пучке электронов ($E_e = 1,6$ ГэВ).

TOF. Основные результаты, достигнутые в 2013 г.:

- оптимизирована геометрия системы TOF и ее модуля;
- модернизирован тестовый пучковый канал ну-клотрона;

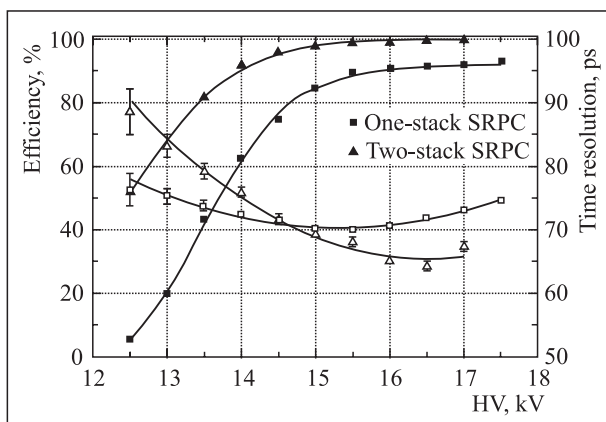


Рис. 8. Временное разрешение (\square , \triangle) и эффективность (\blacksquare , \blacktriangle) многослойной резистивной пропорциональной камеры (SRPC) TOF-детектора MPD со стриповым считыванием. Результаты тестов на ну-клотроне 2013 г.

- изучены характеристики камер — эффективность, быстродействие, временное разрешение (рис. 8);

- подготовлен технический проект TOF;
- полностью оборудованы аппаратурой для тестовых измерений и анализа данных экспериментальная зона и «control room».

Строу-трубки. В 2013 г. были выполнены следующие работы:

- закончены разработка и производство внешнего кольца прототипа строу-колеса;
- проведена разработка, и начато производство двух гибких 24-канальных материнских плат (MB);
- выполнена сборка фрагмента внешнего газового коллектора для одной MB;
- проведено изучение линейности строу-трубок длиной 60 см.

FFD. Основные результаты, достигнутые в 2013 г.

- Закуплен полный комплект ФЭУ фирмы «Photonis» для модулей FFD.
- Разработана механическая конструкция модулей FFD.
- В соответствии с договором, заключенным с Радиевым институтом (Санкт-Петербург), созданы и испытаны модули с электроникой.
- Изготовлен полный комплект кварцевых радиаторов для модулей детектора.
- Спроектирована система временной калибровки каналов FFD с помощью пикосекундного лазера, и закуплены основные ее элементы.
- Разработаны, изготовлены и испытаны прототипы системы низковольтного питания и приема LVDS-сигналов с электроники модулей детектора.
- Совместно с группой TOF-детектора проведено исследование характеристик изготовленных FFD-модулей на пучке дейтронов ну-клотрона (сеансы в марте и декабре 2013 г.).

Группа моделирования для MPD

В 2013 г. выполнен большой объем работ по моделированию подсистем MPD и различных реакций. Было существенно модернизировано программное обеспечение, в частности: подготовлена и внесена реалистичная карта магнитного поля установки; развернута система распределенного хранения и обработки данных на компьютерных кластерах ЛФВЭ и ЛИТ; разработан, протестирован и включен в математическое обеспечение новый алгоритм поиска кластеров на пэдовой плоскости TPC.

Инновации

Исследования и разработки с использованием трубок строу. Детекторы на базе тонкостенных дрейфовых трубок обладают рядом преимуществ:

они прозрачны с точки зрения количества материала по пучку, имеют хорошие пространственно-временные характеристики и относительно низкую цену. Один из их недостатков — это не слишком высокое пространственное разрешение в сравнении с micropattern газовыми детекторами (σ таких детекторов выше 100 мкм).

В 2013 г. были проведены НИОКР, которые показали, что для газовой смеси ArCO_2 (80/20) при давлении в диапазоне $\sim 3\text{--}4$ бар возможна работа строу в переходном режиме — от режима ограниченной пропорциональности (насыщения) к сильно-токовому режиму. В ходе исследований было показано, что пространственное разрешение строу в таком режиме работы детектора может быть улучшено вплоть до ~ 40 мкм [11].

Для изучения возможности длительной работы строу в переходном режиме был проведен тест на радиационную стойкость на рентгеновском стенде.

После ~ 2600 ч облучения средний заряд на 1 см длины строу составил 4,2 Кл. Ухудшения энергетического разрешения не наблюдалось.

Таким образом, изучение переходного режима от низкотокowego к сильно-токовому режиму для строу с газовым наполнением ArCO_2 при давлении от 3 бар показало возможность высокоточной регистрации заряженных частиц. Также было продемонстрировано, что переходный режим стабилен и не переходит в стримерный режим в испытуемом диапазоне давления; анод толщиной 30 мкм и менее имеет высокую радиационную стойкость.

Двухфазный и трехфазный бессепарационные расходомеры для нефтедобычи. В ЛФВЭ на принципе работы двухфазных криогенных расходомеров был создан двухфазный расходомер для нефтедобычи типа «нефть–пластовая вода». Он представляет собой комбинацию гамма-плотномера (ГП) на базе Cs^{137} -источника и сужающего устройства. Этот расходомер был испытан на полигоне «нефть–газ–соленая вода» фирмы TUV SUD NEL (Глазго, Шотландия). Результаты испытаний показали [12], что такой расходомер удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 8.615-2005 по определению объемных и массовых расходов сырой нефти в диапазоне обводненностей $0 < w < 95\%$. Такие измерительные устройства в РФ не производятся.

Полученный опыт позволил создать трехфазный четырехкомпонентный бессепарационный расходомер для смесей «нефть–газ–пластовая вода». Он представляет собой объединение спектрометрического гамма-плотномера и комбинированного сужающего устройства. Характеристики этого трехфазного расходомера, в котором устранены недостатки, свойственные корреляционным расходомерам, исследованы на Государственном эталоне единицы массового расхода газожидкостных смесей ГЭТ-195-2011 (ВНИИР, Казань) в ноябре 2013 г. Предварительный анализ результатов подтвердил работоспособность расходомера, однозначность его характеристик и их воспроизводимость во всех диапазонах заданных параметров газожидкостных смесей «имитатор нефти–вода», «имитатор нефти–газ» и «вода–газ».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ivanov E. V. et al. The Quench Detection System for Superconducting Elements of Nuclotron Acceleration Complex // Phys. Part. Nucl., Lett. 2013. V. 10, No. 4(181). P. 603–612.
2. Chatrchayn S. et al. (CMS Collab.). Combination of Standard Model Higgs Boson Searches and Measurements of the Properties of the New Boson with a Mass Near 125 GeV. CMS-PAS-HIG-13-005. Geneva: CERN, 2013.
3. Abelev B. et al. Two and Three-Pion Quantum Statistics Correlations in Pb–Pb Collisions at 2.76 TeV at the LHC. arXiv: 1310.7808. 2013.
4. ATLAS Collab. Search for the bb Decay of the Standard Model Higgs Boson in Associated $(W/Z)H$ Production with the ATLAS Detector. ATLAS-CONF-2013-079. 2013.
5. Batley J. R. et al. (NA48/1 Collab.). A New Measurement of the $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \gamma\gamma$ Decay at the NA48/2 Experiment. CERN-PH-EP-2013-197. 2013.
6. COMPASS Collab. // Phys. Rev. D. 2013. V. 87. P. 052018.
7. Adamczyk L. et al. (STAR Collab.) // Phys. Rev. Lett. 2013. V. 110. P. 142301.
8. Anticic T. et al. (NA49 Collab.) // Phys. Rev. C. 2013. V. 87. P. 024902;
9. Baatar B. et al. (NA48 Collab.) // Eur. Phys. J. C. 2013. V. 73. P. 2364.
10. Karnaukhov V. A. (FAZA-3 Collab.). Properties of Hot Nuclei Produced in Collisions of Light Relativistic Ions with Heavy Targets // Phys. At. Nucl. 2014. V. 77, No. 12. P. 129 (in press).
11. Kurilkin A. K. et al. Angular Distributions of the Vector A_y and Tensor A_{yy}, A_{xx}, A_{xz} Analyzing Powers in the $dd \rightarrow {}^3\text{He}p$ Reaction at 200 MeV // Phys. Rev. C. 2013. V. 87. P. 051001(R).
12. Davkov V. I. et al. Spatial Resolution of Thin-Walled High-Pressure Drift Tubes // Nucl. Instr. Meth. A. 2011. V. 634. P. 5.
13. Какорин И. Д., Филиппов Ю. П. Двухфазный расходомер на базе сужающего устройства и гамма-плотномера для смесей нефти и пластовой воды // Измерительная техника. 2013. № 11. С. 33–38.



ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ ИМ. В. П. ДЖЕЛЕПОВА

ФИЗИКА НЕЙТРИНО И РЕДКИХ ПРОЦЕССОВ

В 2013 г. группа ОИЯИ в составе коллаборации **Daya Bay** провела два новых анализа данных. В этом эксперименте регистрируется число событий взаимодействия электронных антинейтрино, испущенных реакторами Daya Bay и Ling Ao в ближних и дальних детекторах, каждый из которых заполнен жидким сцинтиллятором, легированным гадолинием. В первом анализе, не учитывающем энергию частиц [1], был исследован дефицит электронных антинейтрино на основании информации о потоке, содержащей в три раза большее количество событий, чем было использовано в предыдущем анализе 2012 г., приведшего к открытию ненулевого значения θ_{13} . В результате было найдено значение $\sin^2 2\theta_{13} = 0,089 \pm 0,01$ (стат.) $\pm 0,005$ (сист.). Во втором анализе [2], который был произведен на еще большей статистике, использована информация об энергии антинейтрино. В результате было уточнено значение амплитуды осцилляций $\sin^2 2\theta_{13} = 0,090^{+0,008}_{-0,009}$. Также в анализе была получена разница квадратов масс $\Delta m_{ee}^2 = 2,59^{+0,19}_{-0,20}$.

В 2013 г. в эксперименте **OPERA** продолжался анализ данных, набранных в период 2008–2012 гг. на пучке CNGS. Всего за пять лет было зарегистрировано около 18 000 нейтринных взаимодействий в мишени. Среди них — 56 событий с образованием очарованных частиц, 32 события с электронными нейтрино и 3 события с тау-нейтрино. В настоящее время проанализировано около 55 % событий и анализ продолжается в 10 научных центрах, имеющих автоматические микроскопы (включая Дубну). В 2013 г. был проведен уточненный расчет эффективности и влияния фоновых процессов при регистрации тау-нейтрино. С новыми оценками статистическая значимость наблюдения трех событий на фоне 0,18 ожидаемых от фона составляет 3,4 стандартных отклонения [3–6].

Главным результатом 2013 г. для коллаборации **Borexino** является более точное измерение потока геонейтрино [7]. Результаты по измерению потоков солнечных нейтрино на первом этапе набора данных на детекторе приведены в [8], где представлены детали анализа как для уже опубликованных результатов, так и для ранее не опубликованных результатов поиска сезонных вариаций потока бериллиевых нейтрино. Опубликована также статья по фонам от космических мюонов [9]. Данные «Borexino» использовались для установления ограничений на примесь тяжелого нейтрино в распаде $8B$. Новые пределы превосходят полученные ранее другими группами в ускорительных и реакторных экспериментах [10].

В 2013 г. основные работы в эксперименте **EDELWEISS** были связаны с установкой и тестированием новых детекторов с увеличенным чувствительным объемом и высокой эффективностью к подавлению фона поверхностных событий. В эксперименте используются инновационные детекторы массой 800 г, в которых торцевые и боковые поверхности германиевых кристаллов имеют систему кольцевых электродов (детекторы FID800). Экспериментально удалось продемонстрировать, что данные детекторы по крайней мере на порядок лучше подавляют фон по сравнению с используемыми ранее в EDELWEISS ID400-детекторами. В 2013 г. протестировано и откалибровано ~ 10 кг новых детекторов. Кроме использования новых детекторов вся установка подверглась значительному улучшению. Это коснулось системы защиты, криогенной системы, использования новой быстрой электроники для набора данных [11, 12].

Целью проекта **NEMO-3/SuperNEMO** является исследование безнейтринного двойного бета-распада ($0\nu\beta\beta$), который является указателем на новую

фундаментальную физику за рамками Стандартной модели, такую как абсолютная шкала масс нейтрино, природа нейтрино (дираковская или майорановская), иерархия масс нейтрино. Наблюдение $0\nu\beta\beta$ -распада позволит разрешить такие актуальные вопросы фундаментальной физики, как CP-нарушение, лептогенезис. Главным преимуществом проекта NEMO-3/SuperNEMO является использование уникальной потенциально бесфоновой трекокалометрической техники, которая позволяет получить $\beta\beta$ -сигнатуру, составляющую треки и энергии электронов, измеренные с помощью трековой камеры и калориметра. Это позволяет проверить механизм $0\nu\beta\beta$ -моды в случае ее обнаружения. В 2013 г. был проведен окончательный анализ данных NEMO-3. Получено ограничение $T_{1/2}(0\nu\beta\beta) > 1,1 \cdot 10^{24}$ лет (90 %-й С.Л.), соответствующее пределу на эффективную майорановскую массу нейтрино: $\langle m_e \rangle < 0,3-0,8$ эВ, который сопоставим с лучшими $\beta\beta$ -результатами в мире [13]. Кроме того, ведутся анализ и подготовка к публикациям результатов NEMO-3 для других ядер — « $\beta\beta$ -фабрика» (моды $0\nu\beta\beta$ и $2\nu\beta\beta$ для ^{100}Mo , ^{82}Se , ^{116}Cd , ^{130}Te , ^{150}Nd , ^{96}Zr и ^{48}Ca) [14].

Целью эксперимента GERDA является поиск безнейтринного двойного бета-распада ^{76}Ge . В эксперименте оперируют с открытыми германиевыми детекторами из обогащенного ^{76}Ge , погруженными непосредственно в жидкий аргон. В 2013 г. была завершена 1-я фаза эксперимента. Проанализированы данные, которые непрерывно набирались с ноября 2011 г. по май 2013 г., что составило общую экспозицию 21,6 кг·лет. В первой фазе эксперимента GERDA был достигнут низкий фон $1 \cdot 10^{-2}$ с/кэВ·кг·лет в области поиска эффекта. Положительный сигнал не был обнаружен, полу-

чен новый нижний предел $T_{1/2} > 2,1 \cdot 10^{25}$ лет (90 %-й С.Л.). Комбинация с пределами, определенными в экспериментах HdM и IGEX, дает еще более строгий нижний предел $T_{1/2} > 3,0 \cdot 10^{25}$ лет (90 %-й С.Л.), при этом вероятность существования двойного безнейтринного бета-распада с $T_{1/2} = 1,19 \cdot 10^{25}$ лет оценивается как 0,02 % [15, 16]. Началась интенсивная подготовка ко 2-й фазе эксперимента (GERDA Phase II).

В 2013 г. в проекте «Байкал» была окончена отработка элементов детектора, начат монтаж первого кластера нейтринного телескопа НТ1000 кубокилометрового объема. Во время зимней экспедиции 2013 г. были смонтированы три полномасштабных гирлянды кластера и установка запущена как полноценный работающий детектор со всеми элементами и системами полного кластера. Первичный анализ полученных данных показал высокую стабильность работы детектирующих элементов и подтвердил ожидаемую точность измерительных систем и эффективность используемых калибровочных методов, так же как и эффективность процедур отбора событий и подавления шума.

Разработана и реализована система удаленного управления и мониторинга работы телескопа. Анализ результатов натуральных испытаний опытных образцов гирлянды создаваемого детектора НТ1000 показал достаточно высокое качество работы всех ее основных элементов: оптической системы регистрации, системы сбора и передачи данных, кабельных коммуникаций и технологических узлов. Созданы все предпосылки, чтобы в 2015 г. ввести в строй первый кластер нейтринного телескопа НТ1000, который будет по своей апертуре сравним с детектором ANTARES.

ФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

В 2013 г. продолжался поиск суперсимметричных частиц в эксперименте ATLAS на Большом адронном коллайдере в $p-p$ -соударениях при начальной энергии 8 ТэВ в с.ц.м. Анализировались данные с интегральной светимостью 20 фб^{-1} , когда в конечном состоянии измерялись по крайней мере один изолированный лептон (электрон или мюон), струи, как содержащие, так и не содержащие b -кварки, и большой недостающий поперечный импульс. Не наблюдалось заметного превышения над предсказаниями Стандартной модели. Полученные результаты использовались для установления пределов масс s -частиц для различных упрощенных моделей,

предполагающих рождение пар s -глюино, s -кварков первой и второй генерации и топ- s -кварков. Установлены также пределы на основе модели MSURGA/CMSSM и параметры модели минимальной дополнительной размерности [17].

Были сделаны предсказания о возможном наблюдении в эксперименте ATLAS проявления кварковых состояний в протоне, внутреннего чарма, в $p-p$ -процессах рождения прямых фотонов или векторных бозонов (W), сопровождающихся образованием c -струй или b -струй соответственно. Расчеты методом Монте-Карло показали, что учет таких кварковых состояний может увеличить спектры по попе-

речному импульсу p_T -фотонов, c - и b -струй, а также лептонов, образующихся от распада W -бозона, в 2–3 раза при больших p_T ($p_T > 100$ ГэВ/с) по сравнению с расчетами, не учитывающими вклад внутреннего чарма в протоне).

Была дана новая теоретическая интерпретация данных о спектрах заряженных адронов, рожденных в p – p -соударениях при их небольших поперечных импульсах, полученных коллаборацией ATLAS. Вычислено распределение непертурбативных глюонов в протоне при их малых поперечных импульсах, параметры которого были извлечены из данных ATLAS. Показано, что при совместном анализе этих данных, полученных на LHC в мягкой кинематической области, и данных HERA о глубоко неупругом электрон-протонном рассеянии можно извлечь информацию о масштабе насыщения распределения глюонов при малых передачах квадрата четырехимпульса Q^2 [18, 19].

В рамках проекта CDF основными результатами 2013 г. были: получение усредненного значения массы топ-кварка на основе данных тэватрона с точностью 0,87 ГэВ/с², изучение корреляций в событиях с высокой множественностью заряженных адронов, испытания в Дубне кристаллов типа LYSO как потенциальных элементов электромагнитного калориметра эксперимента «Mu2e» в FNAL, а также измерение эффективности работы сцинтилляционного счетчика в нейтронном пучке.

Коллаборации CDF и D0 при участии дубненской группы измерили среднее значение массы топ-кварка на основании значений, полученных в различных каналах распада пар топ–анти топ-кварков. Результат достигнут на статистике до 8,7 фб⁻¹. Комбинация этих измерений с учетом корреляции ошибок позволила получить наиболее точное значение массы топ-кварка $M_{\text{top}} = 173,20 \pm 0,51$ (стат.) $\pm 0,71$ (сист.) ГэВ/с², что соответствует полной неопределенности 0,87 ГэВ/с², или 0,50 %-й точности [20].

В 2013 г. были проведены: НИОКР для будущих экспериментов во FNAL — «Mu2e», ORKA, «ProjectX», в частности, с кристаллами типа LYSO, BaF2 и CsI; дальнейшие тесты прототипов сцинтилляционных счетчиков вето-системы совместно с коллегами из FNAL, а также моделирование элементов калориметра и вето-системы [21].

В 2013 г. дубненская группа в эксперименте D0 (FNAL) завершила новое измерение процесса с рождением высокоэнергетичного фотона и адронной струи в протон-антипротонных соударениях при суммарной энергии пучков тэватрона, равной 1,96 ТэВ. Сравнение результатов, опубликованных коллаборацией D0 в [22], с предсказаниями квантовой хромодинамики свидетельствует о необходимости усовершенствования теоретического аппарата для описания сильных взаимодействий в целом ряде кинематических областей, таких как большие и малые значе-

ния поперечного импульса прямого фотона, а также для объяснения зависимости от взаимной ориентации струи и фотона.

В рамках эксперимента DIRAC завершён анализ πK -данных, набранных в 2008–2010 гг., первая оценка времени жизни атомов $K^+\pi^-$ и π^+K^- составляет $\tau = 2,5_{-1,8}^{+3,0}$ фс. Выполнен предварительный анализ данных 2008–2010 гг. по изучению $\pi^+\pi^-$ -атомов. Идентифицировано около 22 000 событий развала $\pi^+\pi^-$ -атомов, что удваивает статистику для измерения времени жизни $\pi^+\pi^-$ -атома. Предварительный анализ данных, набранных в 2012 г., позволил осуществить первое наблюдение метастабильных состояний $\pi^+\pi^-$ -атомов.

Проект SANC включает теоретические предсказания для многих трех- и четырехчастичных процессов Стандартной модели на однопетлевом уровне точности (QCD и EW NLO). Важнейшим результатом 2013 г. является развитие и создание продвинутых версий инструментов моделирования Монте-Карло (интегратора и генератора) для анализа событий на LHC с учетом взаимного влияния следующих за ведущими поправок (NLO) QCD и EW [23, 24]. Эти продукты, дополненные расчетом вкладов поправок NNLO QCD с помощью программ других групп, уже использовались при анализе данных LHC.

В 2013 г. в эксперименте BES-III на электрон-позитронном коллайдере BEPC-II (ИФВЭ АН КНР, Пекин) продолжился набор данных в области резонансов чармония. Основной целью в 2013 г. был набор данных при энергии столкновений 4,2–4,4 ГэВ для изучения XYZ -состояний. Наибольшая статистика была накоплена в области резонансов $Y(4260)$ и $Y(4360)$. В марте 2013 г. коллаборация BES-III сообщила о наблюдении «заряженной чармоний-подобной структуры» Z_c^+ (3900) в реакции $e^+e^- \rightarrow \pi^- Z_c^+ \rightarrow \pi^+\pi^- J/\psi$ при энергии столкновений $\sqrt{s} = 4,26$ ГэВ [25]. Позднее это наблюдение было независимо подтверждено данными экспериментов BELLE и CLEO-c. Высокая вероятность перехода Z_c в J/ψ требует наличия в его составе пары очарованных кварка и антикварка, а отличный от нуля электрический заряд делает минимально возможную структуру Z_c^+ четырехкварковой. Это дает серьезные основания считать новую частицу «экзотическим» адроном. Существование «экзотических» частиц предсказывается КХД, но интенсивные экспериментальные поиски в течение 30 лет были безуспешными. Позже подобное состояние было обнаружено в эксперименте BES-III в реакции $e^+e^- \rightarrow DD^*$ [26].

С использованием данных, полученных в диапазоне энергий столкновений от 4,009 до 4,420 ГэВ, впервые был зарегистрирован переход $e^+e^- \rightarrow \gamma X(3872)$. Статистическая значимость сигнала составила $6,3\sigma$. Измеренная масса $X(3872)$, равная $(3871,9 \pm 0,7$ (стат.) $\pm 0,2$ (сист.)) МэВ/с², согласуется с результатами, полученными в других экс-

периментах. Было также измерено произведение сечения $\sigma[e^+e^- \rightarrow \gamma X(3872)]$ и относительной вероятности распада $B(X(3872) \rightarrow \pi^+\pi^- J/\psi)$ при энергии столкновений пучков 4,009, 4,229, 4,260 и 4,360 ГэВ [27].

С использованием наибольшего в мире набора событий $\psi(3770) \rightarrow DD$ вблизи порога, полученного в 2010–2011 гг., в эксперименте BES-III было проведено прецизионное измерение относительной вероятности распада $\text{Br}(D^+ \rightarrow \mu^+\nu_\mu) = (3,71 \pm 0,19 \text{ (стат.)} \pm 0,06 \text{ (сист.)}) \cdot 10^{-4}$ [28]. Это измерение, в сочетании со значением элемента ККМ-матрицы $|V_{cd}|$, найденным путем глобальной аппроксимации, основанной на Стандартной модели, позволило определить константу слабого распада $f_{D^+} = (203,2 \pm 5,3 \pm 1,8)$ МэВ. Кроме того, на основе значения f_{D^+} , вычисленного в теоретических расчетах в рамках решеточной КХД, было измерено значение элемента ККМ-матрицы $|V_{cd}| = 0,2210 \pm 0,0058 \pm 0,0047$. В обоих случаях были получены значения с лучшей в мире точностью.

Основная цель, достигаемая с помощью орбитального детектора **TUS**, — измерение спектра и состава космических лучей предельно высоких энергий вплоть до 10^{20} эВ. Детектор состоит из фокусирующего зеркала Френеля площадью $\sim 2 \text{ м}^2$ и фотодетектора в его фокусе, представляющего собой матрицу ФЭУ размером 16×16 . Задачами ОИЯИ и консорциума «Космическая регата» корпорации «Энергия» из г. Королева были разработка, изготовление и проведение измерений оптических параметров зеркала Френеля, которые полностью выпол-

нены в 2011–2012 гг. В 2013 г. проводились заключительные комплексные испытания аппаратуры **TUS** в составе космической платформы в космическом центре НИИЭМ (Москва). В 2014 г. предполагается: запуск детектора **TUS** на орбиту спутника Земли в составе спутника «Михаил Ломоносов» и набор данных о потоке и составе космических ливней (КЛ) при энергии $> 10^{20}$ эВ в течение 3–5 лет [29].

Измерение спектра, композиции и анизотропии КЛ прямым методом в широком интервале энергий является важной частью астрофизики. Диапазон «колена» в интервале энергий 10^{14} – 10^{16} эВ представляет особый интерес для понимания происхождения, ускорения и распространения КЛ в нашей Галактике. Существующие данные противоречивы и их недостаточно, что и послужило одной из мотивировок создания широкоапертурного детектора **NUCLEON**, на котором предполагается получить в течение длительного космического полета статистику, необходимую для решения указанных выше задач. Задачей ОИЯИ была разработка, изготовление и тесты двухуровневой триггерной системы, в том числе координатных детекторов и электроники, которые были созданы и протестированы на различных тестовых пучках ускорителя **SPS** в ЦЕРН.

В феврале 2013 г. был проведен завершающий тест аппаратуры детектора **NUCLEON** на ядерном пучке ускорителя **SPS** в ЦЕРН. Было установлено, что зарядовая система детектора с точностью 0,2–0,3 дискриминирует ядра вплоть до $Z \sim 30$ [30]. Запуск детектора **NUCLEON** запланирован на 2014 г. на борту спутника **РЕСУРС-П № 2**.

ФИЗИКА НИЗКИХ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ЭНЕРГИЙ

На установке **ANKE** на ускорителе **COSY** в Юлихе выполнялись эксперименты в области адронной физики промежуточных энергий с применением поляризованных пучков и поляризованных струйных мишеней. Проведены исследования спиновых наблюдаемых в двойной поляризованной постановке, т. е. с использованием поляризованного дейтронного пучка и поляризованной водородной мишени. В квазисвободной реакции $\vec{n}\vec{p} \rightarrow \{pp\}_s\pi^-$ при энергии 353 МэВ/нуклон измерены коэффициенты спиновой корреляции A_{xx} , A_{yy} и векторная анализирующая способность A_y [31]. Совместный парциальный волновой анализ этих данных вместе с прежними результатами по A_y и дифференциальному сечению для реакции $\vec{p}\vec{p} \rightarrow \{pp\}_s\pi^0$ привел к неоднозначности, разрешение которой возможно только путем измерения коэффициента спиновой корреляции A_{xz} на продольно поляризованном пучке, что намечено на 2014 г.

Впервые в квазисвободной кинематике **ANKE** измерены коэффициенты спиновой корреляции A_{xx} и A_{yy} в реакции $\vec{n}p \rightarrow d\pi^0$ при энергиях нейтрона, близких к 353 и 600 МэВ [32]. Результаты находятся в хорошем согласии с предсказаниями **SAID** для реакции $pp \rightarrow d\pi^+$, не наблюдается признаков нарушения изоспиновой инвариантности.

В реакции $d\vec{p} \rightarrow \{pp\}_s n$ при энергиях поляризованных дейтронов 1,2, 1,6, 1,8 и 2,27 ГэВ измерены дифференциальное сечение и две тензорные анализирующие способности A_{xx} и A_{yy} . При энергиях 1,2 и 2,27 ГэВ была также поляризована водородная мишень, что позволило измерить спин-корреляционные параметры C_{xx} и C_{yy} . Полученные результаты существенно дополняют нейтрон-протонную часть базы данных **SAID**. В этой же реакции при энергиях 1,6, 1,8 и 2,27 ГэВ изучалось возбуждение $\Delta(1232)$ -

изобары [33]. Анализ дифференциального сечения показал, что результаты только частично описываются прямым возбуждением Δ из однопионного обмена.

Проект **MEG** является одним из основных экспериментов в физике элементарных частиц на ускорителе протонов в Институте им. П. Шеррера в Швейцарии. Целью эксперимента является поиск распада $\mu \rightarrow e\gamma$ на уровне 10^{-13} , для того чтобы исследовать область, предсказываемую многими теоретическими моделями, за пределами Стандартной модели. В 2013 г. коллаборация представила анализ распада $3,6 \cdot 10^{14}$ мюонов, остановленных в мишени, которые зарегистрированы в эксперименте MEG (2009–2011 гг.), для детектирования нарушающего закон сохранения лептонного числа распада $\mu^+ \rightarrow e^+\gamma$. Никакого эффекта, превышающего фон, не наблюдалось, и новый верхний предел вероятности этого распада зарегистрирован на уровне $5,7 \cdot 10^{-13}$ (90 %-й уровень достоверности) [34]. Это ограничение в четыре раза более строгое, чем предыдущее значение, полученное в эксперименте MEG.

Коллаборация **PEN** провела в Институте им. П. Шеррера прецизионные измерения относительной вероятности $BR_{\pi e2}$ распада $\pi^+ \rightarrow e^+\nu(\gamma)$ с целью улучшить в 6–7 раз существующее 40-кратное отставание точности эксперимента от теории. Величина $BR_{\pi e2}$ сильно подавлена из-за спиральности нейтрино, что делает ее особо чувствительной ко вкладу механизмов, отличных от $V-A$ взаимодействия. Даже при достигнутом уровне точности экспериментальное измерение $BR_{\pi e2}$ обеспечивает наиболее строгую проверку лептонной универсальности. За время сеансов набора статистики в 2008–2010 гг. было зарегистрировано более $2 \cdot 10^7$ событий $\pi^+ \rightarrow e^+\nu(\pi_{e2})$. Новые экспериментальные данные позволяют также улучшить точность прежних результатов эксперимента RIBETA по радиационным распадам пионов и мюонов.

В 2013 г. проведены полномасштабные функциональные испытания оборудования установки **TRITON**. В плане подготовки инфраструктуры фазотрона в феврале проведен технический сеанс с целью оптимизации параметров вывода пучка отрицательных мюонов в низкофоновую лабораторию. В марте проведен сеанс измерений с пенопластовым макетом мишени для совместной проверки системы регистрации и системы сбора данных. В ноябре проведены криогенные испытания мишени на приобретенном криогенном оборудовании МКС МСМР-150Н-5/20 с холодопроизводительностью 10 Вт при 20 К. Точность долговременного (десятки часов) поддержания температуры жидкого водорода в мишени не хуже 0,1 К. В декабре проведен 10-часовой сеанс физических измерений с мишенью, заполненной жидким водородом, на пучке мюонов. Достигнуто число 140 значимых остановок мюонов

в водороде в секунду. Измерены фоновые энергетические и временные спектры экспериментальных событий мюонного катализа в чистом (без добавления трития) водороде. Измеренный выход 10^5 γ -квантов с энергией $E_\gamma = 5,5$ МэВ от процесса мю-катализа в системе $pd\mu$ (при естественной концентрации дейтерия 10^{-4} объемных долей) показывает корректную работу всех элементов установки [35].

В 2013 г. в рамках проекта **MUON** продолжались исследования поведения поляризованных мюонов в веществе. Было изучено поведение мюония в двух поликристаллических образцах алмазов и в образце, состоящем из нескольких монокристаллических синтетических алмазов. Найденное значение константы сверхтонкого взаимодействия мюона и электрона в MuT-положении в синтетических алмазных образцах аналогично полученному для природного алмаза. Скорости релаксации спина мюонов в положениях MuT и MuB в синтетических и природных образцах Па- и Пб-типа похожи. Было установлено, что в монокристаллическом образце типа Па при 150 К вклады фракций диамагнитного мюона, MuT и MuBC равны 1,5, 57 и 8,1 % соответственно. Недостающая часть поляризации мюона составила 33,4 %. Разница между синтетическими и природными алмазами II типа заключается, вероятно, в более высокой концентрации дефектов в синтетических образцах. Известно, что для MuBC есть определенное «магическое» поле, в котором частота прецессии спина мюона почти не зависит от ориентации кристалла. Этот эффект позволяет наблюдать прецессии спина мюона в позиции MuBC [36].

В рамках проекта **NN-GDH** в эксперименте по комптоновскому рассеянию поляризованных фотонов на поляризованных протонах, проведенном совместно с коллаборацией A2 на ускорителе MAMI (Майнц, Германия), впервые получена оценка величины спиновой поляризуемости протона — фундаментальной структурной константы, характеризующей отклик спина протона на изменяющееся электромагнитное поле. Этот результат открывает принципиальную возможность для прецизионного исследования спиновой структуры нуклонов в электромагнитных взаимодействиях. В рамках программы реализации «полного опыта» выполнены первые в мире измерения поляризационных наблюдаемых E , G в фоторождении π^0 - и η -мезонов, а также пионных пар на протоне и дейтроне с использованием пучка циркулярно и линейно поляризованных фотонов с максимальной энергией 1,5 ГэВ от ускорителя MAMI-C и мишени с продольной поляризацией протонов и дейтронов. Эти данные (в сочетании с полученными ранее результатами для наблюдаемых T , F) закладывают основу для амплитудного и мультипольного анализа индивидуальных каналов фоторождения мезонов [37, 38].

В НЭОНУ ЛЯП с 2013 г. ведутся работы над проектом сверхпроводящего циклотрона **SCC250**, предназначенного для ускорения протонов до энергии 250 МэВ. Энергия протонов порядка 250 МэВ признана оптимальной для проникновения на полную глубину человеческого тела (~ 32 см) и лечения внутренних глубокозалегающих опухолей. В циклотроне SCC250 модуляция тока пучка будет осуществляться посредством изменения тока из внутреннего источника с частотой до 1 кГц, что позволит реализовать новый перспективный метод протонной терапии на основе активного сканирования с модулированными по интенсивности пучками.

Разработка магнитной системы циклотрона для протонной терапии основывается на общих требуемых параметрах циклотрона, учитывает требования и взаимодействие с другими системами циклотрона — ВЧ-системой, системой вывода и криогенной системой. В результате моделирования магнитного поля и динамики пучка была определена частота обращения иона — 37 МГц. В случае циклотрона с четырьмя секторами и ускоряющими электродами, угловая протяженность которых составляет 45° , оптимальной гармоникой ускорения является четвертая. При работе циклотрона SCC250 на 4-й кратности резонансная частота должна составлять 148 МГц. Разработана компьютерная модель резонатора с проектной частотой и ростом ускоряющего напряжения вдоль радиуса, проведены расчеты динамики пучка в зоне ускорения и вывода.

Цикл расчетных и экспериментальных работ на циклотроне **АИЦ-144** был направлен на реализацию оптимального режима ускорения и вывода пучка с энергией протонов $\sim 60,5$ МэВ для проведения сеансов терапии меланомы глаза. Путем настройки фазового движения ускоряемого пучка была проведена минимизация энергетического разброса в выведенном пучке протонов, что позволило получить рекордное значение спада пика Брэгга $\sim 0,8$ мм на уровне 10–90 % среди циклотронов, используемых для терапии глаза. Подготовлено техническое задание на разработку программного обеспечения для измерения параметров фазового движения ускоряемого сгустка протонов. Проведены расчеты по выбору технических параметров новых поворотных магнитов для линии транспортировки пучка из циклотрона, и подготовлено техническое задание на их проектирование. Проведен цикл расчетов по выбору параметров новой резонансной системы циклотрона [39].

В рамках темы **«Проведение медико-биологических исследований на адронных пучках ОИЯИ»** на базе медико-технического комплекса

(МТК) ЛЯП проводятся медико-биологические и клинические исследования по лечению онкологических больных, совершенствование оборудования и аппаратуры, а также разработка новых методов лучевой терапии и сопутствующей диагностики онкологических больных на медицинских адронных пучках фазотрона ОИЯИ [40].

Совместно с Медицинским радиологическим научным центром (Обнинск) и радиологическим отделением МСЧ-9 проводились регулярные сеансы протонной терапии по клиническому исследованию эффективности при лечении различных новообразований. В течение года проведено семь лечебных циклов суммарной продолжительностью 25 недель. На медицинском протонном пучке курс фракционированного лучевого лечения прошли 73 пациента, при этом общее количество протонных терапевтических облучений (полей) составило около 4500. Кроме того, на гамма-аппарате «Рокус-М» были пролечены еще 15 пациентов. Разработано и создано компьютеризированное устройство, позволяющее проводить верификацию болюсов — индивидуальных замедлителей пучка сложной формы, изготавливаемых в мастерских МТК с помощью фрезерного станка с числовым программным управлением. Контроль правильности изготовления болюсов повышает уровень «гарантии качества» проводимой радиотерапии.

Совместно с сотрудниками Отдела радиационной дозиметрии Института ядерной физики (Прага) продолжались работы по измерению фоновых условий в кабине протонной терапии №1 с использованием термолюминесцентных, трековых и кремниевых детекторов MEDIPIX, а также по изучению спектров линейной передачи энергии терапевтического протонного пучка фазотрона ЛЯП ОИЯИ с использованием детекторов LIULIN и MEDIPIX. Совместно с сотрудниками Великопольского онкологического центра (Познань, Польша) на протонном пучке с использованием радиохромных пленок и гетерогенного фантома Алдерсона были продолжены эксперименты по верификации всех технологических этапов подготовки и проведения терапевтического облучения пациентов. Полученные результаты подтвердили высокую точность совмещения дозного распределения с облучаемой мишенью и были представлены в июне 2013 г. в докладе на крупнейшем форуме мирового сообщества адронной терапии «Particle Therapy Cooperative Group Meeting 52» (Эссен, Германия).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *An F.P. et al. (Daya Bay Collab.)*. Spectral Measurement of Electron Antineutrino Oscillation Amplitude and Frequency at Daya Bay, Oct. 24, 2013. arXiv:1310.6732; Phys. Rev. Lett. (submitted).
2. *An F.P. et al. (Daya Bay Collab.)*. Improved Measurement of Electron Antineutrino Disappearance at Daya Bay // Chin. Phys. C. 2013. V. 37. P. 011001.
3. *Agafonova N. Yu. et al.* Search for the $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ Oscillation with the OPERA Hybrid Detector // Phys. Part. Nucl. 2013. V. 44. P. 703–727.
4. *Agafonova N. et al.* New Results on $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ Appearance with the OPERA Experiment in the CNGS Beam // JHEP. 2013. V. 1311. P. 036.
5. *Agafonova N. et al.* Search for $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ Oscillations with the OPERA Experiment in the CNGS Beam // Ibid. V. 1307. P. 004; Addendum ibid. P. 085.
6. *Adam T. et al.* Measurement of the Neutrino Velocity with the OPERA Detector in the CNGS Beam Using the 2012 Dedicated Data // Ibid. V. 1301. P. 153.
7. *Bellini G. et al.* Measurement of Geo-Neutrinos from 1353 days of Borexino // Phys. Lett. B. 2013. V. 722, Iss. 4–5. P. 295–300.
8. *Bellini G. et al.* Final Results of Borexino Phase-I on Low Energy Solar Neutrino Spectroscopy. arXiv:1308.0443 [hep-ex].
9. *Bellini G. et al.* Cosmogenic Backgrounds in Borexino at 3800 m Water-Equivalent Depth Borexino Collaboration // JCAP. 2013. V. 1308. P. 049.
10. *Bellini G. et al.* New Limits on Heavy Sterile Neutrino Mixing in 8B Decay Obtained with the Borexino Detector // Phys. Rev. D. 2013. V. 88. P. 072010.
11. *Armengaud E. et al. (EDELWEISS Collab.)*. Background Studies for the EDELWEISS Dark Matter Experiment // Astropart. Phys. 2013. V. 47. P. 1–9.
12. *Schmidt B. et al. (EDELWEISS Collab.)*. Muon-Induced Background in the EDELWEISS Dark Matter Search // Ibid. V. 44. P. 28–39.
13. *Agostini M. et al.* Results on Neutrinoless Double Beta Decay of ^{76}Ge from Phase I of the GERDA Experiment // Phys. Rev. Lett. 2013. V. 111. P. 122503.
14. *Ackermann K.-H. et al.* The GERDA Experiment for the Search of $0\nu\beta\beta$ Decay in ^{76}Ge // Eur. Phys. J. C. 2013. V. 73, No. 3. P. 1–29.
15. *Arnold R. et al.* Search for Neutrinoless Double-Beta Decay of ^{100}Mo with the NEMO-3 Detector. hep-ex arXiv:1311.5695; Phys. Rev. Lett. (submitted).
16. *Rukhadze N.I. et al.* A Highly Efficient HPGe Gamma-Ray Spectrometer for Investigation $\beta\beta$ Decay to Excited States // Bull. of the Rus. Acad. of Sci. Phys. 2013. V. 77, No. 4. P. 424–427.
17. *ATLAS Collab.* ATLAS-CONF-2013-062.
18. *Lykasov G.I. et al.* // Nucl. Phys. B. 2013. Proc. Suppl. V. 245. P. 215.
19. *Bednyakov V.A. et al.* // Phys. Lett. B. (in press); hep-ph/1305.3548.
20. *CDF, D0 Collab.* Combination of CDF and D0 Results on the Mass of the Top Quark Using up to 8.7 fb^{-1} at the Tevatron; <http://arxiv.org/abs/1305.3929>. 2013.
21. *Budagov J. et al.* The Calorimeter Project for the Mu2e Experiment // Nucl. Instr. Meth. A. 2013. V. 718. P. 56–59.
22. *Abazov V.M. et al.* Measurement of the Differential Cross Section of Photon Plus Jet Production in $p\bar{p}$ Collisions at $\sqrt{s} = 1.96 \text{ TeV}$ // Phys. Rev. D. 2013. V. 88. P. 072008.
23. *Sapronov A., Bondarenko S.* NLO EW and QCD Proton-Proton Cross Section Calculations with mcsanc-v1.01 // Comp. Phys. Commun. 2013. V. 184. P. 2343–2350.
24. *Arbuzov A. et al.* SANC Integrator in the Progress: Inclusion of Photon Induced Processes (in press).
25. *Ablikim M. et al.* // Phys. Rev. Lett. 2013. V. 110. P. 252001.
26. *Ablikim M. et al.* arXiv:1310.1163.
27. *Ablikim M. et al.* arXiv:1310.4101.
28. *Ablikim M. et al.* arXiv:1312.0374.
29. *Klimov P.A. et al.* Ultra High Energy Cosmic Rays Detector TUS on Board Lomonosov Satellite // Proc. of ICRC2013, Rio de Janeiro, 2013. ID-0406.
30. *Podorozhnyi D. et al.* The NUCLEON Device for High Energy Cosmic Rays Investigation by Space Experiment // Nucl. Instr. Meth. (submitted).
31. *Dymov S. et al.* Measurement of Spin Observables in the Quasi-Free $np \rightarrow \{pp\}_s \pi^-$ Reaction at 353 MeV // Phys. Rev. C. 2013. V. 88. P. 014001.
32. *Shmakova V. et al.* First Measurements of Spin Correlations in the $\bar{n}\bar{p} \rightarrow d\pi^0$ Reaction // Phys. Lett. B. 2013. V. 726. P. 634.
33. *Mchedlishvili D. et al.* Excitation of the $\Delta(1232)$ Isobar in Deuteron Charge Exchange on Hydrogen at 1.6, 1.8, and 2.3 GeV // Ibid. P. 145.
34. *Adam J. et al.* New Constraint on the Existence of the $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ Decay // Phys. Rev. Lett. 2013. V. 110. P. 201801.
35. *Bogdanova L.N., Demin D.L., Filchenkov V.V.* Study of the Mechanism of Muon-Catalyzed $t + t$ Fusion Reaction. JINR Preprint E15-2013-115. Dubna, 2013. (submitted to Nucl. Phys.)
36. *Mamedov T. et al.* Muonium in Synthetic Diamond // Diamond and Related Materials. 2013. V. 31. P. 38.
37. *Kashevarov V.L. et al.* Target and Beam Asymmetry for the $\gamma p \rightarrow \pi^0 \pi^0 p$ // Phys. Rev. C. (submitted).
38. *Downie E.* Nucleon Polarizabilities via Compton Scattering at MAMI // Proc. of SPIN-2012. Dubna, 2012.
39. *Amirhanov I.V. et al.* Operation Mode of AIC-144 Multipurpose Isochronous Cyclotron for Eye Melanoma Treatment // 20th Intern. Conf. on Cyclotrons and Their Applications, Triumpf, Vancouver, Canada, 2013.
40. *Voskanyan K.S. et al.* Modification of Radiation Damage to Biological Objects by Lasing // Lasers in Medical Science. 2013. V. 28, No. 6. P. 1241.



ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ ИМ. Г. Н. ФЛЕРОВА

В 2013 г. научная программа Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флерова в области физики тяжелых ионов включала в себя эксперименты по синтезу и исследованию свойств тяжелых и экзотических ядер с использованием пучков ускоренных ионов стабильных и радиоактивных изотопов, изучение механизма ядерных реакций, развитие ускорительной техники, изучение взаимодействия тяжелых ионов с конденсированными средами, а также прикладные исследования. Эти направления исследований были представлены в трех лабораторных темах:

- синтез и свойства ядер на границах стабильности (девять проектов);
 - радиационные эффекты и физические основы нанотехнологий, радиоаналитические и радиоизотопные исследования на ускорителях ЛЯР (пять проектов);
 - ускорительный комплекс пучков ионов стабильных и радиоактивных нуклидов (проект DRIBs-III) (девять проектов).
- Время работы основных ускорителей ЛЯР в 2013 г. составило 11 400 ч.

DRIBs-III. УСКОРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ПУЧКОВ ИОНОВ СТАБИЛЬНЫХ И РАДИОАКТИВНЫХ НУКЛИДОВ

Одним из основных проектов ОИЯИ является проект DRIBs-III (Dubna Radioactive Ion Beams). Задачами первого приоритета, которые должны быть реализованы в полном объеме в рамках 7-летнего плана в соответствии с решениями УС ОИЯИ и ПКК по ядерной физике, являются:

- создание в ОИЯИ первой в мире фабрики сверхтяжелых элементов (SHE-factory), включая создание и запуск нового ускорителя ДЦ-280, экспериментального корпуса и экспериментальных установок по синтезу и изучению свойств СТЭ;
- выполнение научной программы по синтезу СТЭ (У-400);
- завершение работ по модернизации У-400М и создание нового сепаратора ACCULINNA-2 для развития работ по изучению экзотических радиоактивных ядер;
- проведение подготовительных и проектных работ по реконструкции экспериментального зала У-400 и модернизации У-400 для обеспечения начала реконструкции в 2017 г.;

- строительство в ЛЯР ОИЯИ нового лабораторного корпуса площадью 1500 м² для развития исследований по применению тяжелых ионов в нанотехнологиях.

В рамках реализации проекта в 2013 г. выполнены следующие работы.

1. Сооружение нового циклотрона ДЦ-280:
 - в рамках контракта с НКМЗ (Украина) продолжается изготовление основного магнита;
 - завершено изготовление системы аксиальной инжекции;
 - продолжаются работы по организации тендеров по изготовлению основных систем ускорителя.
2. Экспериментальный корпус:
 - завершены проектные работы (стадия П) и получено положительное заключение Главгосэкспертизы;
 - завершено сооружение «нулевого» цикла.
3. Лабораторный корпус:
 - завершены общестроительные работы;

- завершен монтаж инженерного и технологического оборудования;

- начался монтаж экспериментального оборудования.

4. Реконструкция экспериментального зала У-400:

- завершены проектные работы (стадия П, контракт с ЗАО «Комета»).

5. В соответствии с контрактом, заключенным с компанией «SigmaPhi», в рамках создания установки ACCULINNA-2 в 2013 г. изготовлено следующее оборудование:

- дипольный магнит D2;
- 13 квадрупольных магнитов;
- 2 секстипольных магнита.

В 2013 г. подготовлены все технические спецификации для размещения оборудования в экспериментальном зале здания 101 ЛЯР ОИЯИ, проведены исследования несущих конструкций, а также подготовлено расписание работ по монтажу оборудования в 2014 г. Кроме того, произведена закупка силовых кабелей, подготовлена техническая спецификация для магнита нулевого градуса, а также получено соответствующее коммерческое предложение от компании «SigmaPhi» для его изготовления.

6. В 2013 г. в рамках проекта GALS приобретены оптические столы и лазер на красителях. Подготовлены помещение для лазеров и измерительная комната, включая систему вентиляции и охлаждения. Оставшееся оборудование (Nd:YAG-лазер с соответствующей комплектацией, оптоэлектроника и т.д.) должно быть закуплено, установлено и испытано в 2014 г. Таким образом, лазерная часть установки будет завершена, и в 2014 г. будут проведены первые эксперименты по селективной лазерной ионизации.

7. В 2013 г. успешно проведены вакуумные и высоковольтные испытания сепаратора VASSILISSA. Модернизированный сепаратор ядер отдачи был введен в эксплуатацию в мае 2013 г. Настройка сепаратора и измерения трансмиссии проводились с помощью α -источника, установленного в плоскости мишени, а также с использованием пучка ^{22}Ne и ми-

шени ^{198}Pt . В результате измерений было подтверждено увеличение акцептанса установки, а также увеличение эффективности транспортировки ядер отдачи до 5% (размер детектора в фокальной плоскости составлял $\sim 60 \times 60$ мм).

В целом состояние работ по реализации проекта DRIBs-III следует считать удовлетворительным. Вместе с тем необходимо отметить, что сооружение экспериментального корпуса происходит с определенным отставанием от намеченного графика.

Ионные источники. Одним из основных направлений научной деятельности ЛЯР ОИЯИ является производство пучков редких изотопов. Для получения ионов ^{58}Fe и ^{50}Ti использовался метод MIVOC (металлические ионы из летучих соединений). Для производства ионов железа использовалось соединение $(\text{C}_5\text{H}_5)_2\text{Fe}$. Эксперименты по получению ионов титана проводились на стенде ионных источников с естественными и обогащенными соединениями титана $(\text{CH}_3)_5\text{C}_5\text{Ti}(\text{CH}_3)_3$. После успешных испытаний на стенде пучок ионов $^{50}\text{Ti}^{5+}$ был ускорен на циклотроне У-400. Интенсивность пучка $^{50}\text{Ti}^{5+}$, инжектированного в ускоритель, составляла около 50 мкА, при этом источник стабильно работал в течение трех недель. Скорость расходования вещества в источнике составила 2,4 мг/ч, соответственно скорость расходования ^{50}Ti была равна 0,52 мг/ч.

Новый компактный сверхпроводящий ЭЦР-источник, который должен быть использован в качестве инжектора высокозарядных тяжелых ионов на циклотроне У-400М, был спроектирован и построен в ЛЯР в сотрудничестве с ЛФВЭ. Аксиальное магнитное поле источника создавалось с помощью сверхпроводящего магнита, в то время как гексаполь NdFeB использовался для радиального захвата плазмы. Для улучшения эффективности источника при получении высоких зарядовых состояний (таких как Xe^{+30}) источник был усовершенствован таким образом, что его рабочая частота составила 18 ГГц. Первые испытания усовершенствованного источника показали его эффективность для получения ионов в средних зарядовых состояниях.

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ЯДЕР НА ГРАНИЦАХ СТАБИЛЬНОСТИ

Синтез новых элементов. В 2013 г. завершена обработка результатов экспериментов по изучению радиоактивных свойств изотопов элементов 115 [1] и 117 [2] и продуктов их α -распада, синтезированных в реакциях полного слияния $^{243}\text{Am} + ^{48}\text{Ca}$ и $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$. Работа выполнена на газонаполненном сепараторе ЛЯР ОИЯИ в сотрудничестве с лабора-

ториями в Ок-Ридже (ORNL), Ливерморе (LLNL), Ноксвилле (UT), Нашвилле (VU) и Димитровграде (НИИАР). В реакции $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$ зарегистрированы три ядра $^{294}117$ и 11 ядер $^{293}117$. Радиоактивные свойства всех ядер в цепочках распада изотопов $^{294}117$ и $^{293}117$ совпадают с данными, измеренными в первом эксперименте по синтезу элемента 117

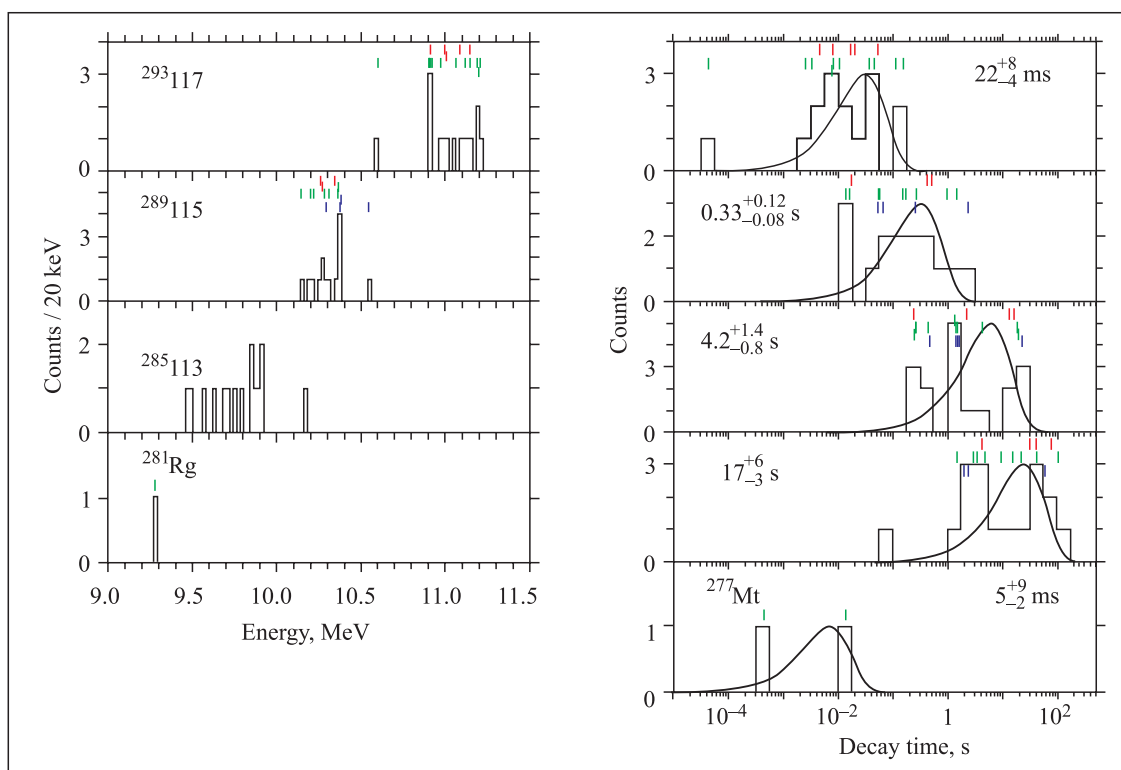


Рис. 1. Спектры энергий α -частиц (слева) и распределения времен распада (справа) ядер ^{277}Mt – $^{293}\text{117}$. Величины, измеренные ранее в реакциях $^{249}\text{Bk}(^{48}\text{Ca}, 4n)^{293}\text{117}$ и $^{243}\text{Am}(^{48}\text{Ca}, 2n)^{289}\text{115}$, отмечены линиями. Кривыми показаны экспоненциальные распределения $dN/d\log(t)$ для указанных периодов полураспада

в 2009–2010 гг. Изотоп $^{289}\text{115}$ наблюдался в перекрестных реакциях $^{243}\text{Am}(^{48}\text{Ca}, 2n)^{289}\text{115}$ и $^{249}\text{Bk}(^{48}\text{Ca}, 4n)^{293}\text{117} \rightarrow ^{289}\text{115}$. Свойства распада этого ядра и продуктов его α -распада (рис. 1) идентичны в обеих реакциях: при образовании его в прямой реакции и после α -распада материнского ядра $^{293}\text{117}$.

Химия трансактиноидов. В течение 2013 г. в рамках изучения физико-химических свойств трансактиноидов был модернизирован криодетектор с градиентом температуры от комнатной до -60°C . Установка состоит из закрытой газотранспортной системы, мишенной камеры и ловушки для аэрозольных частиц, воды и кислорода. Система регистрации включает в себя четыре детектирующих модуля с полупроводниковыми детекторами. Каждый модуль состоит из двух четырехстриповых детекторов, покрытых золотом. Для переноса радионуклидов к детекторам используется газовая смесь He/Ar . С помощью криодетектора изучались свойства элемента 113 в реакции слияния $^{243}\text{Am}(^{48}\text{Ca}, 3n)^{288}\text{115}$. Изотоп $^{284}\text{113}$ образуется в результате α -распада изотопа $^{288}\text{115}$. Мишени ^{243}Am облучались на циклотроне У-400 ЛЯР ионами ^{48}Ca с энергией 273 МэВ. Суммарная доза облучения составила $2,0 \cdot 10^{19}$. В эксперименте наблюдались пять цепочек распада элемента 113. Энергии

распада и времена жизни полученных изотопов находятся в хорошем согласии с ранее полученными данными. В результате эксперимента была подтверждена летучесть элемента 113. Кроме того, две цепочки распада изотопа ^{283}Sn и пять цепочек распада изотопа ^{285}Sn наблюдались в результате облучения мишеней $^{242,244}\text{Pu}$ ионами ^{48}Ca с энергией 278 МэВ.

Сепаратор VASSILISSA. В 2013 г. после успешных вакуумных и высоковольтных испытаний состоялся ввод в эксплуатацию сепаратора ядер отдачи SHELS. Измерения эффективности трансмиссии, настройка ионно-оптических элементов сепаратора, тестирование электронной аппаратуры и спектрометрической системы регистрации производились с использованием α -источника и реакций слияния $^{22}\text{Ne}(^{238}\text{U}, 4-5n)^{255-256}\text{No}$, $^{22}\text{Ne}(^{208}\text{Pb}, 4n)^{226}\text{U}$ и $^{22}\text{Ne}(^{206}\text{Pb}, 4n)^{224}\text{U}$. В экспериментах со свинцовой мишенью наблюдались корреляции α – α , α – γ и α –конверсионный электрон. Анализ данных продолжается. В ноябре 2013 г. проведены тестовые эксперименты на пучке ионов ^{50}Ti , в результате которых была измерена эффективность транспортировки ядер отдачи Rf до фокальной плоскости сепаратора SHELS. Эффективность транспортировки составила почти 40 % для ядер отдачи $^{209,210}\text{Ra}$, образующихся в реакции с использованием пучка ^{50}Ti и мишени

^{164}Dy . В реакции полного слияния $^{50}\text{Ti} + ^{208}\text{Pb} \rightarrow ^{258}\text{Rf}^*$ измерялось спонтанное деление изотопа ^{256}Rf и α -распад ^{257}Rf . Наиболее важные результаты опубликованы в работах [3, 4].

Масс-спектрометр MASHA. В 2013 г. анализировались данные тестовых экспериментов по измерению быстродействия и эффективности сепарации короткоживущих изотопов ртути, полученные в реакции полного слияния $^{40}\text{Ar} + ^{144}\text{Sm}$. Время сепарации составило $(1,8 \pm 0,5)$ с, а эффективность — 7% [5]. Эти данные хорошо согласуются с результатами, полученными на установке ISOLDE (ЦЕРН).

На установке MASHA выполнен эксперимент по измерению массы ядра ^{283}Sn , синтезированного в реакции $^{48}\text{Ca} + ^{238}\text{U}$. В эксперименте использовалась вращающаяся мишень из окиси урана на титановой подложке. Мишень облучалась в течение 670 ч. Полный поток ионов ^{48}Ca , прошедших через мишень, составил $1,9 \cdot 10^{18}$. Событий, соответствующих распаду ядра ^{283}Sn , в эксперименте не зарегистрировано.

Динамика взаимодействия тяжелых ядер, деление тяжелых и сверхтяжелых ядер. Проведен эксперимент по поиску канала деления ядра $^{260}\text{No} \rightarrow ^{208}\text{Pb} + ^{48}\text{Ca} + 4n$, образованного в реакции $^{22}\text{Ne} (106 \text{ МэВ}) + ^{238}\text{U}$ на ускорителе У-400. Осколки деления составного ядра ^{260}No регистрировались с помощью двухплечевого времяпролетного спектрометра CORSET. Были измерены массово-энергетические распределения осколков деления. В результате эксперимента было обнаружено увеличение выхода фрагментов в области масс 52/208 а. е. м., что соответствует образованию делительной пары, состоящей из двух магических ядер Са/Pb. Следует отметить, что ранее самая большая массовая асимметрия $\eta = 2,5$ при образовании осколков деления была обнаружена при делении актинидов тепловыми нейтронами. В данном эксперименте массовая асимметрия для обнаруженного суперасимметричного деления составляет $\eta = 4,3$.

В рамках коллаборации с ускорительной лабораторией Университета г. Ювяскюля (Финляндия), департаментом физики Университета г. Неаполя (INFN, Италия) и ОИЯИ–GSI (Германия) на циклотроне К-130 были измерены массово-энергетические распределения бинарных фрагментов реакции $^{88}\text{Sr} + ^{176}\text{Yb}$ при энергии налетающего иона $E_{\text{lab}} = 435 \text{ МэВ}$ при углах $30\text{--}140^\circ$ в системе центра масс. Для значительной части бинарных фрагментов наблюдалась большая диссипация начальной кинетической энергии, что характерно для реакций глубоководных передач. Был обнаружен повышенный выход фрагментов с массами 190–200 а. е. м., обусловленный влиянием замкнутых протонных оболочек с $Z = 28$ и 82. Это означает, что в этой реакции происходит передача порядка 20–25 нуклонов от на-

тающей частицы к ядрам мишени. В результате анализа данных сделан вывод о том, что относительный вклад реакций многонуклонных передач в сечение захвата зависит главным образом от свойств входного канала. Для мишенеподобных фрагментов, масса которых больше массы мишени, энергия возбуждения составила порядка 30–50 МэВ, что делает возможным, после эмиссии 3–5 нейтронов, выживание таких ядер. Неожиданно высокий измеренный выход продуктов реакции с массами, превышающими массу мишени, подтверждает, что при низких энергиях реакции многонуклонных передач могут использоваться для получения новых нейтронно-избыточных изотопов. Этот результат особенно важен, так как такой механизм может быть использован для синтеза новых сверхтяжелых элементов [6, 7].

В 2013 г. сотрудник сектора № 5 Ю. М. Иткис защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Диссертация посвящена изучению свойств массовых и энергетических распределений фрагментов деления и квазиделения, полученных в реакциях с ионами ^{22}Ne , ^{26}Mg , ^{36}S и ^{58}Fe , ведущих к образованию изотопов $^{266,271,274}\text{Hs}^*$ ($Z = 108$), при энергиях выше и ниже кулоновского барьера.

Структура экзотических ядер. В 2013 г. на фрагмент-сепараторе ACCULINNA были проведены эксперименты по изучению мод двухпротонного распада возбужденных состояний ядра ^{17}Ne , полученных в реакции $^{18}\text{Ne} + ^1\text{H} \rightarrow d + ^{17}\text{Ne}$. Основной целью этих экспериментов было получение данных о ветви истинного двухпротонного распада первого возбужденного состояния ^{17}Ne ($J^\pi = 1/2^+$, $E^* = 1,288 \text{ МэВ}$). Основным каналом распада этого состояния является $M1$ γ -переход в основное, ядерно-стабильное состояние. Обнаружение даже слабой ветви истинного $2p$ -распада состояния $1/2^+$ представляет задачу исключительной важности, так как изучение этого нового вида радиоактивного распада даст ценную информацию о весьма вероятной природе ^{17}Ne как ядерной системы, имеющей так называемую «боромиевскую» трехкластерную ($^{15}\text{O} + 2p$) структуру. Не менее важным является астрофизический аспект данной проблемы. Даже очень слабая ($\Gamma_{2p}/\Gamma_\gamma \approx 0,01\text{--}0,001\%$) ветвь $2p$ -распада состояния $1/2^+$ будет свидетельствовать о предпологавшемся ранее пути обхода (через захват двух протонов $^{15}\text{O} + 2p$) точки ожидания ^{15}O , возникающей в rp -процессе нуклеосинтеза. В проведенных экспериментах был реализован новый метод измерения спектра состояний ^{17}Ne , испытывающих $2p$ -распад, обеспечивающий измерение спектра энергии $^{17}\text{Ne}^*$ с разрешением не хуже 100 кэВ (ПШПВ). Столь высокое разрешение необходимо для надежного выделения истинного $2p$ -распада состояния $1/2^+$ на фоне событий последовательного испускания двух протонов, представляющих основной канал распада двух

более высоколежащих уровней ^{17}Ne ($E^* = 1,764$ и $1,908$ МэВ). Обработанный к настоящему времени объем данных дал предел $\Gamma_{2p}/\Gamma_\gamma < 0,1\%$. В результате обработки полного объема данных этого опыта можно рассчитывать на получение предела $\Gamma_{2p}/\Gamma_\gamma < 0,01\%$.

В 2013 г. продолжался анализ данных, полученных в эксперименте по изучению низкоэнергетического спектра возбуждения сверхтяжелого изотопа гелия ^{10}He , полученного в реакции передачи двух нейтронов $^8\text{He} + ^3\text{H} \rightarrow ^{10}\text{He} + p$ [8].

Реакции с пучками легких стабильных и радиоактивных ядер. В 2013 г. сотрудники группы продолжали деятельность, связанную с развитием систем пропорциональных многопроволочных камер, которые использовались в качестве позиционно-чувствительных детекторов и систем диагностики пучков низкой интенсивности ($\leq 10^7 \text{ c}^{-1}$). В испытаниях этих систем, которые, в частности, предполагается использовать в экспериментах на ускорительном комплексе SPIRAL-2 (Франция), принимали активное участие специалисты GANIL.

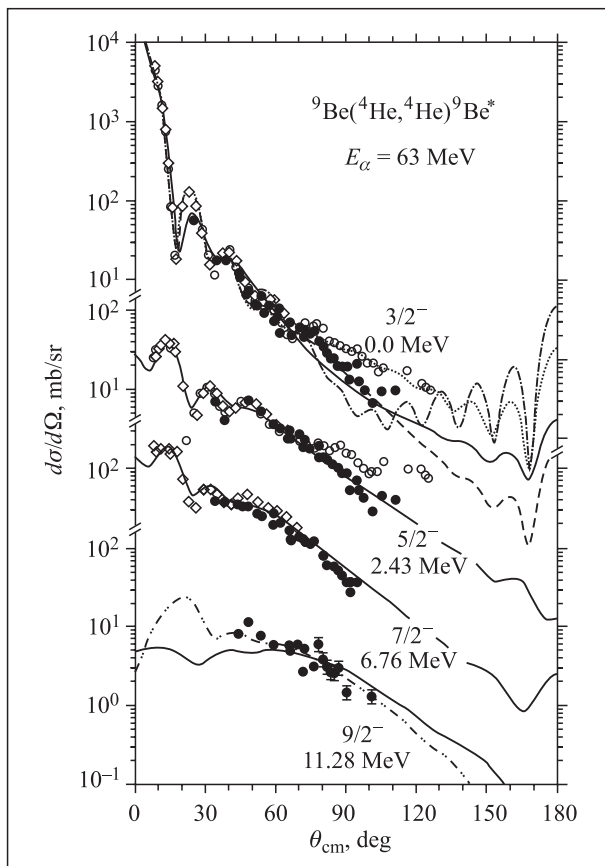


Рис. 2. Дифференциальные угловые распределения для основного и возбужденных состояний ^9Be , полученные в реакции $^9\text{Be}(\alpha, \alpha')^9\text{Be}^*$. Экспериментальные данные показаны в виде символов, результаты анализа по оптической модели и методом искаженных волн представлены в виде кривых

В 2013 г. сотрудниками группы был проведен цикл экспериментов по изучению особенностей структуры изотопов бериллия и бора $^9,^{10}\text{Be}$, ^{10}B . Эксперименты проводились на циклотроне У-120 (Ржев, Чехия), а также в циклотронной лаборатории Университета Ювяскюля (Финляндия). В результате были получены угловые распределения дифференциальных сечений для реакций $^9\text{Be}(\alpha, \alpha')^9\text{Be}^*$, $^9\text{Be}(\alpha, ^3\text{He})^{10}\text{Be}$ и $^9\text{Be}(\alpha, t)^{10}\text{B}$. Проведен анализ измеренных зависимостей с использованием оптической модели (ОМ), метода искаженных волн (DWBA). В качестве примера на рис. 2 представлены измеренные угловые распределения дифференциальных сечений в реакции $^9\text{Be}(\alpha, \alpha')^9\text{Be}^*$, а также результаты анализа полученных данных. В результате работы были установлены спин и четность возбужденного состояния ^9Be с энергией возбуждения $11,28$ МэВ — $9/2^-$. Эта информация представляет также интерес для астрофизических исследований.

Эффективно развивалось сотрудничество с другими научными центрами. В частности, на установке комплекса радиоактивных пучков ALTO (Орсе, Франция) проведен эксперимент по измерению β -запаздывающей нейтронной эмиссии ядер $^{82,83,84}\text{Ga}$ с помощью 4π -нейтронного детектора ТЕТРА, изготовленного в Дубне.

Наиболее значимые результаты, полученные в 2013 г., опубликованы в работах [9, 10].

Теоретическая и вычислительная физика. Изучена проблема получения новых нейтронно-обогащенных тяжелых ядер в процессах многонуклонных передач при низкоэнергетических столкновениях тяжелых ионов [11]. Показано, что реакции с актиноидными пучками и мишенями представляют особый интерес для получения нейтронно-обогащенных изотопов трансфермиевых элементов и еще не изученных ядер с замкнутой нейтронной оболочкой $N = 126$, оказывающих наибольшее влияние на процесс нуклеосинтеза. Рассчитанные сечения соответствующих реакций оказались достаточно высокими, и предлагаемые эксперименты могут быть реализованы на существующих ускорителях.

Быстрое падение сечений и резкое уменьшение времени жизни ядер с $Z > 120$, получаемых в реакциях слияния, создают значительные трудности и вносят большую неопределенность в дальнейшее развитие физики сверхтяжелых элементов. Все возможные механизмы ядерных реакций (слияние стабильных и радиоактивных ядер, многонуклонные передачи и процессы захвата нейтронов), которые могут быть использованы для синтеза сверхтяжелых элементов, были тщательно изучены в работе [12]. Предложены новые эксперименты, нацеленные на синтез сверхтяжелых ядер, расположенных между теми, которые были синтезированы в реакциях «холодного» и «горячего» слияния, а также на полу-

чение долгоживущих нейтронно-обогащенных изотопов сверхтяжелых элементов, в том числе тех, которые расположены в центре «острова стабильности».

Изучено совместное влияние каналов коллективных возбуждений и перераспределения нейтронов на сечение подбарьерного слияния атомных ядер [13]. Показано, что, для того чтобы перераспределение нейтронов приводило к усилению подбарьерного слияния, недостаточно только наличия положительных Q , как считалось ранее. Установлено, что существенное усиление слияния должно наблюдаться, если сталкивающиеся ядра еще и до-

статочно инертны к возбуждению коллективных мод. Предложен ряд комбинаций снаряд–мишень для экспериментального изучения.

При частичной поддержке программы сотрудничества ОИЯИ–SAR расширена база знаний по низкоэнергетической ядерной физике. В частности, база знаний пополнилась новыми моделями, включая а) программы расчета сечений малонуклонных передач в рамках кода GRAZING; б) код EPAX для нахождения выходов продуктов реакций в процессах фрагментации тяжелых ионов при промежуточных энергиях.

РАДИАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ И ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ, РАДИОАНАЛИТИЧЕСКИЕ И РАДИОИЗОТОПНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА УСКОРИТЕЛЯХ ЛЯР

Исследования нанопор, получаемых методом травления треков, были продолжены в нескольких направлениях. Разработан метод восстановления продольного профиля симметричных нанопор, основанный на измерении электропроводности как функции времени. Данный подход может быть полезен для применений нанопор в качестве сенсоров. Проведены сравнительные исследования диодоподобных свойств асимметричных мембран с одиночными и многими нанопорами. Профили пор в полиэтилентерефталатных (ПЭТФ) трековых мембранах изучены при помощи метода спектроскопии потерь энергии ионов [14].

Разработаны принципы получения нанокompозитных фотокаталитических мембран путем модификации поверхности ПЭТФ трековых мембран серебром и диоксидом титана. Были проведены исследования фотокаталитических свойств трековых мембран. Установлено, что поверхность мембран обладает свойствами самоочистки и супергидрофильности.

Изучены процессы изменения элементного состава в металлах, находящихся в атмосфере водорода или дейтерия при высоком давлении и облученных γ -квантами с энергиями 10 и 23 МэВ [15].

Методы просвечивающей электронной микроскопии в геометрии «cross-section» (ХТЕМ) и сканирующей электронной микроскопии (SEM) были использованы для исследования образцов нанокристаллического ZrN, с имплантированными в него ионами гелия (30 кэВ , $5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$) и облученного затем ионами Хе с энергией 167 МэВ (10^{14} см^{-2}). Установлено, что послерадиационная термическая обработка вызывает формирование блистеров за счет процессов сегрегации ионов гелия. ХТЕМ- и SEM-

анализы показали, что облучение высокоэнергетическими ионами Хе подавляет образование гелиевых блистеров. Этот результат представляет значительный практический интерес для моделирования радиационных повреждений, вызываемых осколками деления в реакторных материалах [16, 17].

Методами оптической и электронной микроскопии, ERD-спектроскопии, термодесорбционной спектроскопии исследовано влияние воздействия высокой плотности ионизации ($22,5 \text{ кэВ/нм}$) ионами Вi с энергией 710 МэВ на развитие приповерхностной газовой пористости в виде блистеров в кремнии, легированном ионами дейтерия ($E = 12,5 \text{ кэВ}$) и ионами гелия ($E = 25 \text{ кэВ}$), в результате послерадиационного отжига при $500 \text{ }^\circ\text{C}$.

Впервые установлено существенное влияние на уменьшение, вплоть до полного подавления в случае дейтерия, развития блистерно-флэкинговой структуры. Из анализа результатов сделано предположение о радиационно-индуцированной десорбции дейтерия и гелия из приповерхностного слоя кремния во время облучения высокоэнергетичными ионами висмута.

Исследовано разделение 4- и 5-валентных элементов с применением наноструктурного материала. Исследовались реакции $^{118}\text{Sn}(\gamma, n)^{117m}\text{Sn}$ и $^{196}\text{Pt}(\gamma, n)^{195m}\text{Pt}$ с целью получения радиоизотопов для биомедицинских исследований. Получен выход радионуклида ^{117m}Sn на уровне 40 %, ^{195m}Pt — 50 %.

Разрабатывается экспрессная методика анализа Рo в почвах и растениях, начаты исследования поведения летучих элементов и продуктов распада урана и тория в летучей золе при сжигании горючих сланцев [18, 19].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Oganessian Yu. Ts. et al.* Investigation of the $^{243}\text{Am} + ^{48}\text{Ca}$ Reaction Products Previously Observed in the Experiments on Elements 113, 115, and 117 // *Phys. Rev. C.* 2013. V. 87. P. 014302.
2. *Oganessian Yu. Ts. et al.* Studies of the $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$ Reaction Including Decay Properties and Excitation Function for Isotopes of Element 117 and Discovery of the New Isotope ^{277}Mt // *Ibid.* P. 054621.
3. *Yeremin A. et al.* First Experimental Tests of the SHELS Separator // *Part. Nucl., Lett.* (submitted).
4. *Yeremin A. et al.* Experimental Tests of the Acceleration of ^{50}Ti Ions and Study of ^{50}Ti Induced Complete Fusion Reactions with SHELS Separator // *Part. Nucl., Lett.* (submitted).
5. *Родин А. М. и др.* Сепаратор MASHA на пучке тяжелых ионов для определения масс и ядерно-физических свойств изотопов тяжелых и сверхтяжелых элементов // ПТЭ (направлено).
6. *Kozulin E. M. et al.* Shell Effects in Damped Collisions of ^{88}Sr with ^{176}Yb at the Coulomb Barrier Energy // *Phys. Rev. C.* 2014. V. 89. P. 014614-1–014614-5.
7. *Itkis M. G. et al.* Nuclear Reaction Mechanisms Induced by Heavy Ions // *Exciting Interdisciplinary Physics. FIAS Interdisciplinary Science Series. Switzerland: Springer Intern. Publ., 2013. P. 33.*
8. *Сидорчук С. И. и др.* Корреляционные исследования низкоэнергичного спектра ^{10}He // *Изв. РАН. Сер. физ.* 2013. Т. 77, №4. С. 398.
9. *Sobolev Yu. G. et al.* A New Set-up for Total Reactions Cross-Section Measurement // *Proc. of the Intern. Symp. on Exotic Nuclei / Eds.: Yu. Penionzhkevich, Yu. Sobolev. World Sci. Publ. Co., 2013. P. 431.*
10. *Vajta Zs. et al.* A Study of the Neutron-Rich ^{25}F Nucleus via Single-Step Fragmentation // *Acta Phys. Pol. B.* 2013. V. 44. P. 553.
11. *Zagrebaev V. I., Greiner W.* Production of Heavy Trans-Target Nuclei in Multinucleon Transfer Reactions // *Phys. Rev. C.* 2013. V. 87. P. 034608.
12. *Zagrebaev V. I., Karpov A. V., Greiner W.* Future of Superheavy Element Research: Which Nuclei Could Be Synthesized within the Next Few Years? // *J. Phys.: Conf. Ser.* 2013. V. 420. P. 012001.
13. *Rachkov V. A. et al.* Effect of Neutron Transfer Channels in Fusion Reactions with Weakly Bound Nuclei at Subbarrier Energies // *Bull. Rus. Acad. Sci. Phys.* 2013. V. 77. P. 411; *Ibid.* 2014.
14. *Apel P. Yu.* Track-Etching // *Encyclopedia of Membrane Science and Technology. John Wiley and Sons, 2013. P. 1–25. DOI: 10.1002/9781118522318.*
15. *Didyk A. Yu., Wisniewski R.* Nuclear Reactions in Deuterium-Saturated Palladium under Irradiation by 10 MeV γ -Quanta, in Dense Molecular Deuterium at 1.2 kbar Pressure // *Eur. Phys. Lett.* 2013. V. 103. P. 42002-P1–42002-P6.
16. *Rymzhanov R. A. et al.* Effect of Swift Heavy Ion Irradiation on Transformations of Oxide Nanoclusters in ODS Alloys // *Phys. Status Solidi C.* 2013. V. 10, No. 4. P. 681.
17. *Skuratov V. A. et al.* Radiation Stability of the ODS Alloys Against Swift Heavy Ion Impact // *J. Nucl. Materials.* 2013. V. 442. P. 449–457.
18. *Tserenpil Sh. et al.* Chemical and Mineralogical Composition of the Mongolian Rural Soils and Their Uranium Sorption Behavior // *J. Environmental Radioactivity C.* 2013. V. 118. P. 105–112. DOI:10.1016/j.
19. *Tran Due Thiep et al.* Study of the Isomeric Ratios in Photonuclear Reactions of Natural Indium Induced by Bremsstrahlungs with Endpoint Energies in the Giant Dipole Resonance Region // *Part. Nucl., Lett.* 2013. V. 10, No. 4. P. 540.



ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ ИМ. И. М. ФРАНКА

Научная программа Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка в 2013 г. была направлена на получение новых результатов в рамках четырех тем Проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного научно-технического сотрудничества ОИЯИ: по физике конденсированных сред («Исследования наносистем и новых материалов с использованием рассеяния нейтронов», 04-4-1069-2009/2014, руководители В. Л. Аксенов, А. М. Балагуров и Д. П. Козленко); по нейтронной ядерной физике («Исследования

в области нейтронной ядерной физики», 03-4-1104-2011/2013, руководители В. Н. Швецов и Ю. Н. Копач); по развитию базовых установок лаборатории («Развитие реактора ИБР-2М с комплексом криогенных замедлителей нейтронов», 04-4-1075-2009/2014, руководители А. В. Белушкин и А. В. Виноградов); по развитию комплекса спектрометров ИБР-2 («Перспективные разработки и создание оборудования для спектрометров ИБР-2М», 04-4-1075-2009/2014, руководители В. И. Приходько и С. А. Куликов).

НЕЙТРОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

Основная часть научных экспериментальных работ проводилась на базе комплекса спектрометров реактора ИБР-2.

В 2013 г. в рамках пользовательской программы получено 195 заявок на проведение экспериментов из 17 стран мира. Свыше 41 % заявок были направлены на решение физических задач, 22 % посвящены проблемам материаловедения, остальные 37 % охватывали области химии, геологических наук, биологии и прикладные задачи. 158 поданных заявок было принято к реализации.

Научные результаты. Проведено исследование кристаллической, магнитной структуры несобственного мультиферроика $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ [1]. В данном соединении спонтанная электрическая поляризация появляется вследствие нарушения инверсионной симметрии за счет возникновения неколлинеарного антиферромагнитного упорядочения. Кроме того, магнитные моменты железа в тригональной структуре $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ (пространственная группа $R\bar{3}m1$) образуют 2D магнитную треугольную ре-

шетку, при этом магнитные взаимодействия между магнитными плоскостями в 25 раз слабее внутри-плоскостных. С повышением давления наблюдался структурный фазовый переход в моноклинную фазу симметрии $C2/c$, реализующийся через широкую область структурного фазового расслоения. Симметрия антиферромагнитного упорядочения для тригональной фазы характеризуется волновым вектором $q = (1/3, 0, k_z)$. С повышением давления наблюдалось увеличение k_z от 0,45 до 0,48 и увеличение температуры Нееля с барическим коэффициентом $0,09 \text{ ГПа}^{-1}$. В моноклинной фазе высокого давления установления магнитного упорядочения не наблюдалось вплоть до температуры 1,5 К.

На дифрактометре ФДВР продолжены исследования электродов литий-ионных аккумуляторов [2]. Экспериментальные данные позволили в деталях проследить стадийность процесса внедрения Li в графит с последовательным образованием нескольких LiCn-фаз и обратимый переход $\text{LiFePO}_4 \leftrightarrow \text{FePO}_4$. Сравнение процессов заряда/разряда в батареях с катодом из чистого LFP и LFP, содержащего ~ 1 % ва-

надия (LFPV), показало, что во втором случае существенно большая доля материала анода переходит в конечное LiC_6 -состояние из-за меньшей относительной массы графита к фторжелезофосфату. Анализ изменений микроструктуры материала катода при внедрении в него ванадия показал значительное увеличение степени дефектности структуры, что коррелирует с лучшими электрохимическими свойствами LFPV по сравнению с LFP.

На основе анализа данных малоуглового рассеяния нейтронов на жидких дисперсиях детонационных наноалмазов предложен специальный непрерывный пространственный переход углеродных состояний от кристаллического алмаза (sp^3 -гибридизация) внутри частиц к графитоподобному состоянию (sp^2 -гибридизация) на поверхности. Такой переход позволяет совместить экспериментально наблюдаемый сдвиг в средней плотности длины рассеяния частиц от плотности кристаллического алмаза (свидетельство наличия неалмазной компоненты в составе частиц) и диффузный характер поверхности, проявляющийся в специфическом отклонении от закона Порода в рассеянии [3]. Предложенный профиль имеет простое степенное поведение и благодаря ряду особенностей объясняет равномерное спадание общей интенсивности при вариации контраста, свойственное однородным частицам. Используемая ранее при описании структуры частиц организация типа «сферическое ядро – графеновая оболочка», дающая для толщины неалмазной компоненты на поверхности частиц значение 0,5 нм, может быть рассмотрена как приближение к данному профилю, который естественным образом отвечает переходу алмаз–графен в терминах усредненной плотности длины рассеяния. При этом неалмазные переходные связи (предположительно, sp^{2+x} -связи) располагаются преимущественно ближе к поверхности частиц. Рассмотренный профиль также позволяет напрямую определить параметры функции распределения наноалмазов по размерам.

На спектрометре РЕМУР проведено исследование магнитного состояния слоистой наноструктуры Ta (10 нм)/ V (150 нм)/ $\text{Fe}_{0,7}\text{V}_{0,3}$ (1 нм)/ V (1,2 нм)/ $\text{Fe}_{0,7}\text{V}_{0,3}/\text{Nb}$ (150 нм)/ Si , состоящей из ферромагнитных и сверхпроводящих слоев, методом рефлектометрии поляризованных нейтронов. Предполагалось, что в такой наноструктуре могут реализовываться три явления: антиферромагнитное упорядочение пары слоев $\text{Fe}_{0,7}\text{V}_{0,3}$ (1 нм) во внешнем магнитном поле; намагничивание сверхпроводящей пары ферромагнитными слоями (что проявляется в намагничивании сверхпроводящего слоя) и образование доменной структуры с малыми размерами доменов и нулевой средней намагниченностью. Измерения были проведены в интервале температуры 1,3–110 К и диапазоне напряженности магнитного поля 30 Э–9,5 кЭ. В диапазоне 1,3–10 К наблюдалось рассеяние нейтронов, максимум которого нахо-

дился при температуре 8 К, что ниже температуры сверхпроводящего перехода в слое ниобия. Полученные экспериментальные данные указывают на существование в определенном интервале температур ниже температуры сверхпроводящего перехода фазы в виде решетки доменов, в которой происходит вращение вектора намагниченности и которая существует в двух направлениях. На последнее указывает большое рассеяние, не объяснимое одним рассеянием в вертикальном направлении. Отсутствие рассеянных во втором направлении нейтронов указывает на то, что период решетки и в этом направлении находится в диапазоне меньше тысячи ангстрем. Данные наблюдения являются первым прямым экспериментальным доказательством реализации криптоферромагнитной фазы в сверхпроводящем ферромагнетике, которое заключается в установлении антиферромагнитного упорядочения на масштабе сверхпроводящей длины когерентности (размер сверхпроводящей пары). При этом магнитный период криптоферромагнитного состояния оказался примерно в 1000 раз меньше размера обычного домена в ферромагнетике (микрометры).

С помощью метода малоуглового рассеяния нейтронов изучен процесс спонтанного формирования фосфолипидных везикул в присутствии ионов кальция (рис. 1). Впервые детально изучено поведение межмембранного расстояния в области перехода для мембран как в жидкой, так и в гель-фазе. Показано, что переход системы из связанного состояния в несвязанное в обеих фазах носит непрерывный характер, что является неординарным результатом для гель-фазы. Предшествующие теоретические работы для гель-фазы указывали на то, что при добавлении ионов кальция к липидным мультислойным мембранам должен происходить резкий переход мембран из связанного в несвязанное состояние, поскольку в гель-фазе отсутствуют ондуляции. Проведенные исследования показали, что влияние сил ондуляций на межмембранные взаимодействия имеет заметный вклад. Определены критические концентрации ионов кальция, при которых исследуемый переход происходит в геле (0,3 ммоль) и жидкой (0,4 ммоль) фазах и, кроме того, непосредственно определены константы связывания ионов кальция с липидными мембранами: 22 моль^{-1} в гель- и 24 моль^{-1} в жидкой фазах.

При эксплуатации ядерных установок важным источником информации об изменении свойств корпусных сталей, которые ухудшаются под воздействием нейтронного облучения, служит программа образцов-свидетелей, которые располагаются у внутренней стенки шахты реактора. Необходимо контролировать уровень остаточных напряжений после сварки в реконструированных образцах-свидетелях. На дифрактометре ФСД проведены эксперименты по изучению распределения остаточных напряжений в образцах-свидетелях, возникающих после

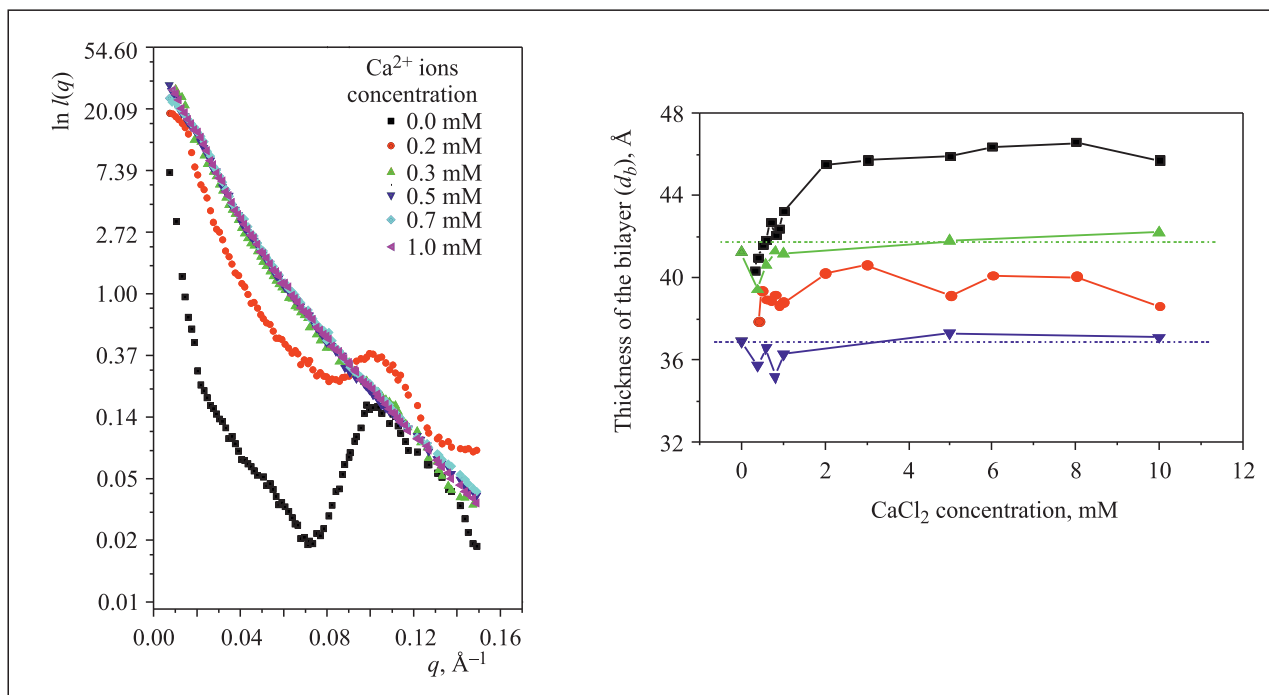


Рис. 1. Слева: кривые малоуглового рассеяния нейтронов от мультислойных мембран DMPC (1 % wt) в растворе вода/ CaCl_2 при $T = 15^\circ\text{C}$ для молярных концентраций ионов кальция 0,0, 0,2, 0,3, 0,5, 0,7, 1,0 ммоль. Справа: концентрационные зависимости толщины бислоя для везикул DMPC, спонтанно образованных из мультислойных мембран: \blacksquare — при $T = 15^\circ\text{C}$; \bullet — при $T = 55^\circ\text{C}$, и везикул, полученных методом экструдирования: \blacktriangle — при $T = 15^\circ\text{C}$; \blacktriangledown — при $T = 55^\circ\text{C}$

электронно-лучевой (electron beam welding — EBW) и лазерной (laser beam welding — LBW) сварки. Результаты экспериментов показали, что уровень остаточных напряжений для образца LBW значительно выше, чем для образца EBW, и достигает величины 550 МПа в районе сварного шва. Это подтверждает хорошо известный факт, что среди всех методов

сварка электронным лучом дает наименьший уровень остаточных напряжений в сварных швах. По всей видимости, это обусловлено малым количеством вводимой теплоты при данном сварочном процессе (в 4–5 раз меньше, чем, например, при дуговой), в результате чего резко снижается деформация конечного изделия. Кроме того, наблюдается значи-

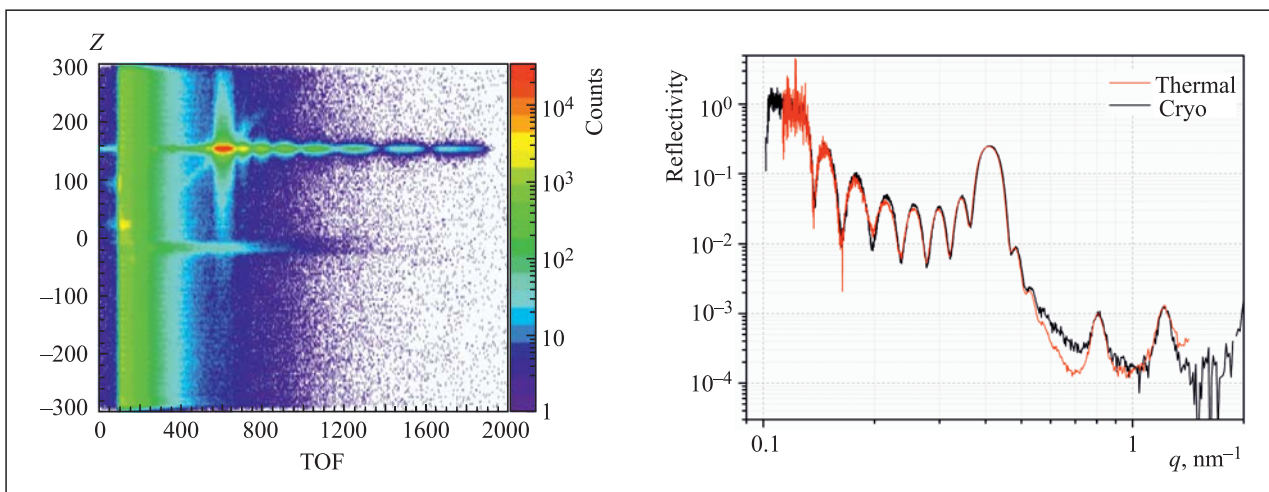


Рис. 2. Слева: 2D-спектр отраженного пучка неполяризованных нейтронов на слоистой структуре $[\text{Ni} (8,4 \text{ нм}) \text{Ti} (7 \text{ нм})] \times 8/\text{Floatglass}$ (производитель MIRRORTRON, Венгрия), полученный на рефлектометре GRAINS при криогенном режиме работы замедлителя в координатах Z (ширина канала 0,35 мм)–время пролета (ширина канала 32 мкс). Справа: коэффициент зеркального отражения как функция переданного импульса для той же системы, измеренный в тепловом (thermal) и криогенном (cryo) режимах работы замедлителя

тельное ($\sim 2,5$ раза) увеличение микротвердости в зоне сварных швов, которое, по всей видимости, является результатом формирования мартенситной (или мартенситно-бейнитной) структуры в области сварного шва и ЗТВ.

Методические результаты. Проведены работы по созданию и тестированию устройств окружения образца нового дифрактометра ДН-6. Приобретены камеры высокого давления с алмазными наковальнями с рабочим диапазоном до 15 ГПа (площадка 0,8 мм) и 50 ГПа (площадка 0,5 мм). Первые эксперименты показали возможность их успешного применения для экспериментов на ДН-6.

Проведен запуск первой стадии рефлектометра GRAINS. Измерены и оптимизированы профили пучка при различных конфигурациях элементов рефлектометра. Проведена экспериментальная оценка

интегрального потока тепловых неполяризованных нейтронов (длина волны свыше 0,05 нм) после отклоняющего зеркала при тепловом ($2 \cdot 10^6 \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) и холодном ($1 \cdot 10^6 \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) режимах работы замедлителя. Получены первые кривые отражения на стандартных системах при двух режимах работы замедлителя (рис. 2). В рамках наладки рефлектометра проведен первый эксперимент по изучению влияния оксидации на структуру тонкой титановой пленки на стеклянной подложке, выполнявшийся в рамках разработки новых покрытий для нейтронооптических устройств.

Продолжены работы по созданию макетного варианта спектрометра радиографии на канале №14. Изготовлена и установлена на пучке вакуумная коллимационная система. Изготовлена и протестирована на 12-м канале система регистрации изображений на основе CCD-камеры.

НЕЙТРОННАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

В 2013 г. в ЛНФ работы по нейтронной ядерной физике велись в традиционных направлениях, таких как изучение процессов нарушения пространственной и временной четности при взаимодействии нейтронов с ядрами; изучение процесса деления; экспериментальное и теоретическое исследование фундаментальных свойств нейтрона; гамма-спектроскопия нейтронно-ядерных взаимодействий; эксперименты с ультрахолодными нейтронами. Установка ИРЕН работала в 2013 г. на физических экспериментах приблизительно 1050 ч.

Была создана и протестирована мобильная, реконфигурируемая гамма-спектрометрическая система nGamma для исследования ядерных реакций под действием нейтронов разных энергий, связанных с испусканием гамма-лучей. В первоначальной конфигурации она состоит из 24 NaI(Tl)-детекторов гамма-лучей, смонтированных на двух кольцах. Определены энергетические и временные характеристики отдельных трактов системы. Измерена энергетическая зависимость плотности потока нейтронов на расстоянии 60 м от нейтрон-производящей мишени импульсного нейтронного источника ИРЕН.

Собрана и протестирована 12-детекторная (2 модуля по 6 кристаллов NaI(Tl)) гамма-спектрометрическая система «Ромашка» для проведения исследований резонансного радиационного захвата (и деления) атомных ядер нейтронами на 4-м канале установки ИРЕН.

В 2013 г. продолжалась отладка экспериментальной установки АУРА (анизотропия угловых распре-

делений), предназначенной для измерений энергетической зависимости угловой анизотропии упругорассеянных медленных нейтронов на благородных газах с целью извлечения длины n, e -рассеяния. В данное время установка АУРА расположена на 15-метровой пролетной базе канала №2 установки ИРЕН.

Продолжаются работы, проводимые совместно с Техническим университетом (Прага, Чехия), по применению пиксельных кремниевых детекторов для регистрации заряженных частиц, испускаемых в процессе деления. В 2013 г. в ЛНФ совместно с ТУ Праги проводились измерения тройного спонтанного деления ^{252}Cf с использованием детекторов TimePix. Для идентификации тройных частиц использовался $\Delta E-E$ -метод, позволяющий разделять легкие заряженные частицы по заряду. В качестве ΔE -детектора использовался тонкий кремниевый детектор (12 мкм), в качестве E -детектора — пиксельный детектор TimePix с толщиной сенсорного слоя 300 мкм.

В 2013 г. была создана установка, предназначенная для прецизионных измерений множественности мгновенных нейтронов деления в зависимости от распределений масс осколков деления и их полной кинетической энергии.

Продолжаются экспериментальные и теоретические исследования реакций (нейтрон, заряженная частица) на быстрых нейтронах. Измерения проводятся на ускорителях Ван де Граафа ЭГ-5 в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ и ЭГ-4.5 Института физики тяжелых ионов Пекинского университета. Данные о реакциях с вылетом заряженных час-

тиц, вызванных быстрыми нейтронами, представляют значительный интерес для изучения механизмов ядерных реакций, структуры атомных ядер, выбора конструкционных материалов и проведения расчетов при создании новых установок ядерной энергетики. В конце 2013 г. проведены измерения реакций $^{66}\text{Zn}(n, \alpha)^{63}\text{Ni}$ и $^{144}\text{Sm}(n, \alpha)^{141}\text{Nd}$ при $E_n = 4$ МэВ, тем самым была завершена серия измерений этих реакций, начатая годом ранее. Проведены также измерения реакции $^{54}\text{Fe}(n, \alpha)^{51}\text{Cr}$

при $E_n = 5,5$ и $6,5$ МэВ. Получены энергетические спектры заряженных частиц, данные обрабатываются. Завершена обработка данных измерений реакций $^{57}\text{Fe}(n, \alpha)^{54}\text{Cr}$ и $^{63}\text{Cu}(n, \alpha)^{60}\text{Co}$ при $E_n \sim 4,0-6,5$ МэВ. Проведено сравнение полученных экспериментальных данных с существующими библиотечными оценками и данными других авторов (рис. 3, 4). Анализ показывает существенное разгласие расчетных данных, представленных различными библиотеками, в то время как для изотопа ^{57}Fe

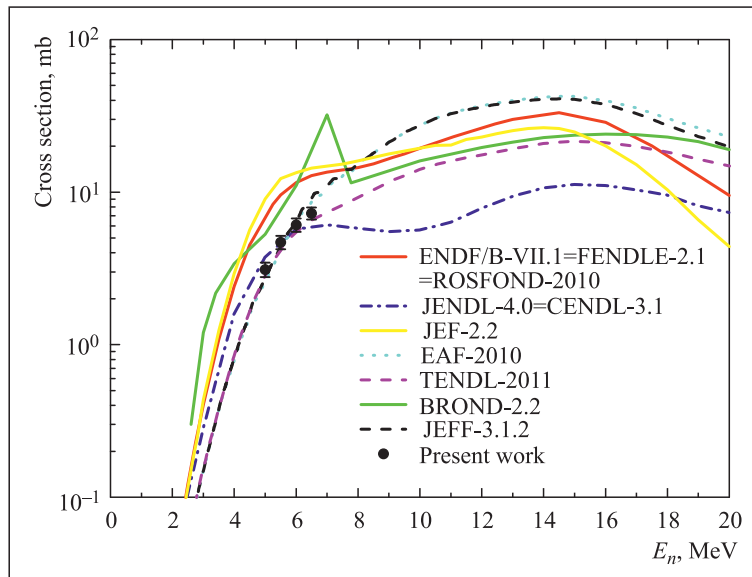


Рис. 3. Полученные сечения реакции $^{57}\text{Fe}(n, \alpha)^{54}\text{Cr}$ в сравнении с оценками

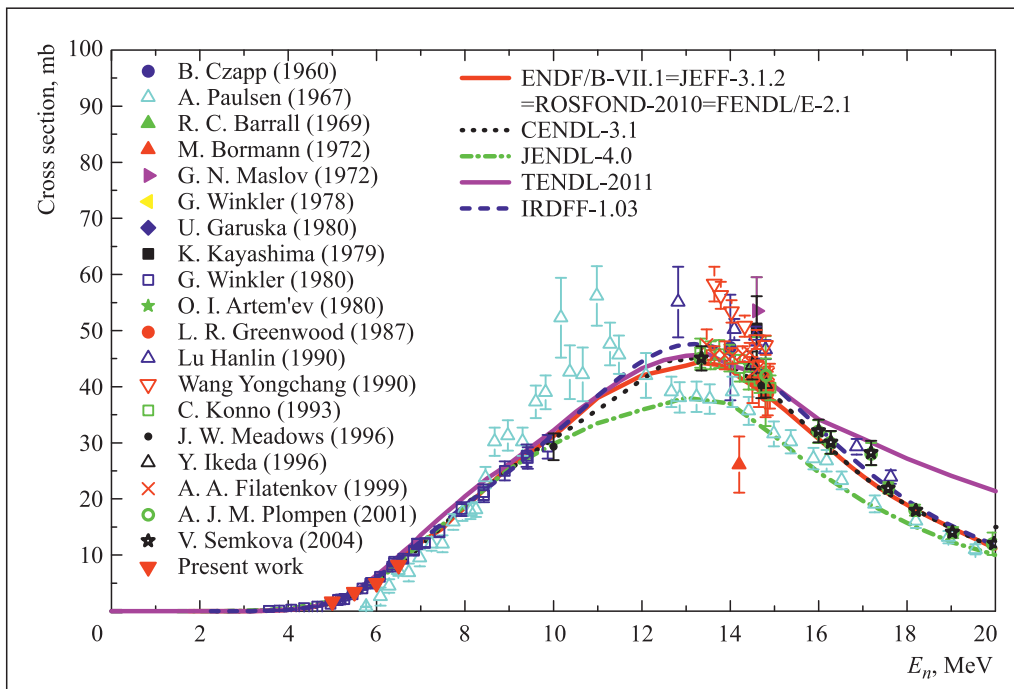


Рис. 4. Полученные сечения реакции $^{63}\text{Cu}(n, \alpha)^{60}\text{Co}$ в сравнении с существующими на сегодняшний день данными и оценками

экспериментальных данных нет. Для ^{63}Si имеются два достаточно давних измерения в области нескольких МэВ, но со значительным расхождением.

Для проверки идеи использования полости из твердого метана для формирования потока холодных нейтронов на конце нейтронновода с потоком тепловых нейтронов проведены тестовые измерения на инструменте DIN-2PI. Полученные результаты говорят о том, что на пучке тепловых нейтронов внутри метановой полости можно получить спектр нейтронов, близкий к спектру, идущему от холодного реакторного источника. Альbedo от твердого метана для холодных нейтронов близко к расчетному значению. Таким образом, идея создания гелиевого источника УХН внутри холодной полости на конце нейтронновода с тепловыми нейтронами представляется вполне реализуемой. Следующим шагом на пути развития данной идеи является создание прототипа источника, на котором необходимо проверить решения довольно большого числа технических проблем.

В 2013 г. на ИРЕН были проведены радиационные тесты сканталляторов и образцов мегатайла установки CMS (ЦЕРН). Это было необходимо для выбора оптимальных условий будущих экспериментов. Спектр нейтронов ИРЕН близок к спектру нейтронов в адронном калориметре CMS. Облучение образцов проводилось интегральным потоком нейтронов 10^{12} см^{-2} . Затем в течение трех недель из-

мерялась наведенная активность на двух расстояниях от образца.

Работы по активному биомониторингу с использованием мхов-трансплантатов позволили провести изучение воздушных загрязнений в центре Белграда (Сербия), а также в одном из наиболее экологически неблагоприятных районов Греции — Великой Фракийской низменности (Аттика).

Результаты комплексных исследований воздушной среды с помощью мхов и лишайников, а также водной экосистемы вблизи развивающегося порта в Кейптауне (залив Салдана, Атлантический океан в районе Западного побережья ЮАР) с помощью моллюсков и устриц вызвали интерес специалистов-экологов ЮАР и желание сотрудничать в рамках этого направления.

Совместно с Western Cape University (ЮАР) проведен НАА образцов золы, образованной при сжигании угля на тепловой электростанции в Матла, в провинции Мпумаланга Южной Африки (Mpumalanga Province in South Africa).

Методом НАА на реакторе ИБР-2 был определен элементный состав микробных образцов и оценена эффективность накопления цинка и других металлов биомассой спироулины. Эта работа была отмечена золотой медалью на V Европейской выставке изобретений и инноваций «EUROINVENT 2013» (Яссы, Румыния) в категории «PhD research project».

ИМПУЛЬСНЫЙ РЕАКТОР ИБР-2

Эксплуатация исследовательской ядерной установки ИБР-2 осуществляется на основании лицензии Ростехнадзора № ГН-03-108-2614 от 27.04.2012.

В соответствии с условиями действия лицензии на эксплуатацию исследовательской ядерной установки ИБР-2 в течение года специализированными организациями совместно с персоналом установки выполнены плановые работы по оценке техниче-

ского состояния и определению остаточного ресурса технологического оборудования. Завершены работы по продлению ресурса оборудования систем, важных для безопасности ИБР-2.

С января 2013 г. проводились регулярные циклы работы ИБР-2 на мощности 2 МВт для научных экспериментов с функционированием замедлителя КЗ-202 в водяном или криогенном режиме в

Данные по работе ИБР-2 на физический эксперимент

№ цикла	Период	Режим работы замедлителя	Время работы реактора на физический эксперимент, ч
1	22.01–30.01	Криогенный	176
2	11.02–22.02	Водяной	260
3	18.03–29.03	Криогенный	264
4	09.04–20.04	Водяной	242
5	21.05–02.06	Водяной	281
6	23.09–04.10	Водяной	262
7	14.10–22.10	Водяной	169
8	24.10–01.11	Криогенный	174
9	11.11–18.11	Водяной	170
10	21.11–23.11	Криогенный	44
11	29.11–13.12	Водяной	330
12	17.12–26.12	Криогенный	206
Всего:			2578

соответствии с планом-графиком физического пуска замедлителя.

С 13 по 19 сентября 2013 г. проведена догрузка одной свежей ТВС в активную зону ИЯУ ИБР-2 и вывод реактора на критичность в стационарном режиме работы с оценкой эффективности догруженной ТВС и оценкой интегральной эффективности органов регулирования СУЗ. Проведен контрольный вы-

вод реактора на мощность $W = 250$ кВт с оценкой эффективности догруженной ТВС на импульсной критичности.

В таблице представлены данные по работе ИЯУ ИБР-2 на физический эксперимент.

В 2013 г. завершена поставка НПО «Доза» оборудования для системы СРК ИБР-2 и начаты работы по монтажу и наладке системы.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ И СОЗДАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРОВ ИБР-2

В январе 2013 г. на мощности реактора 2 МВт проводились исследования по программе пуска криогенного замедлителя КЗ-202. Всего за период пуска осуществлено шесть циклов работы КЗ со свежими загрузками шариков замороженной смеси мезитилена и *m*-ксилола; длительность циклов составляла от нескольких часов до 178 ч. В результате анализа работы КЗ-202 в указанных циклах были получены однозначные ответы на основные вопросы, важные для обеспечения эффективной и длительной работы замедлителя.

- Время загрузки шариков в камеру замедлителя минимум 4 ч. Загрузка проходит без заторов и без заметной фрагментации шариков при расходе газа 1,2–1,5 г/с и температуре 80–85 К.

- Гидравлическое сопротивление контура и параметры газодувки обеспечивают расход гелия 6 г/с.

- Криорефрижератор КГУ-700/15 обеспечивает охлаждение шариков в камере КЗ-202 при мощности реактора 2 МВт до средней температуры 32–33 К (проектное значение 23–25 К).

- Фактор увеличения потока холодных нейтронов с длиной волны 8–10 Å — 13–14 (рис. 5), расчетное значение — до 20 при 20 К. Деградация потока холодных нейтронов в области 6–10 Å за 350 МВт·ч не более 5–7%; поток нейтронов с более короткой длиной волны увеличивается с дозой облучения.

- Слив отработанной жидкости проходит достаточно быстро; вязкость исходного раствора увеличивается не более чем в 10 раз после работы в течение 7,3 сут.

- Заполнение камеры и последующий слив мезитилена не влияют на реактивность реактора ИБР-2.

Выполнена модернизация детекторной системы дифрактометра для исследования микрообразцов под высоким давлением ДН-12, а также систем автоматизации для фурье-дифрактометров: ФДВР (6 каналов управления) и ФСД (12 каналов). Создана новая система для спектрометра GRAINS (26 каналов).

В 2013 г. был изготовлен и протестирован на стенде с источником прототип сцинтилляционного счетчика детектора АСТРА для дифрактометра ФСД. Ведутся работы по изготовлению секции из четырех сцинтилляционных счетчиков детектора АСТРА.

Изготовлены и настроены семь комплектов цифровых и аналоговых блоков МРД-32 для систем сбора и накопления данных со спектрометров ИЯУ ИБР-2. Из этих блоков были собраны и введены в эксплуатацию DAQ-системы на спектрометрах ЮМО, ДН-12, а также укомплектованы и находятся в стадии отладки системы на фурье-дифрактометрах ФСД и ФДВР.

В 2013 г. разработан новый универсальный пользовательский интерфейс (GUI) на основе PyQt и matplotlib (внедрен на спектрометрах ЮМО, НЕРА, СКАТ, РЕМУР). Усовершенствованы библиотеки операций для рефлектометров РЕМУР, РЕФЛЕКС, GRAINS, а также программ визуализации (SpecraViewer) и юстировки (ICE) по запросам пользователей. В течение года была подготовлена новая, существенно улучшенная версия системы удаленного контроля параметров и управления спектрометров (WebSonix), которая находится в опытной эксплуатации на спектрометрах СКАТ и ЮМО.

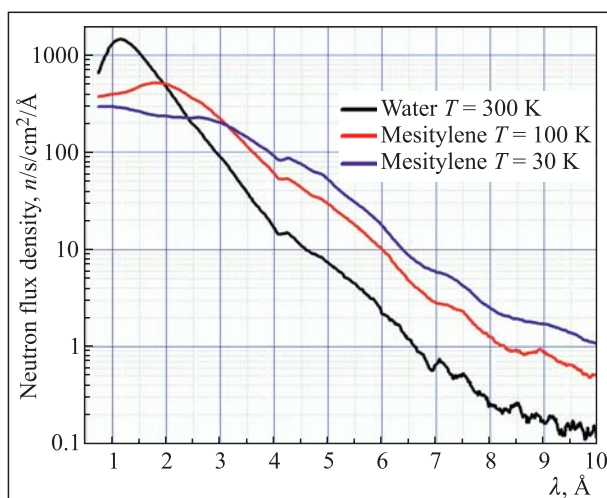


Рис. 5. Дифференциальная плотность потока нейтронов в месте расположения детектора ПЧД для пустой камеры (черная линия) и для заполненной при температурах 100 и 30 К

КОНФЕРЕНЦИИ И ШКОЛЫ

В 2013 г. в ЛНФ были организованы и проведены две научные школы для молодых ученых: V Международная молодежная научная школа «Современная нейтронография: фундаментальные и прикладные исследования функциональных и наноструктурированных материалов» (28 октября–1 ноября, Дубна) и IV Международная молодежная научная школа «Приборы и методы экспериментальной ядерной физики. Электроника и автоматика экспериментальных установок» (5–8 ноября, Дубна). Данные школы были посвящены фундаментальным и прикладным аспектам исследований в области нейтронной физики, физики конденсированного состояния, материаловедения. В них приняли участие студенты, аспиранты и молодые специалисты из России и девяти стран-участниц ОИЯИ.

С 13 по 17 мая в Дубне проходило 3-е координационное совещание (RCM-3) по исследовательскому проекту ИАЕА (МАГАТЭ) «Разработка, характеристика и испытания материалов, используемых в ядерной энергетике, на нейтронных пучках».

XXI Международный семинар по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN-XXI) проходил 20–25 мая в Алуште. В этом году семинар был

приурочен к 50-летию нейтронного активационного анализа в ОИЯИ.

С 18 по 21 августа ЛНФ совместно с Федеральным министерством образования и научных исследований Германии (BMBWF) организовало совещание «Развитие приборной базы для источников нейтронов с длинным импульсом». Его целью было обсуждение современных тенденций в развитии установок по рассеянию нейтронов на источниках, работающих в импульсном режиме.

С 11 по 14 ноября в Туле проходила II Международная конференция «Многомасштабное моделирование структур, строение вещества, наноматериалы и нанотехнологии», посвященная памяти профессора А. Н. Никитина — бывшего сотрудника ЛНФ. Лаборатория нейтронной физики ОИЯИ являлась организатором этого мероприятия.

Совместная ОИЯИ–Румыния Международная школа по малоугловому рассеянию нейтронов и дополняющим методам исследования «умных» материалов проходила с 25 по 27 ноября в Западном университете Тимишоары. Школа проводилась в рамках конференции по физике «TIM 2013».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Kozlenko D. P. et al. // Phys. Rev. B. 2013. V. 87. P. 014112-1-6.*
2. *Бобриков И. А., Балагуров А. М. // Новости ОИЯИ. 2013. № 3. С. 19.*
3. *Karpinsky D. V. et al. // J. Appl. Phys. 2013. V. 113. P. 187218.*



ЛАБОРАТОРИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В 2013 г. Лабораторией информационных технологий в рамках направления «Сети, компьютеринг, вычислительная физика» проводились исследования по двум темам первого приоритета: «Информационное, компьютерное и сетевое обеспечение деятельности ОИЯИ» и «Математическая поддержка теоретических и экспериментальных исследований, проводимых ОИЯИ». В рамках взаимодействия с другими лабораториями ОИЯИ сотрудники ЛИТ принимали участие в исследованиях по 25 темам Проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ.

Центральный информационно-вычислительный комплекс ОИЯИ (ЦИВК ОИЯИ) является крупнейшим центром RDIG (российский грид для интенсив-

ных операций с данными) в составе глобальной грид-инфраструктуры WLCG/EGEE/EGI, который обеспечивает поддержку виртуальных организаций международных проектов, в том числе экспериментов на LHC. В 2013 г. в ОИЯИ было выполнено около 5 млн задач, затраты процессорного времени при этом составили более 130 млн ч в единицах NEP-Spec06. Сайт ОИЯИ — один из наиболее эффективных сайтов уровня Tier-2 в инфраструктуре WLCG (Worldwide LHC Computing Grid).

В 2013 г. на базе ЦИВК ОИЯИ в Лаборатории информационных технологий создан прототип центра обработки данных для эксперимента CMS уровня Tier-1.

СЕТЕВАЯ, КОМПЬЮТЕРНАЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОИЯИ

В 2013 г. продолжены работы, связанные с развитием и обеспечением надежного функционирования сетевой и информационно-вычислительной инфраструктуры ОИЯИ. Основными элементами этой инфраструктуры являются телекоммуникационные каналы связи, локальная вычислительная сеть (ЛВС), ЦИВК и базовое программное обеспечение, в том числе на основе грид-технологий, объединяющее информационно-вычислительные ресурсы Института в единую, доступную для всех пользователей среду.

Телекоммуникационные каналы связи ОИЯИ. В 2013 г. поддерживалась надежная работа высокоскоростного канала связи Дубна–Москва. Для связи с научными сетями и сетью Интернет использовались следующие каналы связи: ЦЕРН (10 Гбит/с), RBnet (10 Гбит/с), московские научные сети (10 Гбит/с), RUNet (10 Гбит/с), RadioMSU (10 Гбит/с), E-арена (10 Гбит/с). В 2013 г. пропускная способность резервного канала связи была увеличена до 10 Гбит/с.

Распределение входящего и исходящего трафиков по подразделениям ОИЯИ в 2013 г. (превышаю-

щего по входящему трафику 3 Тбайта) приведено в табл. 1.

Таблица 1

Подразделение	Входящий трафик, Тбайт	Исходящий трафик, Тбайт
ЛИТ	79,40	42,95
ЛФВЭ	65,93	47,59
ЛЯП	60,08	153,07
ЛНФ	34,28	88,31
Управление	17,07	66,57
ЛТФ	15,23	15,3
Узел удаленного доступа (VPN)	14	2,65
Университет «Дубна»	11,99	16,42
ЛЯР	11,87	2,68
ГРК	11,57	1,54
ЛРБ	9,56	1,69
ОАО «НПК Дедал»	5,99	0,583
Санаторий-профилакторий «Ратмино»	3,25	1,51

Таблица 2

Научно-образовательные цели	Файлообмен (torrent, ftp)	Веб-ресурсы	Социальные сети	Мультимедиа	Программное обеспечение	Обмен с сетями Дубны
91 %	6,98 %	1,24 %	0,69 %	0,06 %	0,03 %	0,0 %

Общий входящий трафик ОИЯИ, включая серверы общего доступа, Tier-1 и ЦИВК, составил в 2013 г. 2656,35 Тбайт. Процентное распределение входящего трафика по категориям приведено в табл. 2.

Локальная вычислительная сеть (ЛВС) ОИЯИ. В 2013 г. были продолжены работы, связанные с дальнейшим улучшением характеристик сети ОИЯИ и предоставлением пользователям дополнительных возможностей. Введена в эксплуатацию 10-гигабитная магистраль ОИЯИ: все лаборатории и подразделения подключены посредством 10-гигабитных коммутаторов Cisco Catalyst 3560E-12D к 10-гигабитной оптической сети Института. Проработана технология виртуальной платформы для сетевых серверов с набором стандартных сервисов сетевого управления ОИЯИ на базе серверов фирмы SuperMicro и коммутаторов InfiniBand. В рамках поддержки пользователей ЛВС расширены возможности почтового и проху-сервисов. Сервис авторизации центрального вычислительного комплекса ОИЯИ переведен на LDAP-регистрацию, и проработаны решения по переводу других сервисов ОИЯИ на авторизацию с единым паролем доступа. В 2013 г. введена в эксплуатацию VoIP-телефония с возможностью голосовой связи с ОИЯИ из любой точки мира. Запущен в работу JINR Content Server, что позволило завершить создание системы видеоконференций с возможностью записи и воспроизведения потокового видео в режиме реального времени.

ЛВС ОИЯИ содержит 7368 сетевых элементов и 11593 IP-адреса. На 2013 г. зарегистрировано 3884 пользователя сети, более 1500 пользователей сервиса mail.jinr.ru, 1301 пользователь электронных библиотек и 864 пользователя сервиса удаленного доступа.

Центральный информационно-вычислительный комплекс ОИЯИ. В настоящее время вычислительная ферма ЦИВК состоит из 2560 64-битных процессоров и системы хранения данных общей емкостью 1800 Тбайт. Центральный маршрутизатор сети ЦИВК соединен с основным маршрутизатором сети ОИЯИ на скорости 10 Гбит Ethernet.

Разработан проект модернизации системы электроснабжения и прецизионного кондиционирования ЦИВК ОИЯИ, реализация которого начнется в первом квартале 2014 г.

Вычислительные средства и системы хранения информации управляются базовым программным

обеспечением, позволяющим использовать ресурсы ЦИВК как в международных проектах для распределенных вычислений (WLCG, FUSION, BIOMED, HONE, PANDA, CBM, BES, NICA/MPD и др.), так и локальными пользователями ОИЯИ.

Базовой операционной системой для ЦИВК является ОС Scientific Linux SL6 с архитектурой x86_64. На ЦИВК установлен набор свободно распространяемых компиляторов для различных языков программирования (C, C++, FORTRAN и др.), считающихся стандартными компиляторами для Unix-подобных операционных систем. Компиляторы Intel дополнены эффективными средствами разработки многопоточного кода, поддерживающими стандарт OpenMPI. Для разработки параллельных программ с использованием пакета MPI (Message Passing Interface) установлены библиотеки MPI для языков программирования C, C++ и FORTRAN.

Специальный сервер и рабочие узлы кластера обеспечивают пакетную обработку заданий как запущенных с интерактивных машин локальными пользователями, так и получаемых из глобальной среды WLCG. Сервис X509 PX (ProXy) хранит и обновляет сертификаты пользователей для защиты ресурсов и задач пользователей в грид-системах. Это основной метод контроля зарегистрированных пользователей в проекте WLCG. На кластере поддерживается распределенная файловая система CVMFS (CernVM File System), обеспечивающая доступ к программному обеспечению коллабораций ALICE, ATLAS, CMS, LHCb и BES, которое установлено на серверах в ЦЕРН. Два VObox (Virtual Organization box) используются коллаборациями ALICE и CMS для обеспечения своей работы на сайтах WLCG.

Системы хранения и доступа к данным dCache и XROOTD обеспечивают работу с данными как для локальных пользователей ОИЯИ, так и для внешних пользователей. Две инсталляции системы доступа к данным XROOTD поддерживают работу с данными международных коллабораций ALICE и PANDA. Все системы хранения построены с использованием аппаратного механизма защиты данных RAID6.

В состав ЦИВК входят несколько специализированных машин для поддержки локальных и международных коллабораций пользователей: проекты NICA/MPD и PANDA.

В табл. 3 приведена статистика использования ЦИВК в 2013 г. подразделениями Института и группам пользователей, за исключением пользователей грид-среды.

Таблица 3

Лаборатория/ группа	Число заданий	Процессорное время, kSi2K·ч	Астрономи- ческое время, kSi2K·ч
MPD	1390015,86	1399986,59	64770
ЛРБ	972527,78	96827,22	1158
ЛТФ	835919,13	793977,43	7190
ЛИТ	454857,09	86331,86	1713
ЛЯП	363724,39	218444,15	8917
COMPASS	193236,73	195613,12	8764
ЛФВЭ	187185,90	196224,81	3952
BES	110510,37	116310,71	35680
ЛНФ	71114,43	71436,82	352
ЛЯР	20127,82	414,77	25
PANDA	1660,02	14308,12	94688

Грид-среда ОИЯИ. В 2013 г. продолжалась активная работа в рамках крупномасштабных грид-проектов: «Всемирный вычислительный грид для LHC» (WLCG, <http://lcg.web.cern.ch/LCG/>), «Европейская грид-инфраструктура» (EGI-InSPIRE — Integrated Sustainable Pan-European Infrastructure for Researchers in Europe, <http://www.egi.eu/projects/egi-inspire/>). ЦИВК ОИЯИ как грид-сайт JINR-LCG2 глобальной грид-инфраструктуры поддерживает вычисления восьми виртуальных организаций (alice, atlas, biomed, cms, dteam, fusion, hone, lhcb), а также предоставляет возможность использования грид-ресурсов для экспериментов BES и PANDA.

Следует отметить, что грид-сайт ОИЯИ (T2_RU_JINR) является центром 2-го уровня в глобальной компьютерной инфраструктуре CMS и одним из восьми грид-сайтов этой структуры в рамках коллаборации RDMS CMS. По всем своим показателям и объему предоставляемых ресурсов и сервисов Tier-2 центр CMS в ОИЯИ соответствует требованиям, предъявляемым на настоящий момент для вычислительных Tier-2 центров CMS, что дает возможность как моделирования физических данных, так и полноценного физического анализа реальных данных на ресурсах вычислительных центров ОИЯИ в полном соответствии с процедурами, принятыми в глобальной грид-инфраструктуре эксперимента CMS [1].

На базе ЦИВК ОИЯИ в Лаборатории информационных технологий создан прототип центра уровня Tier-1 для эксперимента CMS. Центр Tier-1 будет использоваться как часть глобальной системы обработки экспериментальных данных и данных моделирования событий, поступающих из центра уровня Tier-0 (ЦЕРН), а также центров уровней Tier-1 и Tier-2, глобальной грид-системы LHC-WLCG для эксперимента CMS [2]. В настоящий момент прототип Tier-1 состоит из 1200 64-битных процессоров, системы хранения объемом 660 Тбайт и ленточной системы хранения на 72 Тбайта. В ближайшее время система хранения будет расширена на 2000 Тбайт.

Для обслуживания грид-сайта в ОИЯИ установлено 22 сервера с ПО промежуточного уровня EMI2/EMI3 проекта WLCG. Кроме функций поддержки работы самого сайта JINR-LCG2 часть серверов реализует важные сервисы и функции поддержки российского грид-сегмента проекта WLCG. В табл. 4 приведены данные по использованию в 2013 г. грид-инфраструктуры ЦИВК ОИЯИ виртуальными организациями, входящими в RDIG/WLCG/EGI.

Таблица 4

ВО	Процессорное время, HEPspec06·ч	Число заданий
atlas	46 784 736	2 727 612
cms	33 328 168	903 071
alice	24 070 600	665 274
lhcb	23 180 600	225 182
biomed	2 214 388	263 086
bes	420 768	42 727
hone	338 352	21 548
fusion	307 160	17 930
ops	1 148	113 897
Bcero	130 645 920	4 980 327

В 2013 г. продолжены работы по моделированию системы хранения и обработки данных ускорительного комплекса NICA. В качестве платформы для имитационной модели выбрана система GridSim. Созданная система моделирования позволяет проводить разнообразные эксперименты с исследуемым объектом, не прибегая к физической их реализации. В процессе моделирования можно подобрать минимально необходимое оборудование, обеспечивающее потребности передачи, обработки и хранения данных, оценить необходимый запас производительности оборудования, обеспечивающего возможное увеличение производственных потребностей, выбрать несколько вариантов оборудования с учетом текущих потребностей и перспективы развития в будущем, провести проверку работы системы, выявить ее «узкие» места и т. д. [3].

Предложен и реализован современный подход к созданию «облачных» автономных грид-инфраструктур, предназначенных для решения различных задач в области «облачных» и грид-технологий [4]. Проведение исследований, разработок, тестирования и обучения в области грид-технологий на производственных грид-инфраструктурах менее эффективно с точек зрения скорости достижения результата и использования аппаратных ресурсов, чем решение аналогичных задач на специализированных комплексах. Более того, часть перечисленных выше задач на производственных грид-инфраструктурах решить вообще невозможно. На основе разработанного подхода создан специализированный «облачный» программно-аппаратный комплекс в составе ЦИВК ОИЯИ.

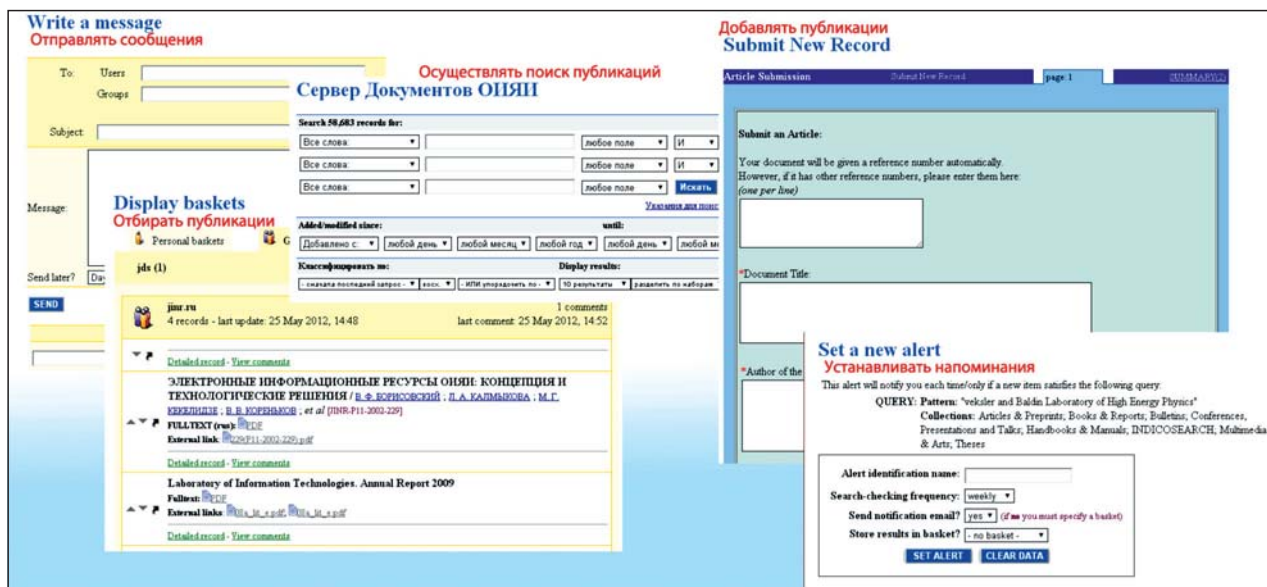


Рис. 1. Пользовательский интерфейс репозитория научных публикаций JDS. Он позволяет осуществлять поиск публикаций, отбирать публикации в «корзины», отправлять сообщения другим пользователям, устанавливать напоминания и т. д.

Информационная и программная поддержка.

В 2013 г. продолжены работы по модернизации, наполнению информацией и разработке средств визуализации для представления результатов поиска в репозитории научных публикаций и документов ОИЯИ JINR Document Server (JDS), <http://jds.jinr.ru>, созданного в рамках Open Access Initiative на базе программного обеспечения CDS Invenio (рис. 1). Одной из целей создания JDS является обеспечение механизма оценки эффективности научной деятельности сотрудников института. Для этого разрабатываются новые приложения для JDS с использованием методов визуализации информации и сбора статистических данных, позволяющие повысить эффективность использования JDS и проводить оценку научной деятельности [5].

Проведен пилотный проект по совместной эксплуатации информационной системы ADB2 (ОИЯИ) и ART EVM (ЦЕРН) для управления проектом NICA по методу освоенного объема (EVM). В системе ADB2 разработан и введен в эксплуатацию функционал для управления иерархической структурой работ (WBS) проекта NICA, организован учет расходов по проекту в соответствии с утвержденной WBS и подготовлены отчеты для проведения план-факт-анализа финансовых показателей проекта NICA.

В течение 2013 г. продолжены работы по актуализации программной среды, баз данных и содержимого информационных сайтов ЛИТ и ОИЯИ: <http://lit.jinr.ru>, <http://www.jinr.ru>, <http://wwwinfo.jinr.ru> и др. Осуществлялось сопровождение и модернизация баз данных административно-хозяйственного профиля (совместно с НТО АСУ ОИЯИ). Для Управления ОИЯИ разработана и подготовлена к тестированию

и запуску в опытную эксплуатацию «Система интерактивного формирования проблемно-тематического плана научной организации (на примере ОИЯИ)».

В 2013 г. активно велись работы по созданию и хранению электронных документов, связанных с научной и административной деятельностью ЛИТ и Института — по представлению Научно-организационного отдела ОИЯИ (информация о работе базовых установок, о сессиях Ученого совета ОИЯИ и многое другое), организация Интернет-доступа к ним. Традиционно велись разработки, создание и поддержка специализированных информационных веб-сайтов, сайтов различных конференций, совещаний, симпозиумов (ЛНФ им. И. М. Франка — RCM-3, ЛЯП им. В. П. Джеллепова — RCRC-2014, ЛЯР им. Г. Н. Флерова — EXON-2014, ЛИТ — RCDL-2014), а также выполнена организация хостинга веб-сайтов по заявкам организаторов (сайт издательского отдела ОИЯИ, еженедельника «Дубна» и др.) и заявкам Лабораторий ОИЯИ: ЛНФ им. И. М. Франка (ISINN), ЛЯР им. Г. Н. Флерова (IASEN-2013), ЛФВЭ им. В. И. Векслера и А. М. Балдина (по проекту E&T–RAW) и др.

Бурное развитие технологий программирования параллельных вычислений, в частности MPI, нашло свое отражение и в библиотеке программ JINRLIB. Была сформулирована следующая стратегия распараллеливания: библиотечная программа, подготовленная для работы в среде MPI, должна успешно работать при любом количестве NP параллельных процессов, вовлекаемых в решение прикладной задачи. Эта идея была успешно реализована при распараллеливании ряда программ библиотеки JINRLIB.

Кроме того, были проведены работы по реконструкции сайта библиотеки: изменен дизайн, добавлен новый раздел для программ с использованием техно-

логии MPI. Для улучшения качества статистики использования программ кроме счетчика посещений страницы добавлен счетчик количества скачиваний.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОВОДИМЫХ ОИЯИ

Одним из основных направлений деятельности ЛИТ является обеспечение математической алгоритмической и программной поддержки экспериментальных и теоретических исследований, проводимых в ОИЯИ. В 2013 г. по результатам исследований в рамках данного направления сотрудниками ЛИТ было опубликовано 2 монографии, свыше 170 статей, из них 77 — в реферируемых журналах. На международных и российских конференциях представлено 58 докладов. Ниже приведена краткая информация о некоторых из полученных результатов.

В рамках эксперимента ATLAS на базе WebIS реализован сервис WebEmon. Это сервис Web-доступа к Event Monitoring сервиса DAQ ATLAS, реализующий мониторинг сбора событий (raw data events). Предшествующая версия Event Dump могла работать только в среде TDAQ. WebEmon позволяет пользователю, используя HTTP-запросы, получать отдельные события в XML-формате. Для функционирования WebEmon реализован также конвертер событий из формата raw event format в XML. Новый сервис работает в TDAQ ATLAS. В рамках работ по удаленному мониторингу в эксперименте ATLAS разработана новая компонента WEBIS-EXT для обеспечения возможности получения обновлений информации от IS-сервера («subscribe» на информацию), находящегося внутри Point1, через WEB. С начала июля по сентябрь компонента находилась на тестовом WEB-сервере для Point1 в ATLAS. По результатам тестирования она была перенесена на обычный WEB-сервер для Point1 в ATLAS.

Для эксперимента CMS в рамках группы DPG (Detector Performance Group) по катодно-стриповым камерам CSC (сотрудник ЛИТ В.В.Пальчик является соруководителем этой группы) на данных протон-протонных столкновений проведена оценка эффективности локальной реконструкции и пространственного разрешения CSC. Разработан новый алгоритм реконструкции трек-сегментов в CSC. Результаты работ неоднократно докладывались на совещаниях CMS и международных конференциях.

Для эксперимента CBM (Дармштадт, Германия) разработана общая структура геометрической базы данных эксперимента. Реализована программа для

осуществления конвертации геометрии магнита в разработанную базу данных. Создан User Requirements Document для компонентной базы данных.

Исследована возможность регистрации распадов $J/\psi \rightarrow e^+e^-$, рождающихся в AuAu-соударениях при энергии пучка 25 ГэВ/нуклон на установке CBM. Для выделения сигнальных событий в условиях доминирующего фона разработаны специальные критерии отбора и подобрана оптимальная толщина мишени. Предложена эффективная методика определения критических границ для указанных критериев отбора. Показано, что используемые критерии позволяют надежно и с высокой скоростью осуществить набор приемлемой статистики распадов $J/\psi \rightarrow e^+e^-$ [6].

В приближении эффективной массы для электронных (или дырочных) состояний сфероидальных квантовых точек при наличии внешних полей построены схемы теории возмущений в рамках метода Канторовича и адиабатического метода. Собственные значения и собственные функции, полученные как в аналитическом, так и в численном виде, применяются для анализа спектральных и оптических характеристик сфероидальных квантовых точек в однородном электрическом поле [7].

Проведено исследование эволюции перепутанности спинов двух тяжелых составляющих связанного состояния, движущегося в сильном лазерном поле, в рамках квазиклассического приближения. Движение связанного состояния как целого рассматривалось классическим образом с использованием точного решения уравнений движения Ньютона, полученного вне рамок стандартного дипольного приближения, с полным учетом эффектов магнитного поля. В то же время эволюция спинов составляющих под действием лазерного поля описывалась квантово-механически. Спиновая матрица плотности определялась как решение уравнений фон Неймана с эффективным гамильтонианом, описывающим спин-лазерное взаимодействие вдоль классической траектории связанного состояния. На основании полученного решения была рассчитана эволюция конкуренции (concurrency) спинов, находящихся изначально в некоррелированном либо в максимально перепутанном состоянии Вернера [8].

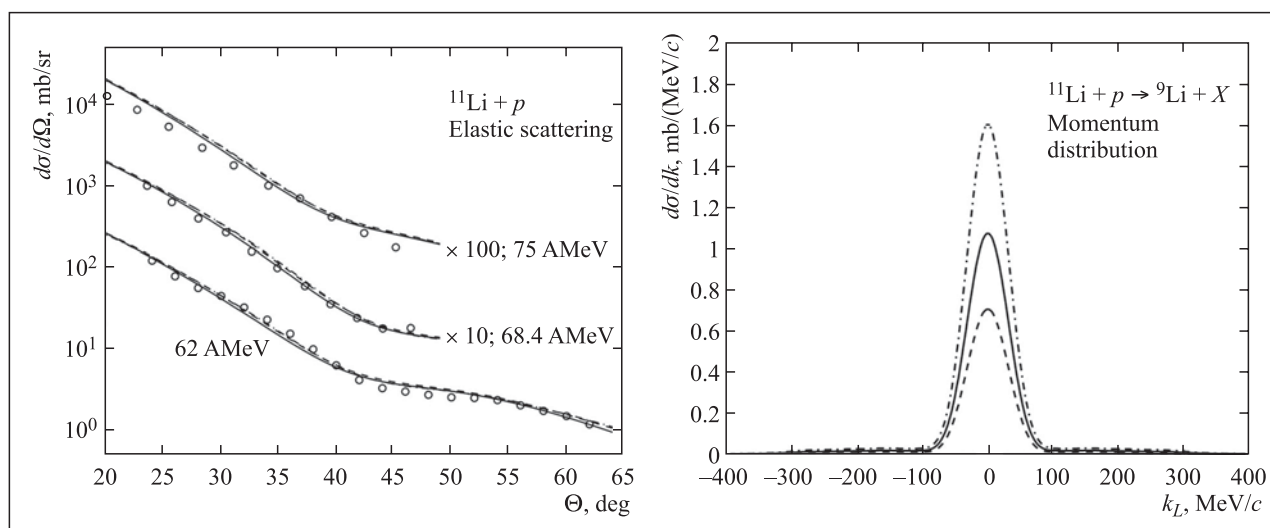


Рис. 2. Слева: дифференциальные сечения упругого рассеяния $^{11}\text{Li} + p$. Расчеты с использованием двух форм плотности ^{11}Li , полученных в рамках модели DCM (Dynamical Cluster Model) (сплошная линия) и в рамках модели LSSM (Large Scale Shell Model) (штриховая линия). Справа: предсказания распределений импульсов фрагментов ^9Li в реакции распада $^{11}\text{Li} + p \rightarrow ^9\text{Li} + X$ в кластерной модели DCM

Проведено исследование процессов рассеяния и распада ^{11}Li на протонах при энергиях 60–80 МэВ/нуклон на основе гибридной модели микроскопического оптического потенциала. Показано, что в рамках данного подхода удается воспроизвести экспериментальные данные по упругому рассеянию. Исследовано влияние спин-орбитального потенциала на согласие с экспериментальными данными. Сделаны предсказательные расчеты полных сечений реакции и импульсных распределений продуктов распада ^{11}Li . На основе динамической двух-кластерной модели ^{11}Li построена одночастичная плотность этого ядра [9]. Результаты расчетов представлены на рис. 2.

Разработана MPI-реализация метода 2D- и 3D-расчетов эволюции температурных полей и динамики фазовых переходов, возникающих в материалах при облучении тяжелыми ионами высоких энергий и импульсными ионными пучками. Для описания теплофизических процессов используется модифицированная модель термического пика, в основе которой лежит система двух связанных уравнений теплопроводности, описывающих тепловые процессы в электронной и ионной подсистемах облучаемой мишени. Численное решение этих уравнений осуществляется в цилиндрической системе координат как в аксиально-симметричном случае (2D), так и с учетом нарушения этой симметрии (3D). Моделирование динамики фазовых переходов реализовано на основе задачи Стефана в рамках энтальпийного подхода. Показано, что результаты численного моделирования согласуются с известными экспериментальными оценками размеров треков, образующихся в облучаемых тяжелыми ионами образцах [10].

Проведено моделирование процессов соударения нанокластеров с металлической твердой поверхностью методом молекулярной динамики, исследованы зависимости глубины проникновения атомов нанокластера в материал от энергии налетающих частиц в пучке, размера нанокластеров и частоты импульсного источника нанокластеров. Исследована зависимость толщины поверхностного слоя с новой структурой, который образуется в результате облучения материала наночастицами, от перечисленных выше параметров пучка налетающих нанокластеров. Обнаружена зависимость глубины проникновения атомов кластера в материал мишени и толщины осаждаемого слоя от количества атомов в налетающих кластерах, частоты импульсного источника в случае облучения пучками кластеров. Показано, что существует зависимость характеристик различных энергетических режимов (soft landing, droplet spreading и implantation) от числа атомов в налетающих кластерах. Исследованные проблемы могут представлять интерес для получения материала поверхностного слоя с новыми физическими и химическими свойствами, существенно отличающимися от свойств основного материала [11].

Представлены теоретически полные кинематические расчеты и эксперименты для реакции захвата $\text{H}^+ + \text{He}$ с ионизацией иона мишени при энергии протона 630 кэВ. Экспериментальные результаты дают максимально достижимое дифференциальное сечение, что позволяет наиболее детально протестировать теорию. Выполненные оценки позволяют идентифицировать вклад механизма встряски и механизма последовательного выбивания электронов в данной реакции. Также показано, что дифферен-

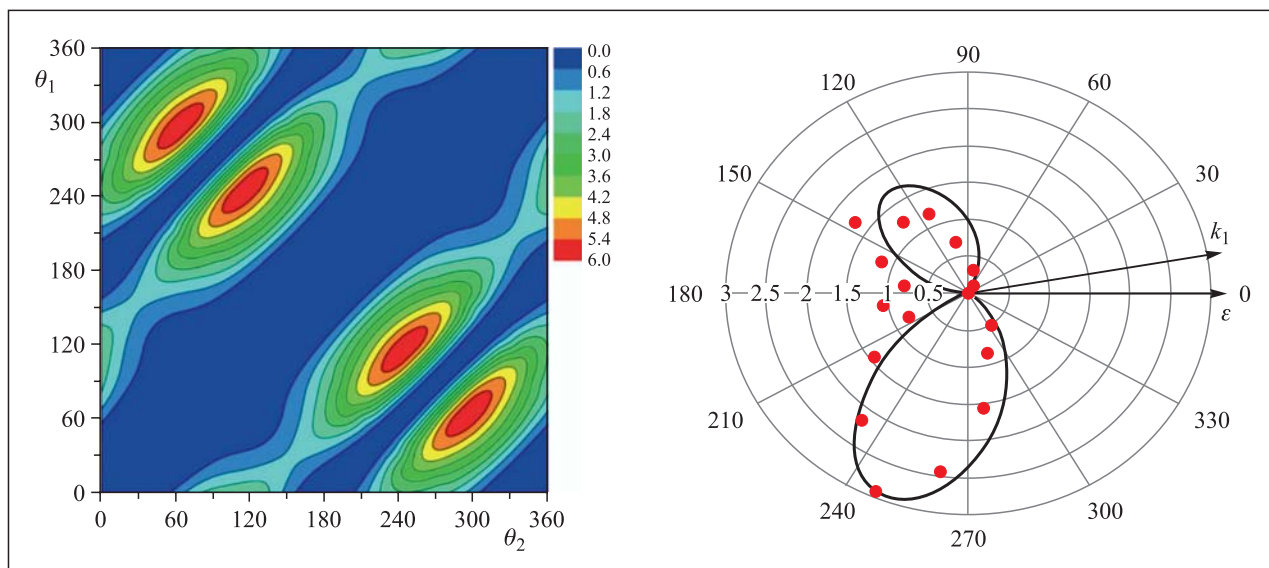


Рис. 3. Результаты численного моделирования полного дифференциального сечения двойной фотоионизации молекулы азота в плоскости углов рассеяния (слева) и сравнение теоретических предсказаний с экспериментальными данными (справа)

циальное сечение процесса захвата с одновременной ионизацией иона чрезвычайно чувствительно к качеству пробной волновой функции гелия [12].

Рассчитано дифференциальное сечение рассеяния двукратной фотоионизации молекулы азота с детектированием вылетающих электронов на совпадение. Рассмотрены случаи фиксированной и произвольной ориентации межъядерной оси. Состояние вылетающих электронов описывается коррелированным произведением двух двуцентровых кулоновских функций континуума, точно удовлетворяющих асимптотическим условиям. Для проверки выбранного подхода рассчитаны сечения двукратной фотоионизации молекулы водорода, для которой доступны обширные экспериментальные и теоретические данные. Результаты расчетов на водороде демонстрируют влияние электронных корреляций в мишени (рис. 3). В случае азота рассмотрена только ионизация $^3\sigma_g$ -орбитали, в результате которой ион N_2^{2+} оказывается в $^1\sigma_g$ -состоянии. Случай близлежащего $^3\pi_u$ -состояния с открытой конфигурацией планируется рассмотреть в последующих работах. Полученные результаты подтверждают свойства симметрии дифференциального сечения рассеяния и предсказывают оптимальные значения углов вылета электронов. Также проведено сравнение с результатами, полученными с помощью метода параметризации гауссовыми функциями [13].

Разработана математическая модель репарации ошибочно спаренных оснований ДНК в бактериальных клетках *Escherichia coli*. На основании современных экспериментальных данных количественно описаны ключевые пути реализации этого механизма. Детально прослежены пять основных путей удаления ошибок с участием разных ДНК-экзонуклеаз. Развитая модель найдет широ-

кое применение к проблеме изучения радиационно-индуцированного мутагенеза [14].

Для решения системы линейных алгебраических уравнений предложен непрерывный аналог метода Ньютона с внутренней итерацией. Реализация внутренних итераций производится двумя способами. Первый способ предполагает установить число внутренних итераций заранее, а второй связан с использованием неточного метода Ньютона для решения линейной системы уравнений, которая возникает на каждой стадии внешних итераций. Предложено несколько новых способов выбора итерационного параметра и усиливающего члена, которые гарантируют сходимость итераций. Метод с внутренней итерацией имеет квадратичную сходимость, и поэтому он может конкурировать с другими итерациями типа релаксации с оптимальным параметром релаксации для строго диагонально доминирующей системы. Более того, предложенный метод применим не только для системы со строго диагональной доминирующей матрицей, но и для системы, матрица которой не эрмитова и не положительно определена [15]

Разработаны две новые разностные схемы повышенной точности для численного решения начально-краевой задачи уравнения Бюргерса. Уравнение Бюргерса является одномерным аналогом уравнения Навье–Стокса, описывающего динамику жидкости, и обладает всеми его математическими свойствами. Кроме того, уравнение Бюргерса относится к числу немногих нелинейных уравнений в частных производных, для которых известно аналитическое решение, что позволяет использовать его в качестве тестовой модели для сравнения свойств различных численных методов. Первая схема, предназначенная для численного решения уравнения теплопроводности, имеет шестой порядок аппроксимации по простран-

ственной переменной и третий порядок по временной переменной. Вторая схема используется для нахождения численного решения уравнения Бюргерса на основе связи между уравнением теплопроводности и уравнением Бюргерса. Данная схема также имеет шестой порядок аппроксимации по пространственной переменной. Полученные на тестовых примерах численные результаты хорошо согласуются с аналитическими решениями уравнения Бюргерса и подтверждают порядок аппроксимации предложенных схем [16].

Разработан граничный метод взвешенных невязок с разрывными базисными функциями для реше-

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Исследования и работы ЛИТ ведутся в тесном сотрудничестве с учеными и специалистами стран-участниц ОИЯИ и многих научных центров других стран. Отметим некоторые примеры такого сотрудничества.

Совместно с коллегами из Германии разработана двумерная численная модель с учетом нелинейных свойств материалов для исследования распределений тока и магнитного поля, а также для вычисления потерь в сверхпроводниках на основе метода конечных элементов и программного пакета Comsol Multiphysics. Развита модель была успешно применена для проектирования и сборки сверхпроводящих кабелей сложной конфигурации [28].

В сотрудничестве с болгарскими коллегами проведено численное исследование комплексов локализованных структур в двух динамических системах, описываемых нелинейным уравнением Шредингера с внешней накачкой и диссипацией (NLS) и уравнением двойного синус-Гордона (2SG). Численный анализ основан на продолжении соответствующих стационарных решений по параметрам и численном решении линеаризованной задачи на собственные значения для анализа устойчивости и бифуркаций. Мультисолитонные комплексы NLS исследованы для случая слабой и нулевой диссипации. Свойства мультифлюксоновых решений 2SG проанализированы в зависимости от параметра второй гармоники [19].

Свойства мультифлюксоновых решений 2SG проанализированы в зависимости от параметра второй гармоники [19].

В сотрудничестве с румынскими коллегами проведено исследование анизотропной недиагональной модели пространства–времени Бианки типа II, VIII, IX, и показано, что недиагональные компоненты соответствующей метрики вводят жесткие ограничения на компоненты тензора энергии импульса в целом. Петлевая квантовая космология струнной космологической модели типа Бианки II в присутствии однородного магнитного поля рассмотрена в [20].

Совместно с французскими коллегами проведено исследование связанной динамики низколежащих мод и ядерных гигантских резонансов с помощью метода моментов функции Вигнера на основе зависящего от времени уравнения Хартри–Фока в модели гармонического осциллятора со спин-орбитальным потенциалом плюс квадруполь-квадрупольное и спин-спиновое остаточное взаимодействие. Проанализированы новые низколежащие зависящие от спина моды. Особое внимание уделено спиновой ножничной моде [21].

СОВЕЩАНИЯ, КОНФЕРЕНЦИИ

При поддержке Объединенного института ядерных исследований и Европейской организации ядерных исследований с 22 по 26 апреля 2013 г. в ОИЯИ прошла четвертая школа по информационным технологиям «Грид и административно-управленческие системы ЦЕРН». Организаторами являлись Лаборатория информационных технологий и группа разработки современных информационных систем департамента основной инфраструктуры ЦЕРН. Цель школы — передача знаний, накопленных и развиваемых в ОИЯИ и ЦЕРН в области современных информационных технологий для подготовки кадров.

Четвертая школа была посвящена вопросам управления сложными научными комплексами и информационными системами на примере разрабатываемых технологий в ОИЯИ и ЦЕРН. В школе приняли участие более 50 студентов ведущих высших учебных заведений Москвы и Московской области: МИФИ, МФТИ, МЭИ, МГТУ им. Н. Э. Баумана, МУПОиЧ «Дубна», а также студенты из Польши — Университет науки и технологии, Краков.

Традиционное двухдневное рабочее совещание по компьютерной алгебре проходило в ЛИТ ОИЯИ 21–22 мая. В нем приняли участие более 30 уче-

ных из университетов и научных центров Бухареста (Румыния), Москвы, Санкт-Петербурга, Иванова и Дубны. Было представлено 28 докладов.

С 8 по 12 июля в Лаборатории информационных технологий проходила очередная, седьмая по счету, международная конференция «Математическое моделирование и вычислительная физика» (ММСР'2013). Соорганизаторами этой конференции выступили ЛИТ ОИЯИ, Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, Институт экспериментальной физики Словацкой академии наук, Технический университет и Университет им. П. Й. Шафарика (Кошице, Словакия). Научная программа конференции была посвящена применению распределенных и параллельных вычислений в науке и технике, математическим методам и средствам моделирования сложных систем, вычислительной биофизике, химии и биоинформатике, математическим методам и программам обработки экспериментальных данных, методам и программам компьютерной алгебры, квантовым вычислениям и их приложениям. В работе конференции приняли участие более 200 ученых и специалистов из 13 стран и большого числа российских научных центров и университетов. Всего же на конференции было заслушано 34 пленарных, свыше 120 секционных и 25 стендовых докладов. Следует особо подчеркнуть,

что большое количество совместных работ, выполненных сотрудниками ЛИТ с учеными из различных научных центров стран-участниц ОИЯИ, свидетельствует о значимости проводимых в ЛИТ исследований и интересе к ним, проявляемом исследователями в странах-участницах.

С 9 по 16 сентября в Варне проходил традиционный, 24-й, симпозиум по ядерной электронике и компьютерингу — NEC'2013, организованный совместно ОИЯИ, ЦЕРН и ИЯИЭЭ БАН (София). Данный симпозиум был юбилейным, так как в 2013 г. исполнилось 50 лет с момента проведения первого симпозиума, который состоялся в 1963 г. в Будапеште. В работе симпозиума приняло участие около 100 ученых из 13 стран. Участие молодых ученых было поддержано финансово за счет специальных грантов, выделенных дирекциями ЦЕРН и ОИЯИ. Спонсорскую поддержку проведения симпозиума оказали также компании IBM и Quantum. Отдельная секция в день открытия конференции была посвящена создаваемым новым экспериментальным установкам: проекты ELI-NP, NICA и DRIBs-III. Всего было представлено 54 устных доклада и 33 постерных презентации, из них 19 устных докладов и 17 постеров — сотрудниками ОИЯИ. Молодыми участниками симпозиума были сделаны 13 устных докладов и представлено 11 постеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Gavrilov V. et al. // Proc. of XXIV Intern. Symp. on Nuclear Electronics & Computing (NEC'2013). Dubna, 2013. P. 95–100.
- Астахов Н. С. и др. // Информационные технологии и вычислительные системы. 2013. № 4. С. 27–36.
- Кореньков В. В., Нечаевский А. В., Трофимов В. В. // Там же. С. 37–44.
- Кутковский Н. А. // Информатизация образования и науки. 2013. № 4(20). С. 15–29.
- Заикина Т. Н., Филозова И. А. // Труды RCDL 2013. Ярославль: ЯГУ, 2013. С. 128–132; http://rcdl.ru/doc/2013/paper/s9_2.pdf.
- Дереновская О. Ю., Васильев Ю. О. // Письма в ЭЧАЯ. 2013. Т. 10, № 5(182). С. 694–705.
- Гусев А. А. и др. // ЯФ. 2013. Т. 76, № 8. С. 1090–1112.
- Gerdt V. P. et al. // Topical Issue of Physica Scripta. 2013. V. 153. P. 014026-5.
- Lukyanov V. K. et al. // Phys. Rev. C: Nucl. Phys. 2013. V. 88. P. 034612.
- Амирханов И. В. и др. // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2013. № 5. С. 73–78.
- Батгэрэл Б., Никонов Э. Г., Пузынин И. В. // Вестн. РУДН. Сер. Математика. Информатика. Физика. 2013. № 4. С. 42–56.
- Schöffler M. S. et al. // Phys. Rev. A. 2013. V. 87. P. 032715–1–6;
- Schöffler M. S. et al. // Ibid. V. 88. P. 042710–1–7.
- Bulychev A. A. et al. // J. Phys. B. 2013. V. 46. P. 185203–1–9.
- Belov O. V. et al. // J. Theor. Biol. 2013. V. 332. P. 30–41;
- Belov O. V. et al. // Phys. Part. Nucl., Lett. 2013. V. 10. P. 587–596.
- Zhanlav T., Chuluunbaatar O., Ankhbayar G. // Appl. Math. 2013. V. 4. P. 210–216.
- Ulziibayar V., Zhanlav T., Chuluunbaatar O. // Intern. J. Math. Sci. 2013. V. 33. P. 1374–1378.
- Yuldashev O. I., Yuldasheva M. B. // Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia. Ser. «Mathematics. Information Sciences. Physics». 2013. No. 1. P. 90–98.
- Grilli F. et al. // Phys. C: Superconductivity. 2013. V. 495. P. 43–49.
- Zemlyanaya E., Alexeeva N. // Lect. Not. Comp. Sci. 2013. V. 8236. P. 547–554;
- Atanasova P., Zemlyanaya E. // Ibid. P. 189–196.
- Saha B. // Gravitation & Cosmology. 2013. V. 19. P. 65–69; ArXiv:1107.4469v1 [gr-qc];
- Rikhvitsky V., Saha B., Visinescu M. ArXiv: 1312.2385v1.
- Balbutsev E. B., Molodtsova I. V., Schuck P. // Phys. Rev. C. 2013. V. 88. P. 014306(1-18).



ЛАБОРАТОРИЯ РАДИАЦИОННОЙ БИОЛОГИИ

В 2013 г. в Лаборатории радиационной биологии продолжены работы по теме 04-9-1077-2009/2014 «Исследования биологического действия тяжелых заряженных частиц различных энергий» по следующим направлениям: фундаментальные радиобиологические и радиационно-генетические исследования с тяжелыми заряженными частицами, исследования влияния ускоренных заряженных частиц на центральную нервную систему и струк-

туры глаза; молекулярно-динамические исследования; математическое моделирование радиационно-индуцированных эффектов; радиационные исследования и радиационная защита от излучений базовых установок ОИЯИ и окружающей среды. Начаты работы по теме 04-9-1112-2013/2015 «Исследование космического вещества на Земле и в ближайшем космосе; исследование биологических и геохимических особенностей ранней Земли».

РАДИАЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА И РАДИОБИОЛОГИЯ

Продолжены исследования закономерностей и механизмов индукции и репарации двуниевых разрывов (ДР) ДНК в клетках человека при действии ионизирующих излучений разного качества. Методом флуоресцентной микроскопии с использо-

ванием иммуноцитохимического окрашивания белков γ -H2AX и 53BP1 в ядрах фибробластов человека проведен сравнительный анализ особенностей формирования ДР ДНК и изучена кинетика репарации повреждений данного типа при дей-

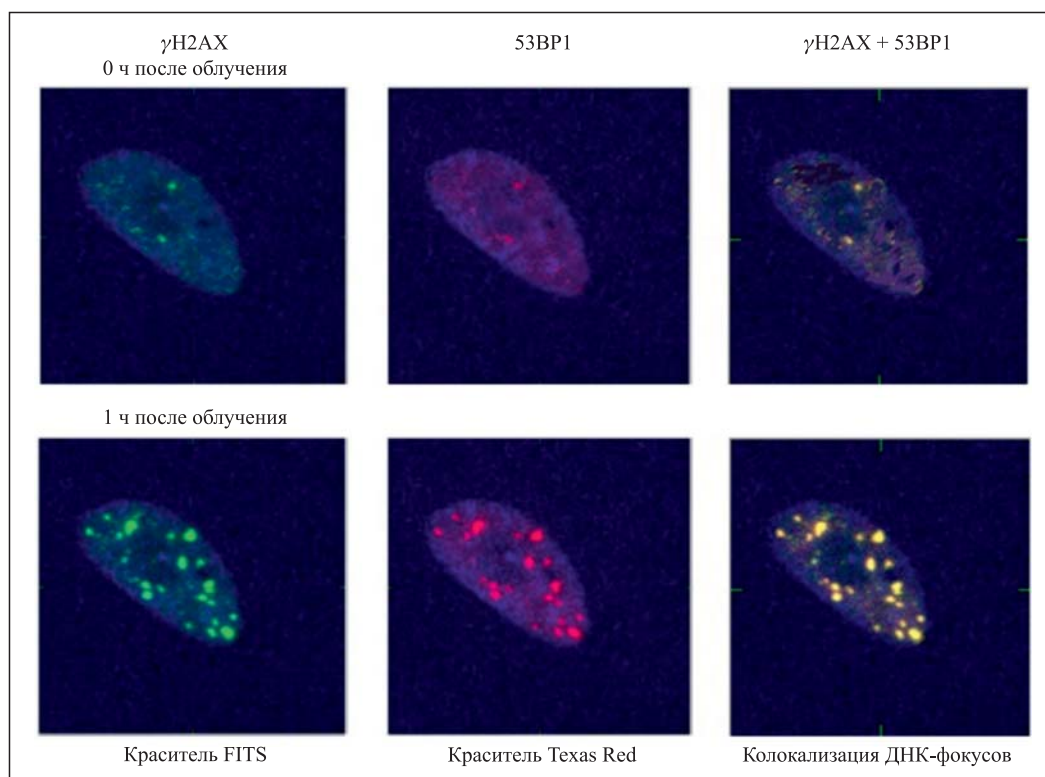


Рис. 1. Колокализация ДНК-фокусов γ H2AX и 53BP1 в ядрах фибробластов кожи человека через 1 ч после облучения γ -квантами ^{60}Co в дозе 1 Гр

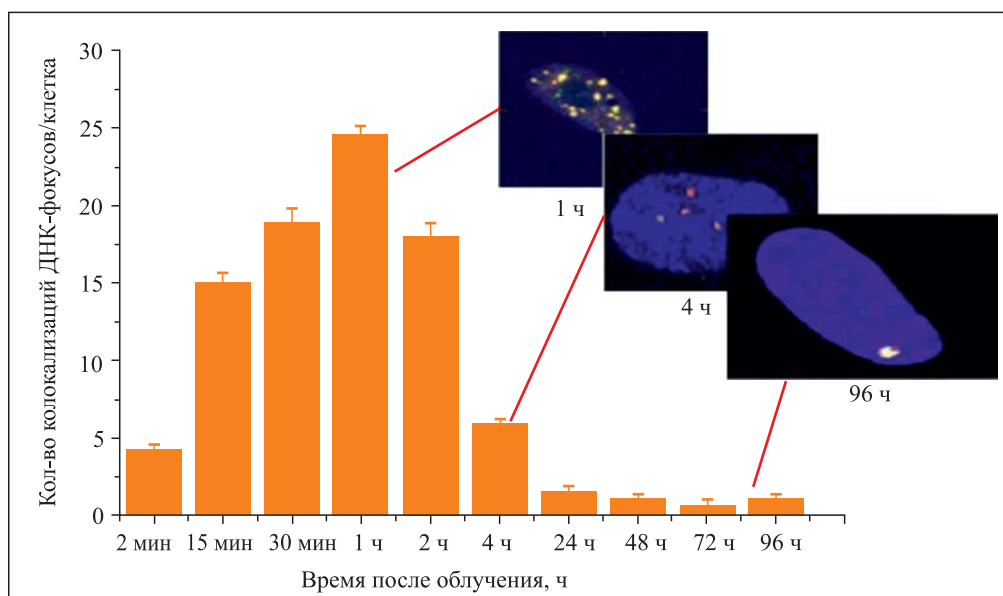


Рис. 2. Кинетика репарации двуниевых разрывов ДНК в фибробластах человека при облучении γ -квантами ^{60}C в дозе 1 Гр

ствии γ -квантов ^{60}C и ускоренных ионов ^{20}Ne ($E = 50$ МэВ/нуклон, ЛПЭ = 130 кэВ/мкм) [1–4]. Изучена кинетика формирования радиационно-индуцированных ДНК-фокусов при облучении γ -квантами в дозе 1 Гр. Показано, что формирование радиационно-индуцированных ДНК-фокусов начинается с первых минут и увеличивается, достигая максимума через 1 ч после облучения (рис. 1). Через 4 ч после облучения происходит резкое снижение количества ДНК-фокусов, что свидетельствует об эффективной репарации ДР ДНК. Вместе с тем часть ДНК-фокусов сохраняется в клетках вплоть до 96 ч пострадиационной инкубации (рис. 2). Ве-

роятнее всего, это наиболее тяжелые повреждения ДНК, входящие в состав кластеров ДНК-фокусов.

Применение различных ингибиторов репарации (вортманина, бензамида и NU 7026) позволило выявить вклад негомологичного воссоединения в суммарную репарацию ДР ДНК в лимфоцитах человека при действии γ -квантов ^{60}C . Установлено, что выход ДР ДНК при облучении γ -квантами в контроле и в условиях влияния ингибитора репарации вортманина практически совпадает (рис. 3, а). Выявлено, что в условиях влияния вортманина, в отличие от контроля, с течением времени выход ДР ДНК увеличивается вплоть до 6 ч пострадиационной инкубации

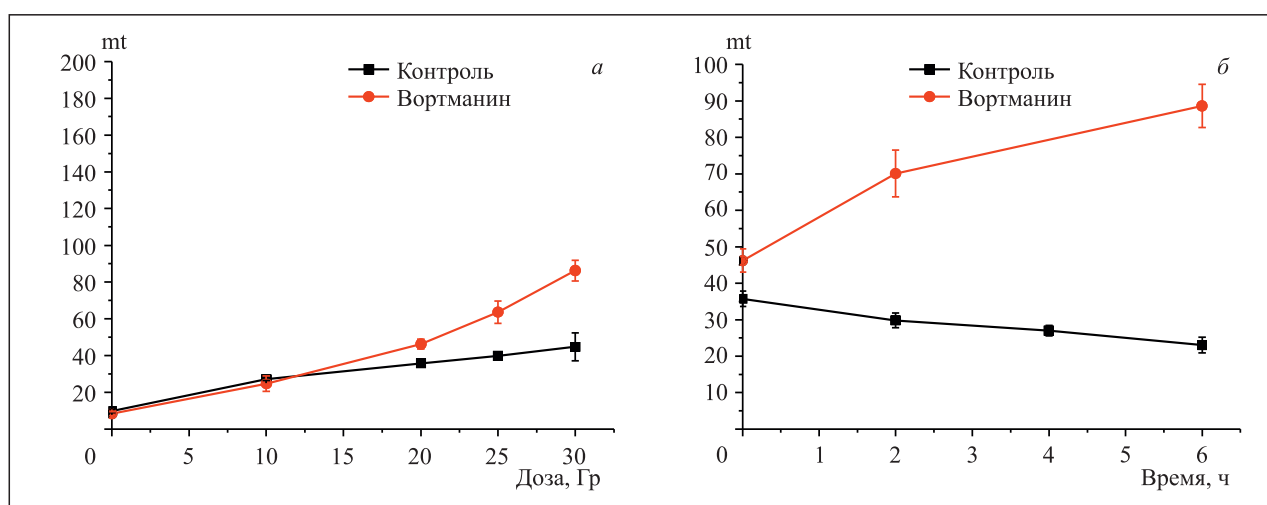


Рис. 3. Дозовая зависимость формирования (а) и кинетика репарации двуниевых разрывов ДНК (б) в лимфоцитах человека в условиях влияния ингибитора негомологичного воссоединения концов (вортманина, 10 мкмоль) при действии γ -квантов ^{60}C (20 Гр)

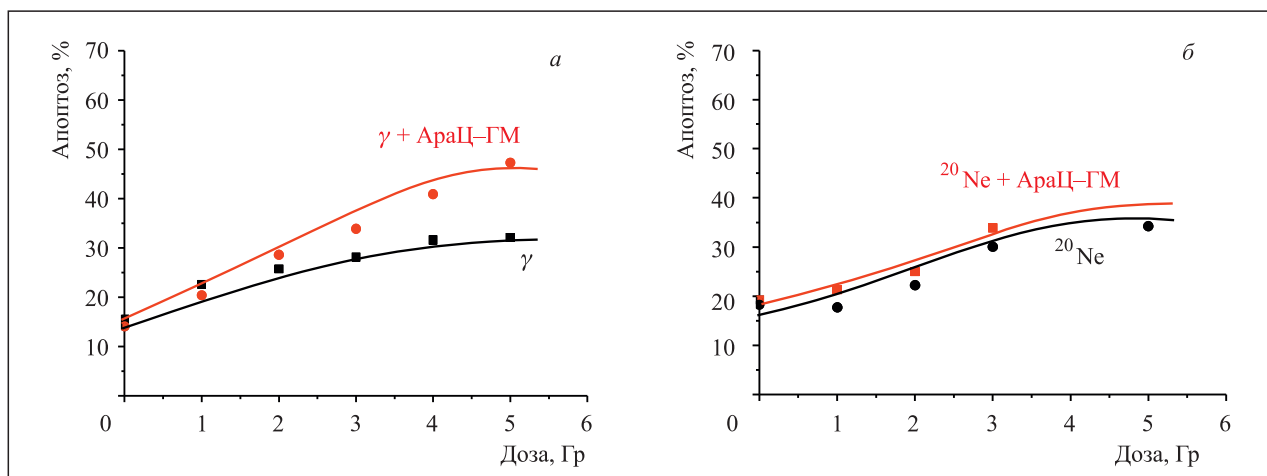


Рис. 4. Дозовая зависимость индукции апоптоза в лимфоцитах человека через 24 ч после воздействия γ -квантов ^{60}Co и ускоренных ионов ^{20}Ne

клеток, что свидетельствует о преимущественном вкладе негомологичной репарации в суммарный процесс репарации ДНК в лимфоцитах человека (рис. 3, б).

Продолжены исследования закономерностей и механизмов радиационно-индуцированного апоптоза в лимфоцитах человека. Существует целый ряд факторов, инициирующих различные пути апоптоза (рецепторопосредованный, митохондриальный, каспазозависимый и др.), в том числе ДР ДНК, ответственные за инициацию радиационно-индуцированного апоптоза. Вместе с тем отсутствуют детальные представления о взаимосвязи отдельных этапов программированной клеточной гибели, составляющих ее основные независимые фазы: инициацию, эффекторную фазу и деградацию. Также практически отсутствуют данные о влиянии плотниоизирующих излучений на индукцию апоптотической гибели, поэтому представляет большой интерес исследование радиационно-индуцированного апоптоза при действии излучений с различными ЛПЭ в присутствии различных ингибиторов белков репарации и апоптоза. Установлено, что с увеличением ЛПЭ излучений наблюдается значительное снижение радиосенсибилизирующего эффекта используемых ингибиторов, что, очевидно, связано с изменением спектра формирующихся повреждений ДНК с ростом ЛПЭ излучений и уменьшением выхода повреждений, из которых в присутствии ингибиторов могут формироваться энзиматические ДР ДНК, инициирующие радиационно-индуцированный апоптоз (рис. 4).

Для изучения роли белка P53 в процессе апоптотической гибели лимфоцитов человека был использован ингибитор PFT- α . Исследованы дозовые зависимости индукции апоптотических клеток при действии γ -квантов ^{60}Co и ускоренных ионов ^{20}Ne (рис. 5). Выявлено, что в присутствии ингибитора

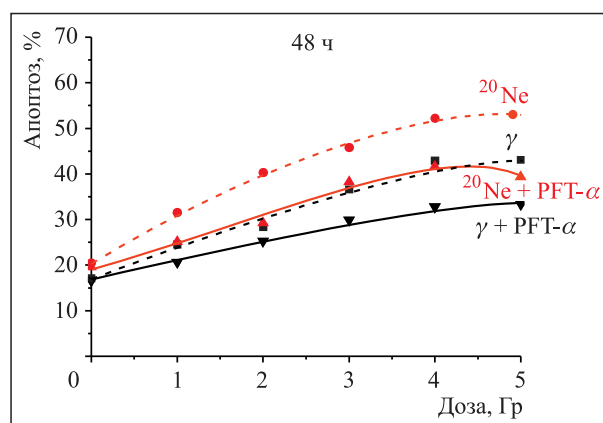


Рис. 5. Индукция апоптоза в лимфоцитах человека через 48 ч после воздействия γ -квантов ^{60}Co и ускоренных ионов ^{20}Ne в присутствии ингибитора PFT- α белка P53

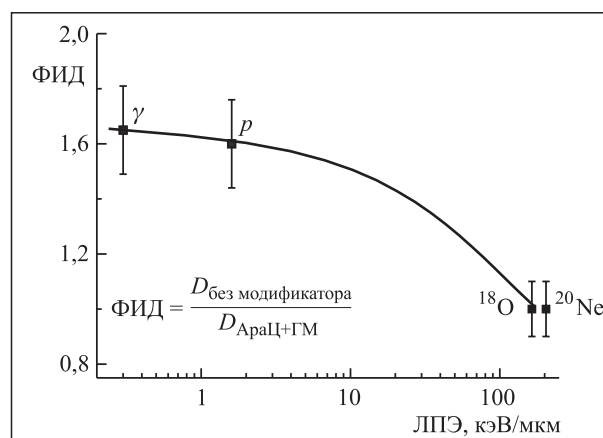


Рис. 6. Модифицирующее влияние AraC и GM на индукцию апоптоза в лимфоцитах человека при действии излучений с разной ЛПЭ

PFT- α наблюдается эффективное снижение индукции апоптотических клеток в сравнении с контролем при действии как γ -квантов, так и ускоренных тяжелых ионов [5].

Для оценки влияния ингибиторов арабинозидцитозина (АраЦ) и гидроксимочевины (ГМ) на индукцию апоптоза в лимфоцитах человека была построена зависимость фактора изменения дозы (ФИД) от ЛПЭ для исследованных видов излучений (рис. 6)

Определен выход активных форм кислорода (АФК) в клетках карциномы молочной железы человека Cal 51 после облучения γ -квантами ^{60}Co в дозах 0,5, 1 и 3 Гр. В качестве индикатора АФК использован флуоресцентный краситель CM-H₂DCFDA. Выживаемость (S) определяли как отношение интенсивности флуоресценции данного красителя (RFU) в облученных образцах к RFU в необлученных. Измерение интенсивности флуоресценции проводили на микропланшетном ридере «Synergy H1m» в течение 24 ч после облучения. Обнаружено, что облучение индуцирует долгоживущие АФК, выход которых увеличивается с ростом дозы (рис. 7). Наибольшее возрастание уровня АФК наблюдалось через 15–24 ч инкубирования. Полученные данные свидетельствуют о том, что малые дозы способны приводить к возникновению в клетке окислительного стресса, который рассматривается как основной фактор, ответственный за отдаленные последствия облучения.

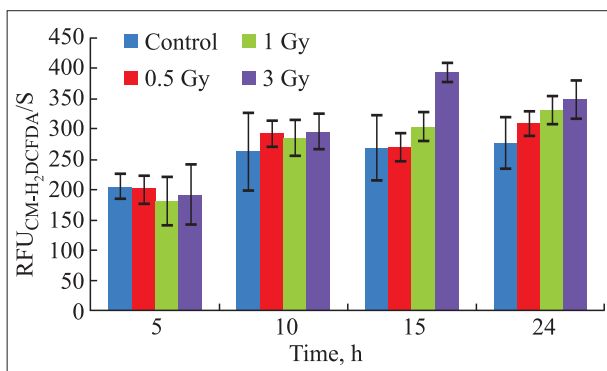


Рис. 7. Выход радиационно-индуцированных активных форм кислорода в клетках Cal 51 при действии γ -квантов ^{60}Co . По оси абсцисс — время пострадиационного культивирования; по оси ординат — интенсивность флуоресценции CM-H₂DCFDA при длинах волн 485 и 528 нм, нормированная на выживаемость S

В экспериментах на клетках млекопитающих продолжены исследования радиационно-индуцированного мутагенеза при действии плотноионизирующих излучений. При действии ускоренных ионов ^{20}Ne в дозах 0,5, 1 и 2 Гр выявлено, что его проявление зависело от сроков высевки облученных клеток («время экспрессии» мутаций) в селективную

питательную среду с 6-тиогуанином. На рис. 8 показаны частоты радиационно-индуцированных мутантов, выявляемых при разных сроках посева. Здесь же приведена частота спонтанных мутантов, выращенных аналогичным способом. Частота спонтанного и радиационно-индуцированного мутагенеза после экспрессии в течение 4 сут составила около $1,2 \cdot 10^{-5}$.

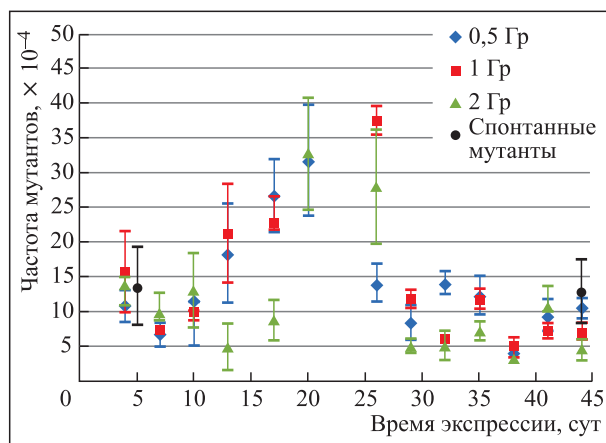


Рис. 8. Уровень спонтанного и радиационно-индуцированного мутагенеза после воздействия ускоренных ионов ^{20}Ne в дозах 0,5, 1 и 2 Гр в зависимости от «времени экспрессии» мутантов

При увеличении периода экспрессии до 10–12 сут отмечалось снижение уровня мутагенеза. В последующие сроки отмечено повышение частоты мутантных колоний из клеток, облученных в диапазоне исследованных доз. Максимальный уровень мутагенеза $(3,2–3,6) \cdot 10^{-5}$ наблюдался при продолжительности времени экспрессии 20–26 сут. Эти сроки соответствуют примерно 40–50 генерациям клеток (один цикл деления клеток китайского хомячка составляет 11–12 ч). В дальнейшем частота радиационно-индуцированных мутантов снижалась. При посеве через 30–45 сут она находилась на уровне спонтанного мутагенеза. На основании ранее проведенных исследований можно предположить, что повышенный уровень радиационно-индуцированного мутагенеза определяется возросшей хромосомной и геномной нестабильностью популяции облученных клеток.

Совместно со специалистами из Национального института рака в Неаполе и Университета Удине начаты исследования радиопротекторных свойств рекомбинантной формы марганецсодержащей супероксиддисмутазы (rMnSOD). Предварительные результаты, полученные при облучении мышей протонами с энергией 170 МэВ в дозе 4 Гр, свидетельствуют о достоверном терапевтическом эффекте rMnSOD, оцененном по показателям клеточности костного мозга, числу лейкоцитов периферической крови, массе селезенки и тимуса, измерявшимся при

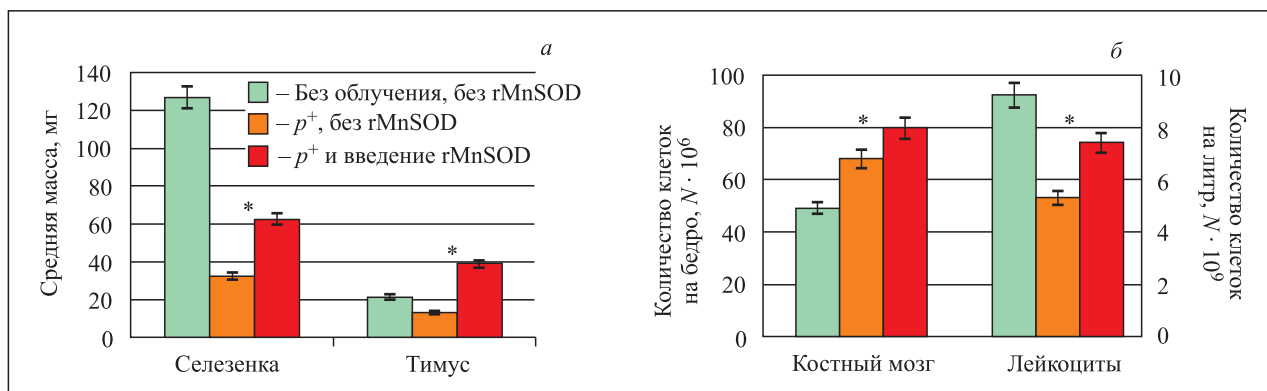


Рис. 9. Влияние гMnSOD на показатели массы селезенки, тимуса (а), клеточности костного мозга и числа лейкоцитов (б) у мышей через 7 сут после облучения протонами с энергией 170 МэВ в дозе 4 Гр (* — $p \leq 0,01$)

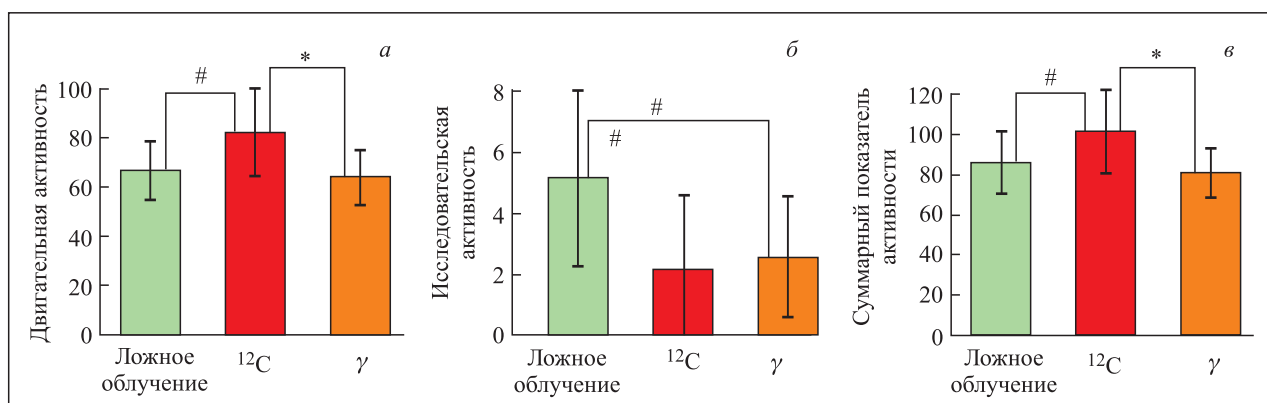


Рис. 10. Оценка показателей теста «Открытое поле», выполненного через 30 сут после облучения животных ускоренными ионами ^{12}C с энергией 500 МэВ/нуклон и γ -квантами в дозе 1 Гр ($\pm\text{SD}$; # — $p \leq 0,05$; * — $p \leq 0,01$ по U-критерию Манна–Уитни). а) Двигательная активность, измеренная по количеству переходов между секторами; б) исследовательская активность, оцененная по числу проявлений норкового рефлексa; в) суммарный показатель активности животных

регулярном введении препарата в течение 7 сут после облучения (рис. 9).

В сотрудничестве со специалистами из Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН и ГНЦ РФ Института медико-биологических проблем РАН выполнен эксперимент по оценке поведенческих реакций крыс в отдаленные сроки после облучения ускоренными ионами ^{12}C ($E = 500$ МэВ/нуклон, ЛПЭ ~ 10 кэВ/мкм) в дозе 1 Гр.

Результаты измерений, выполненных с использованием теста «Открытое поле», сопоставлены с данными по действию γ -квантов. Проведенные измерения свидетельствуют о различиях в эффектах, наблюдаемых через 30 сут после облучения тяжелыми

ядрами и γ -квантами в одинаковой дозе. Действие ускоренных ионов углерода способствовало повышению двигательной и угнетению исследовательской активности животных, в то время как облучение γ -квантами вызвало значимый эффект только по второму из указанных показателей (рис. 10, а, б). Оценка суммарного показателя активности крыс выявила возрастание этой величины на 18% после облучения ионами ^{12}C , однако γ -излучение не вызвало достоверных отличий от контрольных значений.

При этом наблюдались значимые различия между результатами, относящимися к действию редко- и плотноионизирующего излучений (рис. 10, в).

ФОТОРАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследовано действие генотоксических факторов (метилнитрозомочевины (МНМ) и ионизирующей радиации) на сетчатку мышей. Выявлена способность сетчатки к спонтанному восстановлению функ-

циональной активности и адаптивному ответу фоторецепторов сетчатки *in vivo* после генотоксических воздействий. Предварительное воздействие на сетчатку МНМ в нетоксической дозе делает сет-

чатку толерантной к последующему действию цитотоксической дозы агента. Показано, что адаптивный ответ сетчатки на МНМ ассоциирован с подавлением эффекторной апоптотической каспазы-3 и снижением уровня гибели фоторецепторов в сетчатке. Облучение зрелой сетчатки протонами в дозе 1 Гр также приводит к адаптирующему эф-

фекту — сетчатка приобретает устойчивость к последующему цитотоксическому действию МНМ. Эффект радиационного гормезиса сетчатки выражается в снижении частоты апоптоза в ядерном слое фоторецепторов и сочетается с возрастанием эффективности репарации ДР ДНК в клетках сетчатки [6, 7].

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫХ ЭФФЕКТОВ

Продолжены работы по математическому моделированию репарации ДР ДНК в клетках млекопитающих и человека. Сформулированы модели трех основных механизмов восстановления повреждений путем негомологичного воссоединения концов (NHEJ), гомологичной рекомбинации (HR) и одностороннего отжига по прямым повторам (SSA). Предложенный модельный подход применен к описанию кинетики репарации ДР ДНК, индуцированной действием рентгеновского излучения, γ -квантов, ускоренных ионов кислорода, кремния и железа в широком диапазоне значений линейной передачи

энергии — от 0,2 до 440 кэВ/мкм. Разработанные модели позволили обобщить значительное количество экспериментальных данных о временных характеристиках отдельных этапов NHEJ, HR и SSA. В частности, количественно описана кинетика связывания комплекса Ku70/80 с двунитевыми разрывами ДНК, изменение уровня фосфорилированной ДНК-зависимой протеинкиназы (ДНК-РКcs), фокусов RPA, Rad51 и γ -H2AX в клетках различных организмов (рис. 11). С использованием предложенного подхода представляется возможным предсказывать эффективность репарации двунитевых разрывов

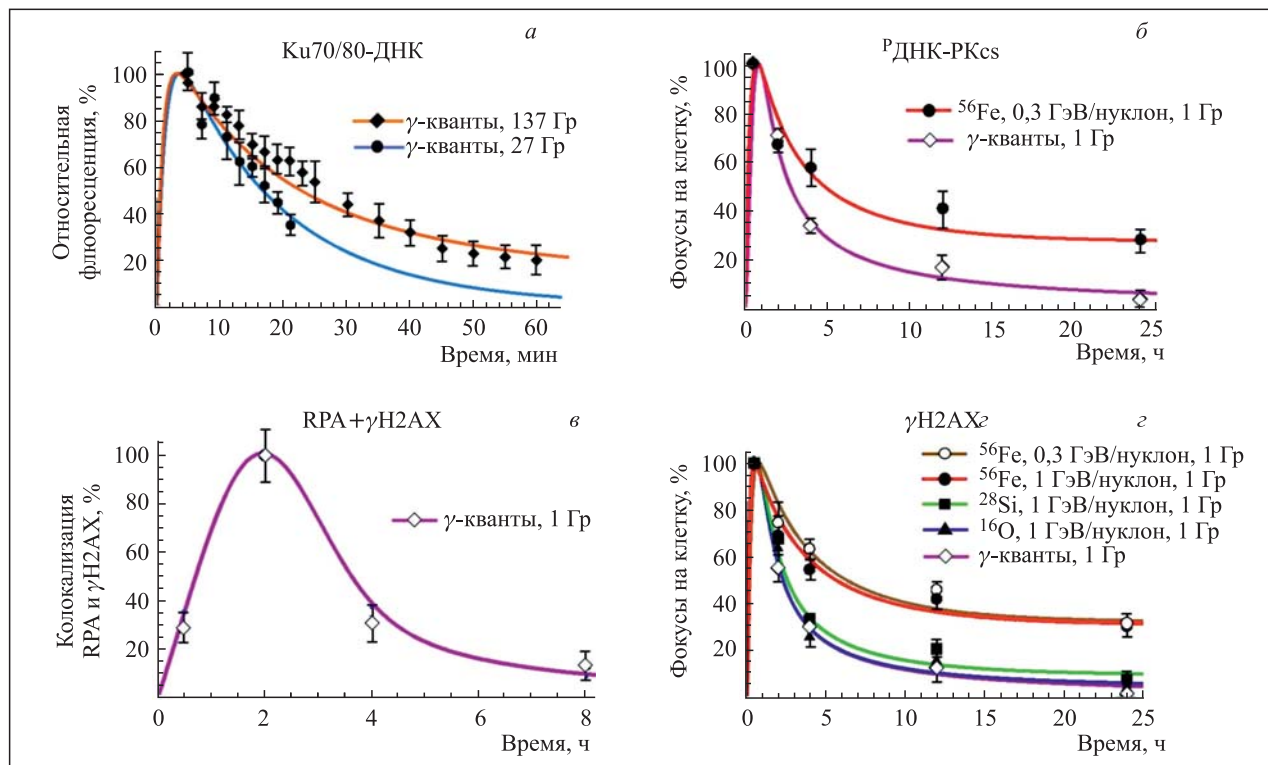


Рис. 11. Оценка кинетики отдельных этапов репарации двунитевых разрывов ДНК при действии ионизирующих излучений с различными физическими характеристиками. а) Кинетика связывания комплекса Ku70/80 с двунитевыми разрывами ДНК в культуре фибробластов китайского хомячка XR-V15B (точки — экспериментальные данные (Reynolds et al., 2012)); б) изменение уровня ДНК-РКcs в культуре фибробластов кожи человека HSF42 (точки — экспериментальные данные (Asaithamby et al., 2008)); в) колокализация фокусов RPA и γ -H2AX в культуре эмбриональных фибробластов легких человека GM637H (точки — экспериментальные данные (Balajee and Geard, 2004)); г) изменение уровня фокусов γ -H2AX в культуре фибробластов кожи человека HSF42 (точки — экспериментальные данные (Asaithamby et al., 2008))

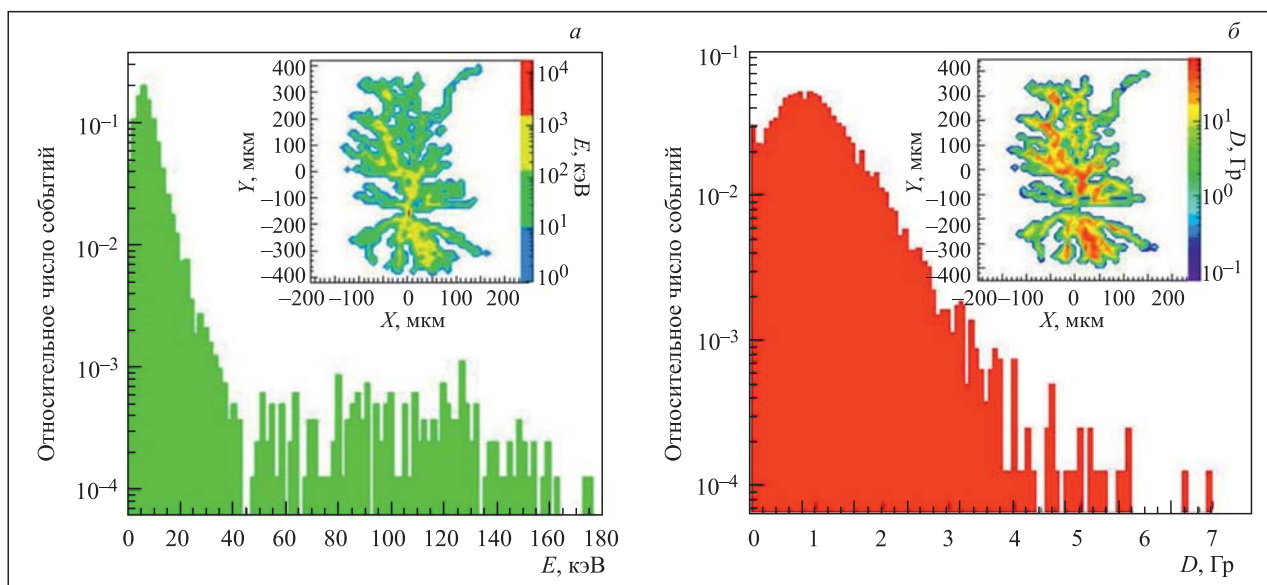


Рис. 12. Расчет распределения энергии E (а) и дозы D (б) в объемной модели пирамидного нейрона области СА1 гиппокампа крысы при облучении ускоренными ионами ^{12}C с энергией 500 МэВ/нуклон. На вставках показано распределение энергии и дозы в теле нейрона в проекции XY . Направление налетающих частиц соответствует оси Z

ДНК при действии ионизирующих излучений с разными физическими характеристиками.

Опубликованы результаты исследований, выполненных совместно со специалистами Каирского университета и ЛИТ ОИЯИ, относящиеся к математическому моделированию репарации ошибочно спаренных оснований ДНК (MMR) и исследованию ее роли в реализации индуцированного мутационного процесса в бактериальных клетках [8, 9]. Предложенная авторами математическая модель позволила установить взаимосвязь между молекулярными механизмами, отвечающими за удаление нуклеотидов, ошибочно вставленных ДНК-полимеразой V в ходе SOS-ответа, и определить место MMR в иерархии репарационных систем, связанных с индуцированным мутационным процессом.

С использованием предложенных ранее алгоритмов кластерного анализа проведены расчеты по

оценке энерговыделения в отдельных нейронах головного мозга крыс, облученных ускоренными ионами ^{12}C в дозе 1 Гр. Оценено распределение энергии и дозы в объемных моделях пирамидных нейронов области СА1 гиппокампа (рис. 12). Для выполнения микродозиметрических расчетов разработаны объемные модели нейронов разных типов, основанные на экспериментальных данных по изучению морфологии клеток головного мозга [10–12].

Получены результаты по математическому моделированию электрофизиологических характеристик нейронов головного мозга при изменении различных параметров синаптической передачи. С использованием модели посттетанической эффективности дендритного шипика нейронов области СА3 гиппокампа (Мурзина Г.Б., Силькис И.Г., 1997) выполнена оценка синаптического потенциала мембраны при различных значениях градиента ионов Ca^{2+} ,

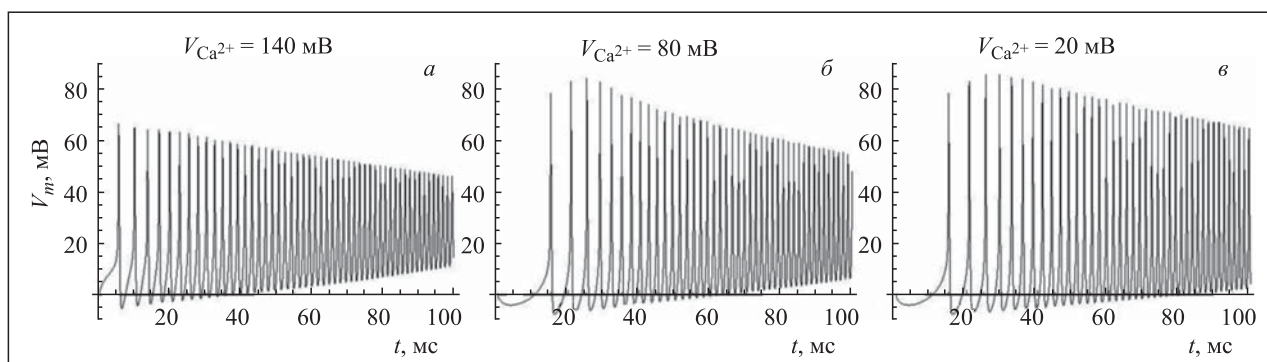


Рис. 13. Изменение мембранного потенциала на мембране дендритного шипика пирамидного нейрона области СА3 гиппокампа при различных значениях градиента ионов кальция $V_{\text{Ca}^{2+}}$

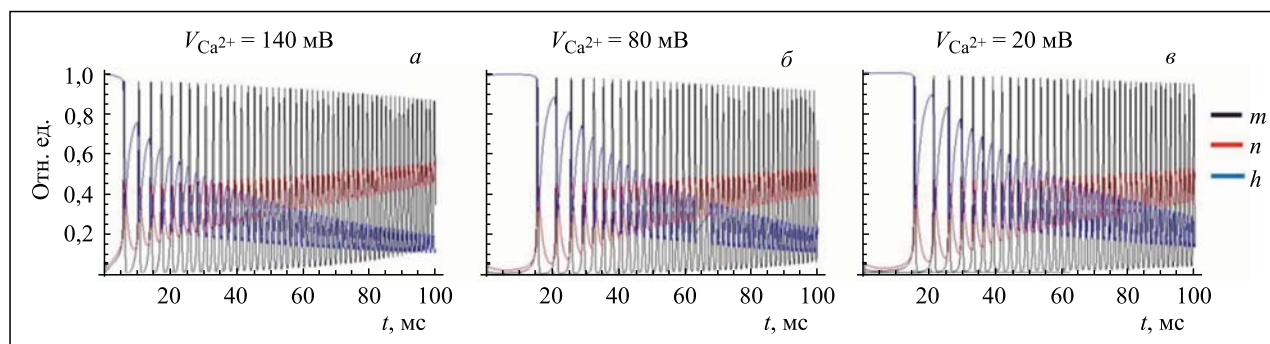


Рис. 14. Оценка изменения воротных переменных m, n, h , входящих в уравнение Ходжкина–Хаксли, при различных значениях градиента ионов кальция $V_{Ca^{2+}}$

способного изменяться под влиянием разнообразных агентов химической и физической природы, в том числе, предположительно, и при действии ионизирующих излучений (рис. 13). Рассчитано изменение проводимости ионных каналов в зависимости от мембранного потенциала Ca^{2+} . Результаты моделирования выражены в виде значений воротных переменных m, n, h , входящих в уравнение Ходжкина–Хаксли (рис. 14).

Наряду с предложенной ранее математической моделью экспрессии рецептора NMDA полученные результаты могут быть использованы для выяснения молекулярных механизмов, отвечающих за нарушение функциональной активности нейронов после воздействия тяжелых заряженных частиц.

Рассмотрено влияние неоднородностей в синаптических связях в нейронных сетях, возникающих вследствие радиационных или химических воздействий, на распространение импульсов. В результате взаимодействия импульса с неоднородностью воз-

можны эффекты задержки, отражения, компрессии и разбиения импульса вплоть до его разрушения [13].

В ходе исследования нелинейной модели ДНК получены ранее не известные типы солитонных конформационных возбуждений, представляющих собой локализованные участки с повышенным закручиванием спирали. Предполагается, что такие солитоны могут участвовать в регуляции расплетания ДНК топоизомеразы [14].

Построена модель нелинейной динамики микротрубочек клеточного цитоскелета. Развита математический аппарат исследования таких систем. Аналитически и численно получены основные типы решений, описывающие нелинейные локализованные колебания и распространение структурных переходов в ансамбле микротрубочек. Найденные типы решений позволяют прояснить картину механизмов переноса энергии и транспортных белков вдоль микротрубочек в ходе внутриклеточных процессов [15].

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОЛЕКУЛЯРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Методами молекулярной динамики (МД) изучены структурные и функциональные свойства фермента ДНК-фотолиазы [16]. ДНК-фотолиаза — активируемый светом фермент, восстанавливающий индуцированный УФ-излучением циклобутан-пиримидиновый димер в поврежденной ДНК. Выполнена серия МД-расчетов с построением 3D-белковых моделей ДНК-фотолиазы в водном растворе и предварительным восстановлением топологии межмолекулярного потенциального поля кофакторов — хромофоров FAD и MNF (рис. 15). Результаты модели-

рования указывают на высокую мобильность молекулы FAD по сравнению с остальными фрагментами белкового комплекса ДНК-фотолиазы. Восстановление релаксированной структуры для молекулы FAD указывает на переход ее конформационного состояния от U-закрытой формы к I-открытой форме. Подобное поведение молекулы FAD внутри хромофорного центра фермента может являться одним из ключевых факторов в процессе репарации поврежденной структуры ДНК с последующим образованием «неправильного» циклобутан-

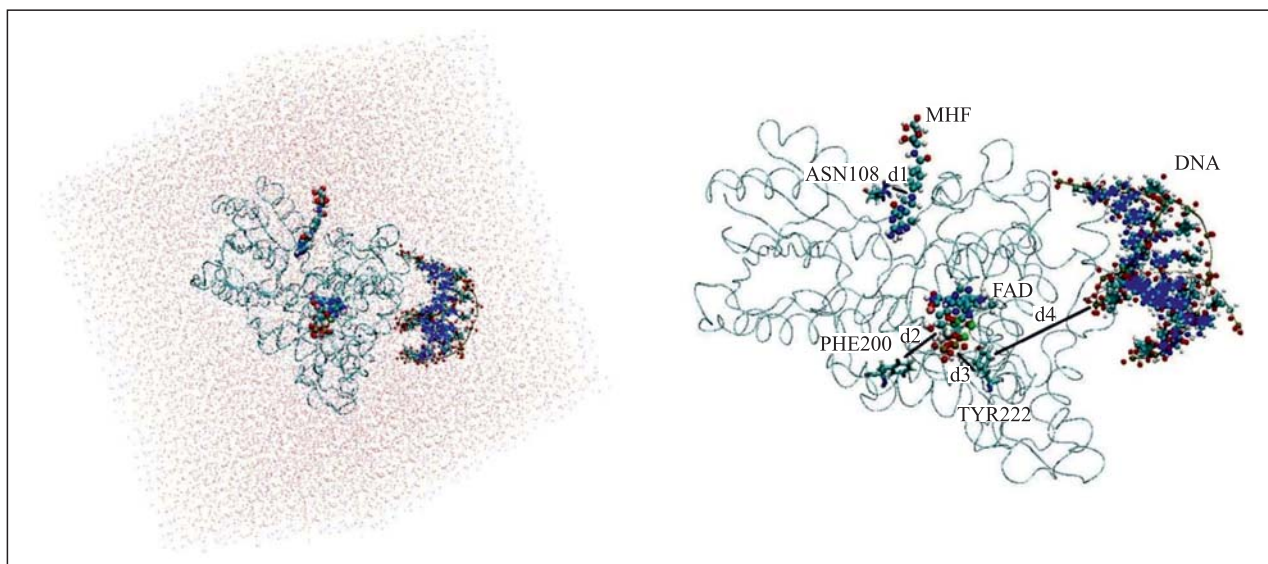


Рис. 15. Молекулярно-динамическая модель фермента ДНК-фотолиазы (слева) с двумя кофакторами-хромофорами, сольватированной в периодической кубической ячейке. Справа указаны расстояния d1–d4, иллюстрирующие позиции различных частей системы в ходе их молекулярно-динамических изменений и взаимодействий

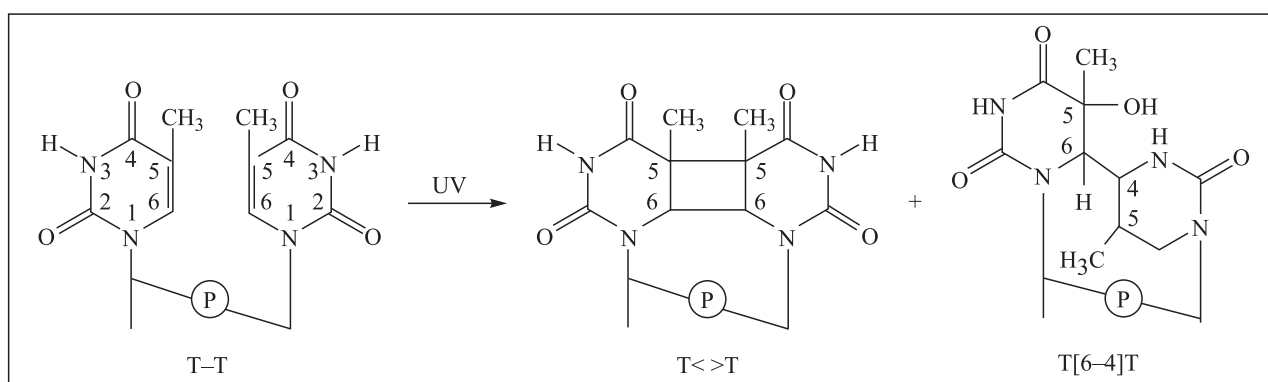


Рис. 16. Два главных повреждения ДНК как результат УФ-облучения: $T\langle\rangle T$ — слияние двух соседних нуклеотидов-тиминов в структуре ДНК, т. е. образование циклобутан-пиримидонового димера; $T[6-4]T$ — пиримидин-пиримидоновый фотопродукт

пиримидонового димера (рис. 16). Высокая мобильность хромофора FAD и роль связывания фермента в области взаимодействия молекулы FAD с поврежденным участком ДНК ($T\langle\rangle T$ циклобутан-пиримидоновым димером) могут обуславливать процесс репарации ДНК ферментом ДНК-фотолиазой.

Полученные результаты способствуют решению задачи о механизмах репарации ДНК данным ферментом.

Продолжены исследования по изучению фотохимических и фотофизических свойств G-белков, в частности, зрительного пигмента родопсина [17–19].

ФИЗИКА ЗАЩИТЫ И РАДИАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведено два радиобиологических сеанса на пучке ионов ^{20}Ne с энергией 52 МэВ/нуклон циклотрона ЛЯР МЦ-400М. Для автоматического облучения большого числа тонких биологических образцов использовалась установка «Геном-М», размещенная на сепараторе ACCULINNA. В ходе сеансов осуще-

ствлена градуировка установки и отработаны методы контроля качества пучка ионов. В качестве облучаемых образцов использовались лимфоциты периферической крови человека, клеточные культуры млекопитающих и человека, дрожжевые клетки. Интерес к ионам ^{20}Ne обусловлен боль-

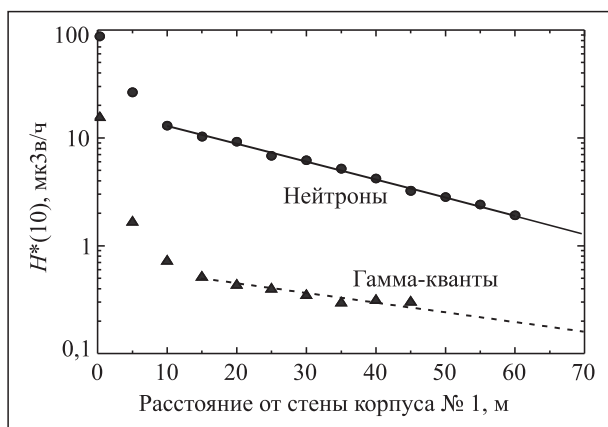


Рис. 17. Радиальные распределения мощности ambientного эквивалента дозы нейтронов и γ -квантов «skyshine» от нуклотрона в режиме ускорения дейтронов до энергии 4,1 ГэВ/нуклон

шими значениями линейной передачи энергии (120–150 кэВ/мкм), что приводит к возникновению

тяжелых кластерных повреждений в биологических структурах.

На нуклотроне проведен радиобиологический сеанс на ионах ^{12}C с энергией 500 МэВ/нуклон. Выполнена большая экспериментальная программа, в том числе по облучению лабораторных крыс и приматов, для исследования влияния воздействия тяжелых ионов на когнитивные функции животных. Актуальность данных исследований обусловлена перспективой длительных полетов человека вне магнитосферы Земли.

Продолжены работы по прогнозированию радиационной обстановки на основе Монте-Карло-программы транспорта излучений в веществе MCNPX на проектируемом бустерном синхротроне комплекса NICA. Выполнены измерения пространственных распределений нейтронов и гамма-квантов «skyshine» вокруг нуклотрона (рис. 17). Измерены спектры нейтронов за защитой экспериментального зала циклотрона МЦ-400М при ускорении ионов ^{20}Ne до энергии 52 МэВ/нуклон.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ЗЕМЛЕ И В БЛИЖАЙШЕМ КОСМОСЕ

Проведен анализ реакции синтеза химических соединений из формамида NH_2CONH_2 (продукта гидролиза HCN) при действии ионизирующей радиации. Реакции синтеза осуществлялись при облучении протонами с энергией 165 МэВ на фазотроне ЛЯП ОИЯИ в присутствии катализаторов, полученных из метеоритов различных классов. На основании выполненных экспериментов сделан важный вывод

о том, что в системе «формаид – вещество метеоритов + ионизирующее излучение» в заметных количествах формировались пребиотические соединения (предшественники нуклеиновых кислот, белков, метаболических циклов и метаболизма). При действии УФ и/или нагревании пребиотические соединения не образовывались. Данные исследования могут пролить свет на происхождение жизни во Вселенной.

КОНФЕРЕНЦИИ И ОБРАЗОВАНИЕ

В течение 2013 г. сотрудники лаборатории приняли участие в девяти научных конференциях в России и в пяти конференциях, проходивших в различных странах мира.

Совместно с Отделением физиологии и фундаментальной медицины РАН, Научным советом РАН по физике тяжелых ионов, ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН проведена двухдневная конференция «Нейрофизиологические аспекты радиационного риска. К проблеме безопасности межпланетных полетов». В ходе совещания рассмотрены вопросы действия тяжелых заряженных частиц высоких энергий на структуры и функции центральной нервной системы, нейрофизиологии высшей нервной деятельности, математического моделирования молекулярных механизмов синапти-

ческой передачи сигналов нервной системы, оценки радиационного риска межпланетных пилотируемых полетов.

Продолжался учебный процесс на кафедре «Биофизика» университета «Дубна». В настоящее время по специальности «Радиационная безопасность человека и окружающей среды» обучается 48 студентов и 4 аспиранта по специальности «Радиобиология». В 2013 г. на кафедру было принято 8 новых студентов. 10 студентов успешно закончили обучение и получили диплом инженера-физика. На базе кафедр химии, геохимии и космохимии ведется образовательная программа по курсу «Молекулярная динамика» со студентами старших курсов университета «Дубна».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Falk M. et al. «Primary» and «Secondary» Clustering of DSB Repair Foci and Repair Kinetics Compared for γ -Rays, Protons of Different Energies, and High-LET ^{20}Ne Ions // J. Rad. Res. 2013 (in press).
2. Falk M. et al. Chromatin Differentiation of White Blood Cells Decreases DSB Damage Induction, Prevents Functional Assembly of Repair Foci, but Has no Influence on Protrusion of Heterochromatic DSBs into the Low-Dense Chromatin // Ibid.
3. Jezkova L. et al. Function of Chromatin Structure and Dynamics in DNA Damage, Repair and Mismatch Repair: γ -Rays and Protons in Action // Appl. Rad. and Isotopes. 2013 (in press).
4. Falk M. et al. Giving OMICS the Spatiotemporal Dimensions: What Can Confocal Microscopy Tell us About the Mechanism of DNA Repair and Complex Radiation Damage Response // J. of Proteomics & Bioinformatics. 2013 (in press).
5. Буланова Т. С. и др. Закономерности радиационно-индуцированного апоптоза в лимфоцитах человека при модифицирующем действии ингибиторов синтеза ДНК // Сб. материалов 19-й Научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов. Дубна, 2013. С. 18–19.
6. Виноградова Ю. В. и др. Повреждение и функциональное восстановление сетчатки у мышей после воздействия генотоксических агентов. Препринт ОИЯИ Р19-2013-54. Дубна, 2013.
7. Тронов В. А. и др. Повреждение и функциональное восстановление сетчатки у мышей после воздействия генотоксическими агентами // Сб. научн. тр. IV Российского офтальмологического форума / Ред. В. В. Нероев. М., 2013. Т. 2. С. 572–575.
8. Belov O. V. et al. The Role of the Bacterial Mismatch Repair System in SOS-Induced Mutagenesis: A Theoretical Background // J. Theor. Biol. 2013. V. 332. P. 30–41.
9. Belov O. V. et al. A Quantitative Model of Bacterial Mismatch Repair as Applied to Studying Induced Mutagenesis // Phys. Part. Nucl., Lett. 2013. V. 10. P. 587–596.
10. Batmunkh M. et al. Cluster Analysis of HZE Particle Tracks as Applied to Space Radiobiology Problems // Ibid. P. 854–859.
11. Bayarchimeg L., Batmunkh M., Belov O. V. Reconstruction of the Neural Cell Morphology for Microdosimetric Calculations // Intern. School «Hands-on Research in Complex Systems». Trieste, Italy. July 1–12, 2013. P. 21–22.
12. Batmunkh M. et al. Estimation of the Energy Deposition in a Pyramidal Neuron // Proc. of the Intern. Conf. on «Radiation Biology and Radiation Protection». Ulaanbaatar, Mongolia, September 30–October 3, 2013. P. 19–24.
13. Бугай А. Н. Диссипативные солитоны в нейронных сетях с локальными повреждениями // Сб. тр. XIV Всероссийской школы-семинара «Волны-2013». М.: МГУ, 2013. С. 15–16.
14. Zdravković S. et al. Mathematical Procedures Used in Nonlinear Dynamics of Microtubules // Book of Abstr.: II International Seminar «Nonlinear Phenomenology Advances». St.-Petersburg, 2013. P. 7.
15. Bugay A. N. New Types of Solitonic Excitations in a Nonlinear Helicoidal Model of DNA and Their Biological Significance // Book of Abstr.: II International Seminar «Nonlinear Phenomenology Advances». St.-Petersburg: SpbSPU, 2013. P. 7.
16. Душанов Э. и др. МД-исследования конформационного поведения фермента ДНК-фотолиазы // Письма в ЭЧАЯ. 2013. Т. 10, № 6. С. 974–985.
17. Feldman T., Ostrovsky M., Kholmurodov Kh. Studies on Retinal Chromophore Functions of Visual Pigment Rhodopsin in Normal and Pathology Versions // Abstr. of the 1st ISCMBS, «International Symposium on Computational Materials & Biological Sciences», Waseda University, Tokyo, Japan, 10–12 September, 2013.
18. Kholmurodov Kh. et al. Molecular Dynamics Studies of Chromophores Conformational Behavior of the Visual Pigment Rhodopsin and DNA Photolyase Enzyme // Proc. of the Intern. Conf. on Condensed Matter Physics, devoted to 85th Anniversary of Academician A. A. Adhamov, Tajikistan, Dushanbe, 17–18 Oct. 2013. Donish, 2013. P. 51.
19. Kholmurodov Kh. Molecular Dynamics Study of the Effect of Induced Mutations on the Protein Structures Associated with Diseases of A Radiobiological Nature // American J. of Bioscience and Bioengineering. 2013. V. 1(1). P. 7–16.



УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

Международная студенческая практика. Международные студенческие практики по направлениям исследований ОИЯИ организуются с 2004 г. по инициативе УНЦ, МИФИ, МФТИ, польских вузов и Чешского технического университета для студентов старших курсов из стран-участниц ОИЯИ и стран, заключивших с ОИЯИ соглашения на правительствен-

ном уровне. С 2007 г. в связи с увеличением заявок на участие практики проводятся в несколько этапов. За это время участниками практик стали 870 человек, из них 200 — студенты польских вузов. С 2007 г. в практике принимают участие студенты ЮАР (186 человек), с 2009 г. — студенты из Египта (86).

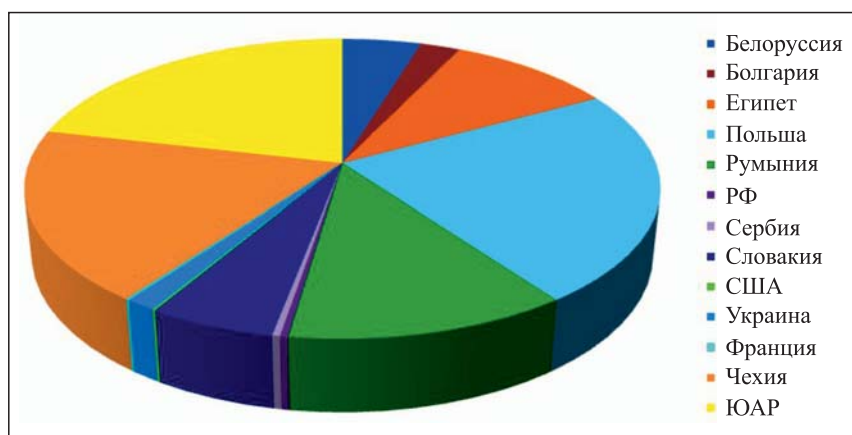


Рис. 1. Количество участников международных практик по странам (2004–2013 гг.)

В 2013 г. ежегодная студенческая практика по направлениям исследований ОИЯИ проходила в три этапа. Ее программа традиционно включала ознакомительные лекции о ведущихся в лабораториях ОИЯИ исследованиях, экскурсии на базовые установки и выполнение учебно-исследовательских проектов. Всего в практике 2013 г. приняли участие 126 студентов из Белоруссии, Болгарии, Египта, Польши, Румынии, Словакии, США, Украины, Чехии, ЮАР.

С 13 мая 18 египетских студентов в течение трех недель работали над выбранными учебно-исследовательскими проектами, подготовленными

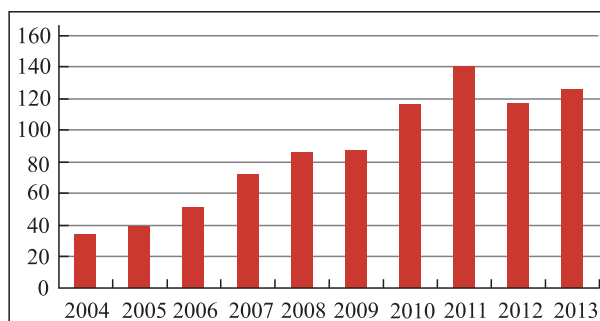


Рис. 2. Количество участников международных практик 2004–2013 гг.

сотрудниками ЛИТ, ЛНФ, ЛРБ, ЛЯП. Во втором этапе международной студенческой практики (7–28 июля) приняли участие 70 студентов из Чехии, Польши, Румынии, Словакии, Болгарии, Украины, США. Участниками заключительного третьего этапа (9–29 сентября) стали 26 студентов из ЮАР и 10 студентов из Белоруссии. Участники второго и третьего этапов практики 2013 г. работали над проектами, подготовленными в ЛЯР (17 проектов), ЛНФ (10), ЛТФ (8), ЛЯП (7), ЛИТ (3), ЛРБ (3), ЛФВЭ (2).

В списке учебно-исследовательских проектов на сайте УНЦ 50 проектов, 19 проектов подготовлены сотрудниками ЛЯР, 10 — ЛНФ.

С отчетами-презентациями студентов о выполненных проектах можно ознакомиться на сайте УНЦ на страницах практик в разделе «Мероприятия».

Образовательный процесс на базе ОИЯИ. В 2013 г. в Учебно-научном центре проходили обучение 509 студентов базовых кафедр МГУ, МФТИ, МИРЭА, университета «Дубна» и университетов стран-участниц ОИЯИ.

Летние производственные и преддипломные практики организованы для 100 студентов МФТИ, МИРЭА, университета «Дубна», государственных университетов С.-Петербурга и Тулы, Томского политехнического университета, Киевского национального университета им. Т. Г. Шевченко, Белорусского государственного университета информатики и радиотехники, Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины.

На сайте УНЦ (<http://uc.jinr.ru/>) обновлена база данных учебных курсов (русская и английская версии) по разделам: физика частиц и квантовая теория поля (26 курсов); ядерная физика (21); конденсированные среды, физика наноструктур и нейтронная физика (16); физические установки (7); информационные технологии (8); математическая и статистическая физика (12).

Аспирантура ОИЯИ. В 2013 г. в аспирантуре ОИЯИ обучались 50 человек из Армении, Белоруссии, Германии, Молдовы, РФ, Украины.

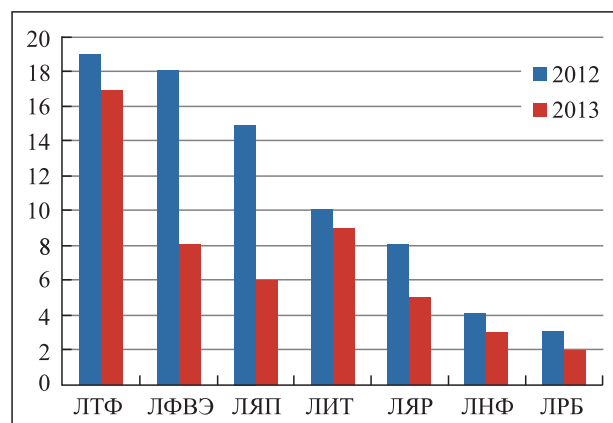


Рис. 3. Распределение аспирантов УНЦ по лабораториям ОИЯИ в 2012 и 2013 гг.

Распределение аспирантов по специальностям в 2012 и 2013 гг.

Специальность	Число аспирантов	
	2012	2013
Теоретическая физика (01.04.02)	19	14
Физика атомного ядра и элементарных частиц (01.04.16)	22	12
Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (05.13.18)	7	6
Приборы и методы экспериментальной физики (01.04.01)	7	5
Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных систем (05.13.11)	5	4
Физика высоких энергий (01.04.23)	4	3
Физика конденсированного состояния (01.04.07)	3	3
Радиобиология (03.01.01)	3	2
Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника (01.04.20)	7	1

Организация научных школ для учителей физики в ОИЯИ и ЦЕРН. УНЦ совместно с Европейской организацией ядерных исследований (ЦЕРН) продолжает организацию международных научных школ для учителей физики из стран-участниц в ОИЯИ и в ЦЕРН. С 23 по 29 июня 2013 г. в Дубне проходила очередная школа для учителей физики из стран-участниц ОИЯИ. Для участия в ней в Дубну приезжали 24 преподавателя физики и 9 учеников из РФ, Белоруссии и Болгарии. Программа школы традиционно включала научно-популярные лекции ведущих специалистов ОИЯИ, посещения экспериментальных установок и лабораторий ОИЯИ, видеоконференции с ЦЕРН, доклады учителей о современных направлениях преподавания физики, а также научный семинар старшеклассников.

С 3 по 9 ноября научная школа для учителей физики из стран-участниц ОИЯИ проходила в ЦЕРН (Женева). В работе школы принимали участие 30 учителей физики, представлявших следующие города РФ: Москва, Апрелевка (Московская обл.), Волгоград, Волгореченск (Костромская обл.), Волжский (Волгоградская обл.), Воронеж, Заречный (Пензенская обл.), Казань, Кондопога (Карелия), Новоярьево (Тамбовская обл.), Н. Новгород, Озерск (Челябинская обл.), Петрозаводск, Петропавловск-Камчатский, Рыбинск (Ярославская обл.), Самара, С.-Петербург, Стерлитамак (Башкирия), а также г. Жлобин (Белоруссия).

Информация об организации и проведении школ размещается на сайте «Виртуальная академия физики высоких энергий» (<http://teachers.jinr.ru/>).

Школа-семинар «Интегрируемые структуры в квантовой теории поля». В рамках Боголюбовской программы ОИЯИ и Украины по теоретической физике УНЦ ОИЯИ совместно с МФТИ, НИУ ВШЭ, ИППИ РАН, ИТФ НАН Украины в апреле 2013 г. организовали школу-семинар «Интегрируемые структуры в квантовой теории поля» для 20 студентов и аспирантов ОИЯИ, МФТИ, НИУ ВШЭ и Киевского национального университета им. Т. Г. Шевченко.

Мастерская физики «105-й элемент» летней школы «Русского репортера». Летом 2013 г. в Дубне работала мастерская физики «105-й элемент» в рамках программы летней школы, организованной журналом «Русский репортер». Для 30 участников мастерской физики «105-й элемент» и мастерской по научной журналистике экскурсии и лекции проводили сотрудники Института. В программу была включена видеоконференция ОИЯИ–ЦЕРН.

Видеоконференции. Учебно-научный центр ОИЯИ продолжает оказывать содействие в проведении видеоконференций, а также осуществляет видеотрансляции через систему управления видеоконференций ОИЯИ, где в УНЦ, в точке двустороннего доступа, можно принять участие в заседании, задать вопросы и выступить в дискуссии.

В 2013 г. проведены следующие видеоконференции:

— УНЦ ОИЯИ – Центр творческого развития и гуманитарного образования для одаренных детей «Поиск» г. Ставрополя;

— УНЦ ОИЯИ – Кисловодск, МБОУ СОШ № 17 в рамках научно-практического веб-семинара «Исследовательская деятельность учащихся как основа реализации системно-деятельностного подхода»;

— лаборатория космических исследований Ульяновской секции Поволжского отделения Российской академии космонавтики им. К. Э. Циолковского Ульяновского государственного университета – ЦЕРН;

— школа-интернат им. А. Н. Колмогорова МГУ им. М. В. Ломоносова (СУНЦ МГУ), школы № 1329 и № 57 Москвы и школы Электростали – ЦЕРН;

— УНЦ ОИЯИ – Тихвин, МОУ лицей № 8 – Кисловодск, МБОУ СОШ № 17 «Нейтронная физика: получение и использование нейтронов»;

— Московский городской дворец детского (юношеского) творчества – ЦЕРН «Исследования в области физики высоких энергий».

Организация визитов. В 2013 г. были организованы ознакомительные лекции и экскурсии в лаборатории ОИЯИ для студентов МИФИ (30), Тверского государственного университета (25), для 16 польских студентов (Варшава); экскурсии, видеоконференции и занятия в физическом практикуме для школьников Дмитрова (19), Дубны (67), Москвы (137), Одинцово (30), Твери (32), Ярославля (29), для 20 участников физического кружка школы им. Дж. Кеннеди (Берлин, Германия); для 25 победителей II Чемпионата проекта «CanSat в России», а также экскурсии для жителей Дубны в рамках программы «Популяризация естественно-научных знаний» (34).

Работа со школьниками и учителями. Для 25 школьников старших классов Дубны в учебное время два раза в неделю проводились занятия по физике. Во время ознакомительных визитов для групп школьников были организованы практические занятия и физические демонстрации в учебно-физическом практикуме УНЦ.

О подготовке и повышении квалификации рабочих, ИТР и служащих. На курсах по подготовке персонала, обслуживающего объекты, подведомственные Ростехнадзору, обучено 70 человек.

В 2013 г. 6 сотрудников Института повысили свою квалификацию на различных семинарах, организованных учебными заведениями Москвы. 116 сотрудников ОИЯИ обучены на организованных в ОИЯИ курсах и аттестованы Центральной аттестационной комиссией ОИЯИ. В 2013 г. организована аттестация в Территориальной аттестационной комиссии Ростехнадзора 20 руководящих работников и специалистов Института по нормативным правовым актам и нормативно-техническим документам, устанавливающим требования промышленной безопасности в различных отраслях надзора. В 2013 г. в ОИЯИ прошли производственную практику 6 учащихся МОПЭК и МОАТТ.

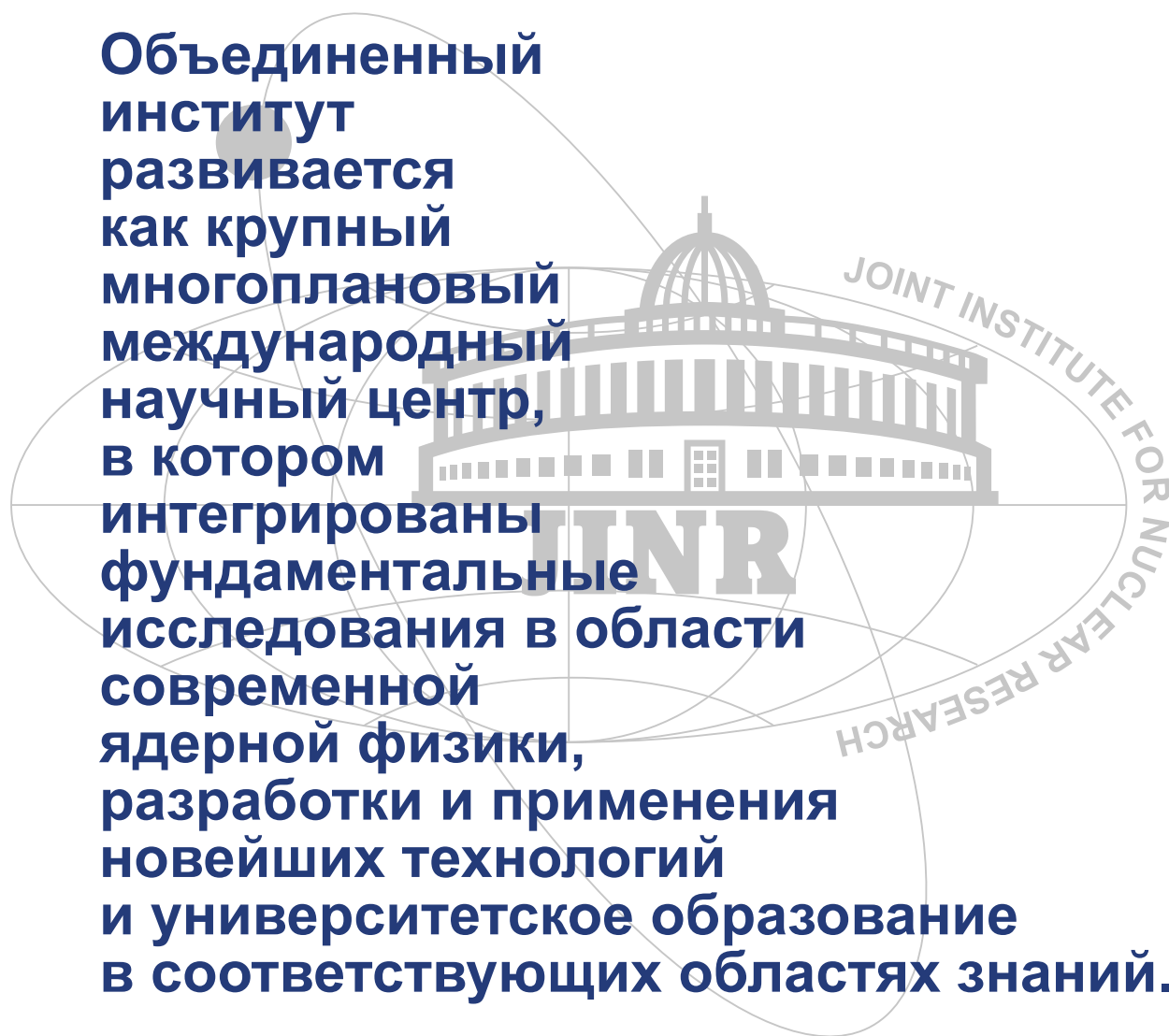
Для аспирантов и сотрудников ОИЯИ в УНЦ продолжают работу курсы английского языка, а для иностранных специалистов — курсы русского языка.

Учебные пособия УНЦ. В 2013 г. в качестве учебных пособий УНЦ были изданы:

— С. В. Ульянов, Г. П. Решетников «Технологии интеллектуальных вычислений»;

— Д. Динев «Ускорители тяжелых ионов высоких энергий».

Объединенный институт развивается как крупный многоплановый международный научный центр, в котором интегрированы фундаментальные исследования в области современной ядерной физики, разработки и применения новейших технологий и университетское образование в соответствующих областях знаний.





Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова, 28 января – 3 февраля.
Участники 11-й Зимней школы по теоретической физике



Дубна, 1 апреля. Юбилейный семинар, посвященный 85-летию Д. В. Ширкова

Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова, 29 июля.
Международное рабочее совещание «Суперсимметрии и квантовые симметрии»





Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова, 14 октября.
Открытие мемориальной доски академику А. Н. Сискаюну



Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова, 22 июля. Участники Гельмгольцевской летней школы по физике тяжелых кварков и адронов

Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова, 13 сентября.
Гельмгольцевская международная школа «Космология, струны и новая физика»



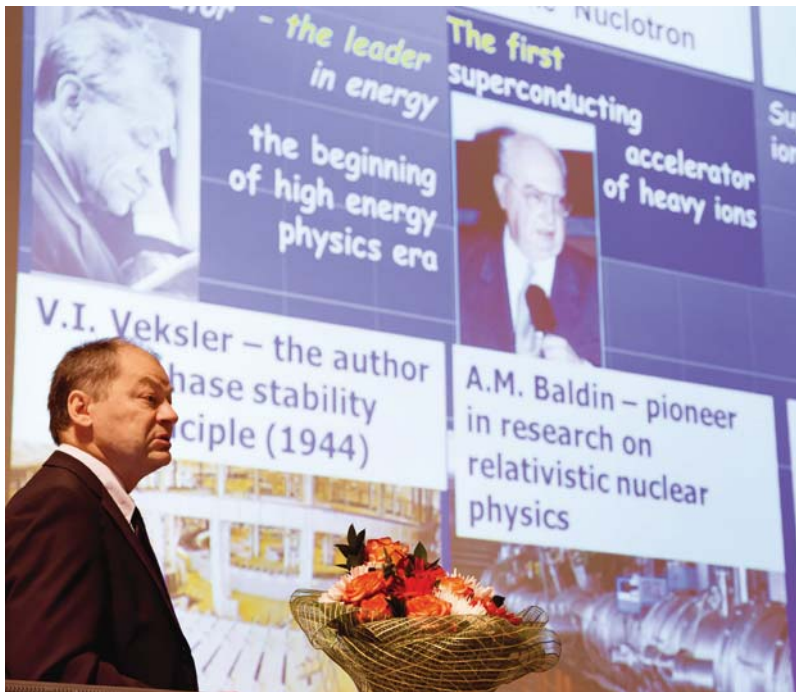


Дубна, 23 сентября. 22-е рабочее совещание коллаборации СВМ



Дубна, 18 сентября.
Открытие мемориальной доски
Л. Г. Макарову и аллеи им. Л. П. Зиновьева





Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина, 18 сентября. Международный семинар «20-летие пуска нуклотрона и 60-летие исследований по физике высоких энергий на площадке ЛФВЭ»





Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина.
Технологический участок сборки и сертификации сверхпроводящих магнитов



Дубна, аллея им. В. С. Высоцкого. Памятник Б. М. Понтекорво и В. П. Дзелепову



Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Джелепова, 22 февраля. Открытие мемориальной таблички Европейского физического общества у кабинета Б. М. Понтекорво

Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Джелепова, 8–12 апреля.
Участники XVII молодежной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения В. П. Джелепова





Калининская АЭС (Россия).
Участники эксперимента
DANSS

Моданская подземная лаборатория (Франция). Установка NEMO III





Дубна, 16–17 декабря. Совещание, посвященное обсуждению нейтринной программы ОИЯИ



Дубна, 2 сентября. Выездная сессия Отделения физических наук РАН, посвященная 100-летию со дня рождения Б. М. Понтекорво

Дубна, 2 октября. Участники 11-го совещания коллаборации COMET



Дубна, 24 января.
Визит в ОИЯИ исполняющего
обязанности губернатора Московской
области А. Ю. Воробьева.
Посещение Лаборатории ядерных
реакций им. Г. Н. Флерова
(фото Ю. Тараканова)



Дубна, 26 августа. Участники Европейской школы по экзотическим пучкам

Дубна, 20 февраля. Делегация
из Украины во главе с чрезвычайным
и полномочным послом Украины
в РФ В. Ю. Ельченко (в центре)
в ОИЯИ





Дубна, 24 мая. Торжественное собрание, посвященное 100-летию основателя и первого директора ЛЯР ОИАИ академика Г. Н. Флорова. Возложение цветов к памятнику ученого







Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка, 25 октября.
Общелабораторный семинар, посвященный 105-летию со дня рождения академика И. М. Франка

Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка. Спектрометр поляризованных нейтронов РЕМУР





Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка. Фурье-дифрактометр для анализа внутренних напряжений методом нейтронной дифракции высокого разрешения ФСД

Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка. Спектрометр ДН-12 для исследования микрообразцов методом рассеяния нейтронов при высоких давлениях





Лаборатория информационных технологий, 8 июля.
Участники международной конференции «Математическое моделирование и вычислительная физика»

Варна (Болгария), 9–16 сентября. Участники Симпозиума по ядерной электронике и компьютерингу





Дубна, 26 июня. Конференция «Нейрофизиологические аспекты радиационного риска. К проблеме безопасности межпланетных полетов»



Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка, 13 февраля. Визит в ОИЯИ делегации из Японии



Улан-Батор, 2 октября.
Участники международной
конференции «Радиационная
биология и радиационная
защита»



Дубна, 25 июня. Организаторы и слушатели школы ОИЯИ–ЦЕРН для учителей физики из стран-участниц ОИЯИ



Дубна, май. Студенты из Египта, выполняющие учебно-исследовательские проекты в лабораториях ОИЯИ в рамках международной студенческой практики 2013 г.

Дубна, июль. 2-й этап международной практики по направлениям исследований ОИЯИ



2013

**ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ
СЛУЖБЫ**



JINR

JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH



ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ

В 2013 г. издательский отдел выпустил в свет 141 наименование публикаций, 5 наименований служебных материалов.

Вышли из печати 29 сборников тезисов докладов, трудов различных конференций, школ и совещаний, организованных ОИЯИ, монографий, брошюр и других изданий. Среди них: труды XX Международного семинара по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN-20) (Алушта, Украина, 21–26 мая 2012 г.), труды рабочего совещания «Релятивистская ядерная физика: от сотен МэВ до ТэВ» (Словакия, Стара Лесна, 17–23 июня 2012 г.), избранные труды рабочего совещания «Perspectives on Physics and CMS at Very High Luminosity, HL-LHC» (Алушта, 2012 г.), книга «Россия в ЦЕРН» и др.

Вышел из печати годовой отчет ОИЯИ за 2012 г. (на русском и английском языках).

«Бруно Максимович Понтекорво. К 100-летию со дня рождения» — так называется книга, посвященная выдающемуся физическому академику Б. М. Понтекорво. В ней представлена автобиография ученого, полный библиографический список его трудов, основные даты жизни и деятельности.

Выпущено второе издание книги «Николай Николаевич Говорун. К 80-летию со дня рождения», в которой объединены очерки о жизни и научной деятельности выдающегося ученого, воспоминания о нем его коллег, учеников, друзей и близких.

В декабре 2013 г. вышел из печати сборник «40 лет сотрудничества ОИЯИ (Дубна) и IN2P3 (Франция)». Его статьи посвящены различным областям долголетнего научного сотрудничества физиков Объединенного института ядерных исследований и Национального института ядерной физики и физики частиц Франции.

В 2013 г. вышли в свет 6 выпусков журнала «Физика элементарных частиц и атомного ядра», включающих 12 обзоров. Выпуски 2 и 3 содержат 37 докладов международной конференции «Advances of Quantum Field Theory» (Дубна, 4–7 октября 2011 г.). Выпуск 6 составляют 20 пленарных докладов 20-го Международного симпозиума по спиновой физике (SPIN-2012) (Дубна, 17–22 сентября 2012 г.).

Издано 7 номеров журнала «Письма в ЭЧАЯ», содержащих 126 статей.

Продолжался выпуск информационного бюллетеня «Новости ОИЯИ» на русском и английском языках.

В 2013 г. отпечатано 50 номеров еженедельника ОИЯИ «Дубна: наука, сотрудничество, прогресс».

В серии учебно-методических пособий УНЦ ОИЯИ выпущено 2 издания. Это пособия Р. В. Джолоса «Модели атомного ядра» и Д. Динева «Ускорители тяжелых ионов высоких энергий».

В рамках обмена научными публикациями в сотрудничестве с Институтом организации из более чем 40 стран мира рассылались издания ОИЯИ: препринты и сообщения ОИЯИ, информационный бюллетень «Новости ОИЯИ», годовые отчеты ОИЯИ, журналы ЭЧАЯ и «Письма в ЭЧАЯ».

В редакции журналов, на различные конференции, симпозиумы, совещания и школы, проводившиеся как в странах-участниках ОИЯИ, так и в других странах, издательским отделом направлено более 150 статей и докладов, содержащих результаты работ дубненских ученых. Статьи сотрудников ОИЯИ публиковались в журналах «Ядерная физика», «Теоретическая и математическая физика», «Приборы и техника эксперимента», «Радиационная биология. Радиоэкология», «Кристаллография», «Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования», «Journal of Physics», «Nuclear Instruments and Methods» и др.

Оперативному информированию читателей Научно-технической библиотеки о новых поступлениях служат выпускаемые издательским отделом экспресс-бюллетени НТБ и отдела лицензий и интеллектуальной собственности. Увидел свет «Библиографический указатель работ сотрудников ОИЯИ за 2012 г.».

Издательским отделом выполнялись многочисленные заказы лабораторий на изготовление постеров, ксерокопирование и переплетные работы. Для обработки экспериментальной информации и других целей отпечатано около 110 тыс. различных бланков. Некоторые издания ОИЯИ, вышедшие в 2013 г., были отпечатаны на новой цифровой печатной машине «Konica Minolta».



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

В 2013 г. число читателей Научно-технической библиотеки составило 3714 человек. Количество выданной литературы 13147 экземпляров. На 1 января 2014 г. библиотечный фонд составил 433945 экземпляров, из них 189654 экз. на иностранных языках.

По заявкам читателей по межбиблиотечному абонементу получено 237 изданий. По всем источникам комплектования поступило 3110 экз. книг, периодических изданий, препринтов, диссертаций и авторефератов, 1406 из них на иностранных языках. Все поступившие издания фиксировались в центральном каталоге, каталогах филиала, а также в автоматизированной информационно-библиотечной системе Liber. Еженедельно выпускались экспресс-бюллетени «Книги», «Статьи», «Препринты» (вышло в свет 156 номеров) с информацией относительно 14017 названий. Электронные версии информационных бюллетеней еженедельно рассылаются по 100 электронным адресам. Подписаться можно в разделе «Сервисы» на сайте NTB.

Каждую неделю обновлялись выставки новых поступлений книг, препринтов, периодических изданий, диссертаций и авторефератов. На них представлено 2521 издание. Организовано 8 тематических выставок.

Электронные каталоги журналов, статей, препринтов, книг, диссертаций и авторефератов доступны в Интернете по адресу: <http://lib.jinr.ru>. Общее количество обращений к электронным каталогам NTB составило 6 тыс. Сохраняется возможность заказа литературы в режиме on-line через OPAC (On-line Public Access Catalogue) (см. сайт NTB, раздел «Электронные каталоги»).

Выпущен «Библиографический указатель работ сотрудников ОИЯИ за 2012 г.» (1465 записей). Указатель со ссылками на полные тексты публикаций доступен в Интернете (см. сайт NTB, раздел «Сервисы»). Отсканировано и размещено в электронном каталоге 1165 препринтов и сообщений ОИЯИ 1987–1988 гг. издания.

База данных работ сотрудников ОИЯИ (библиографические описания публикаций с 1987 г.) доступна в Интернете через электронные каталоги <http://lib.jinr.ru/cat.htm>.

Библиотека получает 154 названия периодических изданий. Благодаря тому, что NTB выписывает иностранные журналы, сотрудники Института имеют доступ к полнотекстовым электронным версиям этих журналов в Интернете. Активно используется читателями «Научная электронная библиотека». Общее количество обращений к электронным версиям журналов через «Научную электронную библиотеку» и через сайты зарубежных издательств составило 100 тыс.

Благодаря участию NTB в Национальном электронном консорциуме и консорциумах РФФИ сотрудники ОИЯИ имеют электронный доступ к журналам следующих издательств: «Wiley», «IOP», «Elsevier», к журналам Американского физического общества, Американского института физики, а также к журналам «Nature», «Science» и журналам и книгам издательства «Springer».

В рамках проекта «История ОИЯИ и г. Дубны на страницах книг, журналов и центральных газет» введено 89 новых библиографических описаний.

В 2013 г. в порядке обмена на публикации, выпускаемые издательским отделом ОИЯИ, поступило 550 изданий из 20 стран. Из них на долю России приходится 160, Украины — 28, Румынии — 13, Германии — 227, Италии — 4, Франции — 10, Японии — 35, ЦЕРН — 33.

В 2013 г. в автоматизированную информационно-библиотечную систему Liber введено: книг — 3357 назв.; журналов — 1782 номера; препринтов — 1734 назв.; диссертаций и авторефератов — 131 назв.; книжных статей — 519 назв. и журнальных статей — 13584 назв.

На 1.01.2014 количество библиографических описаний в АИБС Liber составило 227426 записей.



ОТДЕЛ ЛИЦЕНЗИЙ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

В 2013 г. работа отдела лицензий и интеллектуальной собственности (ОЛИС) проводилась по следующим направлениям.

В области работы по защите промышленной интеллектуальной собственности. Во взаимодействии с Федеральным институтом промышленной собственности (ФИПС) Федеральной службы РФ по интеллектуальной собственности (Роспатент) велась работа по заявкам на патенты ОИЯИ, прошедшим формальную экспертизу ФИПС Роспатента в 2012–2013 гг. Проведено согласование и внесены изменения, добавления, уточнения в заявочные документы по замечаниям экспертов ФИПС. С целью определения технического уровня новых разработок сотрудников ОИЯИ на предмет патентоспособности выполнена экспертиза ряда проектных разработок, включающая определение объектов правовой охраны и их классификацию в соответствии с Международной патентной классификацией (МПК), поиск аналогов и прототипов. Подготовлены отчеты о патентных исследованиях.

По девяти разработкам совместно с авторами подготовлены комплекты заявочных документов, которые поданы в Роспатент РФ для получения патентов на изобретения:

- «Индукционный циклический ускоритель электронов»;
- «Способ определения угла наклона»;
- «Дрейфовая камера для работы в вакууме»;
- «Способ получения когерентного излучения»;
- «Способ регистрации частиц детекторами на основе дрейфовых трубок»;
- «Устройство для измерения величины натяжения трубки в straw-детекторах»;
- «Способ изготовления переходника для соединения резонатора с кожухом криомодуля коллайдера»;
- «Способ изготовления моно- и олигопорных мембран»;
- «Способ измерения размеров ядра кометы».

Получено шесть патентов РФ на изобретения:

- «Циклический ускоритель заряженных частиц» автора Долбилова Г. Н.;
- «Координатный газонаполненный детектор» авторов Жукова И. А., Мялковского В. В., Пешехонова В. Д., Рабцуна С. В., Русаковича Н. А., Топилина Н. Д.;
- «Газодинамический способ регистрации шариков, движущихся в цилиндрической трубе» авторов Петуховой Т. Б., Широкова В. К., Шабалина Е. П.;
- «Шариковый холодный замедлитель нейтронов» авторов Ананьева В. Д., Белякова А. В., Булавина М. В., Верхоглядова А. Е., Куликова С. А., Кустова А. А., Мухина К. А., Шабалина Е. П., Шабалина Д. Е.;
- «Криогенный дозатор шариков для холодного замедлителя нейтронов» авторов Куликова С. А., Федорова А. Н., Шабалина Е. П.;
- «Многолепестковый коллиматор для протонной лучевой терапии» автора Агапова А. В.

В 2013 г. велась поддержка 43 патентов ОИЯИ.

В Роспатенте зарегистрирована программа для ЭВМ «Система локального мониторинга вычислительного комплекса Litmon» авторов Коренькова В. В., Мицына В. В., Дмитриенко П. В. (свидетельство о государственной регистрации № 2013617287).

В области патентно-информационной работы. В 2013 г. в ОИЯИ поступило 145 номеров бюллетеня Роспатента «Изобретения. Полезные модели». Информация, опубликованная в этих бюллетенях, обработана с учетом тематики ОИЯИ. Результаты обработки оформлены в 12 выпусках бюллетеня ОЛИС «Патенты», рассылаемых в подразделения Института. Фонд отдела сейчас составляет 3053 бюллетеня Роспатента.

Регулярно обновляется Интернет-страница ОЛИС на сайте ОИЯИ.

В области стандартизации. Пополнена библиотека стандартов: приобретены 30 новых межгосударственных и государственных стандартов (ГОСТов) РФ, 12 указателей ГОСТов и информационных указателей стандартов за 2013 г.; указатели национальных стандартов, технических условий, руководящих документов, рекомендаций и правил 2013 г. На основании этих нормативных документов (НД) внесено 132 изменения в соответствующие документы фонда библиотеки стандартов и экземпляры абонентов. Выдано в подразделения 16 официальных копий стандартов в постоянное пользование.

Пополнена база данных и автоматического поиска НД, находящихся в фонде библиотеки ОЛИС. Поддерживается доступ к базе данных, содержащей около 11600 позиций, на Интернет-странице ОЛИС.

Введен в действие «Перечень нормативных правовых актов и нормативных документов, используемых Объединенным институтом ядерных исследований для осуществления деятельности в области использования атомной энергии» (Перечень ОИЯИ

АЭ-2013), составленный на основании Перечня П-01-01-2013 раздела II «Государственное регулирование безопасности при использовании атомной энергии», утвержденного приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 385 от 4 сентября 2013 г.

Проводилась работа по внесению изменений в «Перечень нормативно-технических документов, действующих в Объединенном институте ядерных исследований», от 01.03.2005. Обновлено сведения о действующих в России межгосударственных стандартах (ГОСТ), национальных стандартах Российской Федерации (ГОСТ РФ) и иной нормативно-технической документации, действующей в Объединенном институте ядерных исследований, по состоянию на 2013 г.

В области лицензионной работы. В 2013 г. Институтом переоформлены на новый срок две лицензии Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору и одна лицензия Министерства образования Московской области на поднадзорные им виды деятельности.

2013

**АДМИНИСТРАТИВНО-
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**



JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH



ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Комитет полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ для проведения научно-исследовательских работ, сооружения базовых установок и других мероприятий, связанных с деятельностью Института, утвердил бюджет на 2013 г. в сумме 143 222,4 тыс. долларов США.

Фактическое поступление средств за счет взносов государств-членов и средств, получае-

мых по соглашениям о научно-техническом сотрудничестве со странами, не являющимися членами ОИЯИ, составило 135 459,7 тыс. долларов США.

Фактические расходы Института по всем направлениям деятельности представлены в нижеследующей таблице.

Наименование раздела бюджета	Фактические расходы за 2013 г., тыс. долл. США	%
I. Научные исследования	74 165,0	58,4
II. Эксплуатация базовых установок	8 645,5	6,8
III. Инфраструктура лабораторий	18 995,7	15,0
IV. Инфраструктура Института	25 204,5	19,8
Итого	127 011,7	100,0



КАДРЫ

Численность сотрудников Объединенного института ядерных исследований на 1 января 2014 г. составила 4667 человек.

В ОИЯИ работают: академики РАН В. Г. Кадышевский, В. А. Матвеев, Ю. Ц. Оганесян, М. А. Островский, Д. В. Ширков; члены-корреспонденты РАН В. Л. Аксенов, Е. А. Красавин, И. Н. Мешков, А. А. Старобинский, Г. В. Трубников,

Г. Д. Ширков; члены других государственных академий наук В. А. Москаленко, И. Звара, Р. М. Мир-Касимов, А. Хрынкевич; 257 докторов наук, 579 кандидатов наук, в том числе 80 профессоров и 23 доцента.

В 2013 г. в ОИЯИ принято на работу 335 человек, уволено за этот период в связи с окончанием срока работы и по другим причинам 261 человек.

НАГРАЖДЕНИЯ

Нагрудным знаком «*Почетный работник науки и техники РФ*» награжден В. Д. Кекелидзе — директор Лаборатории физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина.

За заслуги перед ОИЯИ, многолетнюю и плодотворную деятельность 25 сотрудникам Института

присвоено звание «*Почетный сотрудник ОИЯИ*». В 2013 г. 71 сотрудник ОИЯИ награжден ведомственным знаком отличия в труде «*Ветеран атомной энергетики и промышленности*». Ряд сотрудников Института отмечены другими ведомственными, городскими и институтскими наградами.



Ответственный за подготовку отчета – Б. М. Старченко

Отчет подготовили:

**А. Е. Васильев
Н. А. Головков
С. Н. Доценко
Е. В. Иванова
Т. Б. Киселева
И. В. Кошлань
Г. Н. Кузьмина
С. Н. Неделько
С. З. Пакуляк
Д. В. Пешехонов
Д. В. Подгайный
С. И. Сидорчук
И. В. Титкова
Л. А. Тютюнникова
Д. М. Худоба
И. Ю. Щербакова**

Художник

Ю. Г. Мешенков

В отчете использованы фотографии:

**П. Е. Колесова
Е. В. Пузыниной**

**Годовой отчет ОИЯИ
за 2013 г.**

2014-16

Редакторы *М. И. Зарубина, А. И. Петровская, Е. В. Сабаева*
Компьютерная верстка *И. Г. Андреевой, Т. А. Савельевой*

Подписано в печать 20.05.2014.

Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 18,5. Уч.-изд. л. 23,2. Тираж 250 экз. Заказ № 58263.

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

E-mail: publish@jinr.ru
www.jinr.ru/publish/