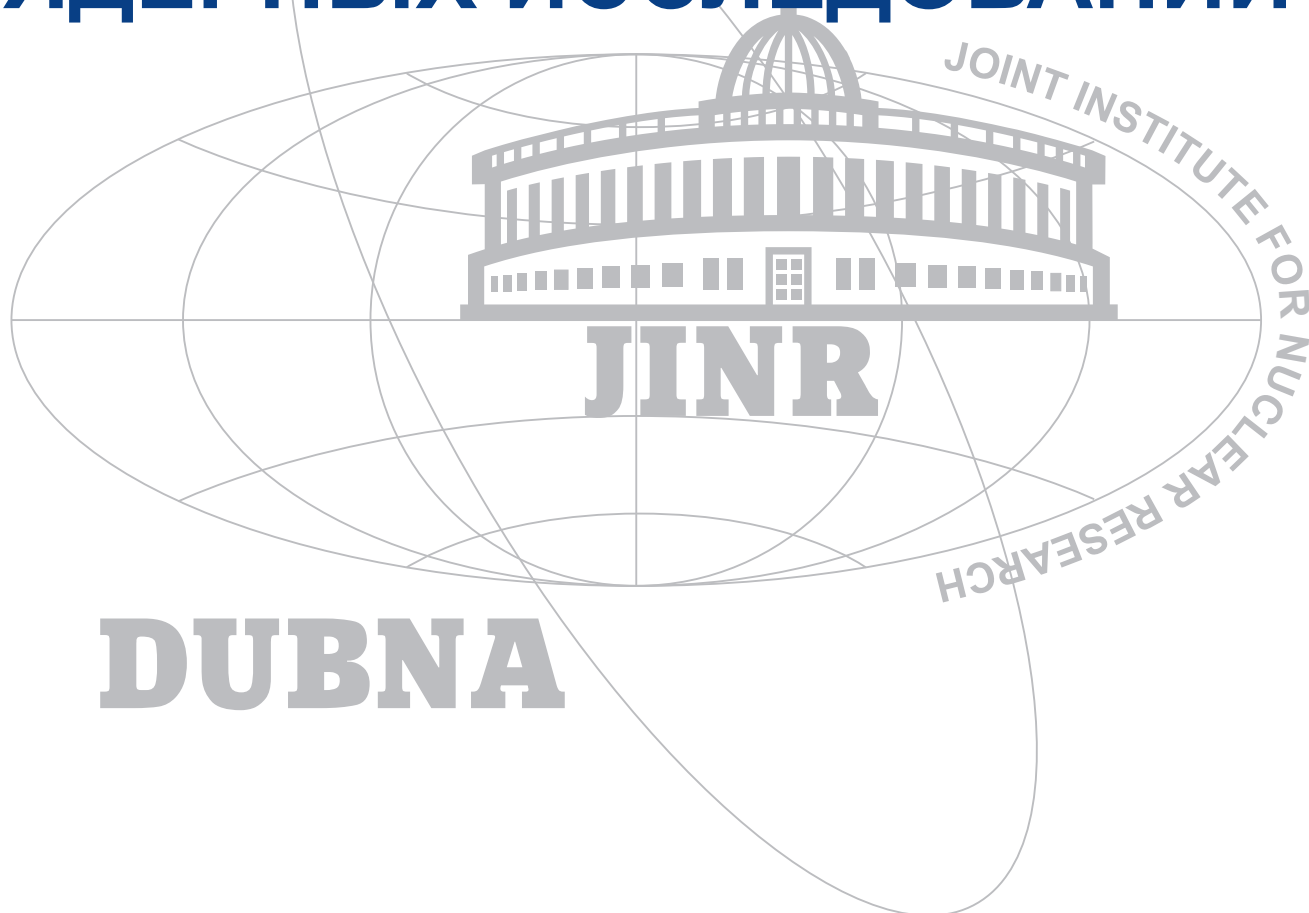
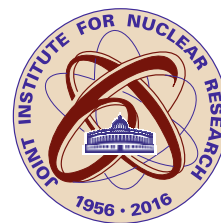


2015

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ





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>

Электронная версия: http://wwwinfo.jinr.ru/publish/Reports/Reports_rus.html

ISBN 978-5-9530-0448-0

© Объединенный институт ядерных исследований, 2016



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	34
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	
Научно-техническое сотрудничество	39
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММЫ ОИЯИ	
Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова	71
Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина ..	82
Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Джелепова	92
Лаборатория ядерных реакций им. Г. Н. Флерова	100
Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка	107
Лаборатория информационных технологий	121
Лаборатория радиационной биологии	134
Учебно-научный центр	152
ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ СЛУЖБЫ	
Издательский отдел	161
Научно-техническая библиотека	163
Отдел лицензий и интеллектуальной собственности	165
АДМИНИСТРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	
Финансовая деятельность	169
Кадры	171



ВВЕДЕНИЕ

В 2015 г. интернациональный коллектив Института достиг многих серьезных успехов по целому ряду важнейших направлений деятельности. В связи с завершением Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2010–2016 гг. одной из первоприоритетных задач 2015 г. являлась разработка и всестороннее обсуждение стратегического плана развития ОИЯИ на следующий семилетний период — с 2017 по 2023 г. По признанию руководящих и консультативных органов ОИЯИ, коллектив Института успешно справился с этой немаловажной задачей. Участники сессии Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ, состоявшейся в ноябре в Минске, одобрили концепцию и параметры новой семилетней программы. На ноябрьской сессии КПП прозвучали высокие оценки работы нашего коллектива, отмечены значительные усилия, направляемые на достижение ярких научных результатов, расширение международного научного сотрудничества.

Говоря о ключевых итогах года, в первую очередь хотелось бы подчеркнуть особую важность решения ИУРАС о признании открытия элементов 113, 115, 117 и 118, являющегося результатом многолетних исследований, проводимых, прежде всего, в ЛЯР ОИЯИ. Приоритет в открытии элементов 115 и 117 был отдан коллаборации ОИЯИ – Ливерморская национальная лаборатория (США) – Окриджская национальная лаборатория (США). Приоритет в открытии 118-го элемента отдан коллаборации ОИЯИ – Ливерморская национальная лаборатория.

Знаковым событием стало также столь ожидаемое Институту подписание 17 декабря в Пекине в ходе 20-й регулярной встречи глав правительств России и Китая четырехстороннего Протокола между Министерством

образования и науки РФ, Министерством науки и техники КНР, Академией наук КНР и Объединенным институтом ядерных исследований о совместной реализации международного мегасайенс проекта NICA в Дубне. Еще одним важным шагом, достигнутым в 2015 г. на пути своевременной реализации проекта NICA, является подписание контрактов международного уровня: с фирмой «Strabag» — на строительство зданий NICA, с фирмой ASG — на изготовление магнита для MPD. Эти очень важные документы позволяют наметить детальный по времени план пуска коллайдера в эксплуатацию уже в 2019 г.

За прошедший год сложность и темпы работ по проекту NICA, развернутых во многих направлениях, значительно возросли. Создана линия по производству, сборке и тестированию сверхпроводящих магнитов, где будут изготовлены и протестированы около 400 магнитов для создаваемых ускорительных установок международных проектов NICA (ОИЯИ) и FAIR (ФРГ).

Приятным итогом года, безусловно, является выход на пучок с целью проверки основных ионно-оптических параметров нового фрагмент-сепаратора АКУЛИНА-2 на канале циклотрона У-400М. Введен в действие кинематический сепаратор SHELS. Эффективность этой новой установки была продемонстрирована в ходе первого полномасштабного эксперимента на ускорителе У-400. Активизированы работы по строительству фабрики сверхтяжелых элементов, дальнейшему продвижению проекта DRIBs-III, в котором участвуют предприятия и организации как стран-участниц, так и других развитых государств.

Чтобы обеспечить ОИЯИ лидирующие позиции в сфере нейтринной физики и астрофизики — наиболее фундаментальной и стре-

нительно развивающейся области современной физической науки, в Институте решаются уникальные задачи: создана научно-исследовательская инфраструктура самого передового уровня, которая ведет исследования по астрофизике нейтрино на уникальном нейтринном телескопе «Байкал-ГВД» и многоплановые фундаментальные и прикладные исследования на пучках антинейтрино Калининской атомной электростанции. В 2015 г. на озере Байкал был развернут и введен в действие кластер «Дубна». Он является первым кластером создаваемого нейтринного телескопа кубокилометрового масштаба «Байкал-ГВД», одного из наиболее мощных детекторов нейтрино высоких энергий в Северном полушарии.

Импульсный исследовательский реактор ИБР-2 после завершения модернизации работал на полную мощность, в точном соответствии с проектными параметрами. Нельзя не отметить высокую научную значимость результатов, полученных на спектрометрах ИБР-2, и их междисциплинарный характер. С большим успехом реализуется широкая пользовательская программа, развернутая на спектрометрах реактора. В 2015 г. в рамках пользовательской программы было получено 197 заявок на проведение экспериментов из 19 стран мира.

Завершен существенный этап модернизации установки ИРЕН: вдвое повышена средняя энергия ускоряемых электронов, что более чем на порядок увеличивает мощность ускоренного пучка и, соответственно, выход нейтронов из облучаемой мишени.

С использованием методов ядерной физики, включающих внедрение гамма-спектроскопии и радиоэкологии, проведен важный цикл исследований глобальных проблем окружающей среды, влияющих на нашу планету. Нужно отметить, что в эти работы вовлечены молодые исследователи из разных уголков мира.

Теоретиками Института были получены важные и интересные результаты. Выполнен анализ стабильности вакуума Стандартной модели физики элементарных частиц. Используются ренормгрупповые уравнения на трехпетлевом уровне теории возмущений с учетом согласования входных параметров на двухпетлевом уровне. Вклады поправок КХД учтены на четырехпетлевом уровне. Из условия стабильности вакуума при энергиях вплоть до массы Планка с использованием современного экспериментального значения массы бозона Хиггса получено ограничение сверху на массу топ-кварка. Полученное значение массы

топ-кварка согласуется с современным экспериментальным значением.

Результаты исследований корреляционной функции системы из двух антипротонов, представленные группой ОИЯИ в коллаборации STAR, дают фундаментальную информацию, необходимую для понимания структуры и свойств антиядер.

Группой ОИЯИ в составе коллаборации «Daya Bay» (Китай) на основе увеличенной статистики в эксперименте был получен новый результат для амплитуды смешивания нейтрино. Результат является наиболее точным измерением амплитуды осцилляций в мире.

По данным эксперимента «Vogelino» с участием наших специалистов опубликованы новые результаты по измерению потока геонейтрино. Впервые в истории наблюдения геонейтрино с определенной долей вероятности (98 %) можно утверждать, что геонейтринный сигнал имеет ненулевой вклад от мантии. Вторым важным результатом является получение лучшего ограничения на время жизни электрона по отношению к распаду с нарушением электрического заряда.

В ноябре 2015 г. было объявлено, что коллаборации «Daya Bay», KamLAND, Super-Kamiokande, SNO и T2K/K2K отмечены самой крупной премией в науке «Breakthrough Prize» в области фундаментальной физики «за открытие и исследование нейтринных осцилляций». Со стороны ОИЯИ премию получили сотрудники, задействованные в этих экспериментах.

Дубненскими учеными создан прибор новой конструкции — лазерный детектор углового колебания поверхности Земли, на котором достигнуто разрешение $5 \cdot 10^{-9}$ рад. Этот результат является принципиально важным, поскольку открывает новые возможности прецизионного исследования угловых колебаний поверхностей. Детектор может дать начало новому поколению инструментов для решения многих фундаментальных задач науки и техники.

С использованием ускорителей ОИЯИ решена центральная проблема радиобиологии: установлены ключевые факторы, определяющие различную биологическую эффективность ионизирующих излучений с разными физическими характеристиками. Исследованы механизмы радиационно-индуцированного мутагенеза в клетках с различным уровнем биологической организации. Установлены закономерности и механизмы формирования радиационных повреждений в структурах глаза (катарактогенез, повреждение сетчатки) и различных частях центральной нервной си-

стемы экспериментальных животных при действии излучений разного качества. Выполнены пионерские исследования в области астробиологии. В сотрудничестве со специалистами из итальянских университетов получены уникальные данные по моделированию синтеза пребиотических соединений (основы для образования живых систем) в космосе. В сотрудничестве с Российской академией наук развернуты широкомасштабные исследования в области ядерной планетологии.

Достигнут внушительный прогресс в области развития информационных технологий и вычислительной инфраструктуры Института. Был введен в эксплуатацию центр уровня Tier1 для эксперимента CMS на Большом адронном коллайдере (LHC, ЦЕРН). Центр является базовой установкой ОИЯИ и создает необходимые условия для полномасштабного участия физиков Института, стран-участниц, коллаборации RDMS-CMS в обработке и анализе данных, поступающих с эксперимента CMS.

В 2015 г. в Учебно-научном центре проходили обучение 485 студентов и аспирантов базовых кафедр МГУ, МФТИ, университета «Дубна» и университетов стран-участниц ОИЯИ. В летней студенческой практике по направлениям исследований ОИЯИ, проводимой в три этапа, принимали участие 134 человека. На базе Учебно-научного центра продолжено развитие научно-инженерной группы для использования реально действующих стендов и учебных физических установок с целью подготовки инженеров-физиков и технических специалистов.

Весьма результативными можно считать предпринимаемые руководством Института усилия, направленные на расширение горизонтов кооперации, привлечение новых стран в сообщество ОИЯИ и интеграцию исследовательской программы и установок ОИЯИ в европейскую и мировую научную инфраструктуру, что позволяет активизировать и обогатить международное сотрудничество.



В преддверии 60-летия Объединенного института в странах-участницах Института были организованы и проведены приуроченные к этому знаменательному событию Дни ОИЯИ, насыщенная программа которых включала целый ряд тематических мероприятий и плодотворных встреч.

Еще одно яркое событие в свете предстоящего юбилея Института состоялось в конце года в Дубне: в Международном университете «Дубна» была торжественно открыта фотогалерея портретов ученых ОИЯИ, именами которых названы улицы Дубны и аллеи на площадках Института, — ученых, олицетворяющих мир большой науки.

В реалиях настоящего времени огромную важность имеет создание современных и комфортных условий для научной молодежи, которая приходит в Институт. В связи с этим особое внимание уделяется программе развития и совершенствования социальной инфраструктуры, в частности, начата модернизация спортивных площадок на стадионе «Наука», отремонтированы общежитие для молодежи Института и гостиница-общежитие, где проживают сотрудники ОИЯИ и размещаются участники конференций и семинаров.

Все эти результаты свидетельствуют о том, что Институт находится на подъеме, в фазе интенсивного развития, в том числе благодаря процессу активной интеграции в мировое научное сообщество. Вместе с нашими коллегами в странах-участницах, научными партнерами из ведущих исследовательских центров, университетов мира мы готовимся отметить 60-летие образования нашего Института, нашего «общего дома на берегу Волги», и стараемся сделать все для того, чтобы круглая дата основания Института стала поводом для укрепления его престижа в мировом научном сообществе, еще большего сплочения всех сотрудников и их коллег в странах-участницах и ассоциированных с ОИЯИ странах для достижения совместно намеченных целей.

В. А. Матвеев,
директор Объединенного института
ядерных исследований

2015

**РУКОВОДЯЩИЕ
И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ
ОРГАНЫ ОИЯИ**





РУКОВОДЯЩИЕ И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ОИЯИ

СЕССИИ КОМИТЕТА ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

Весенняя сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ состоялась 25–26 марта под председательством полномочного представителя правительства Республики Болгарии Л. Костова.

КПП, заслушав доклад директора Института В. А. Матвеева «О рекомендациях 117-й сессии Ученого совета ОИЯИ (февраль 2015 г.). О результатах деятельности ОИЯИ в 2014 г.», принял к сведению рекомендации 117-й сессии Ученого совета ОИЯИ, а также информацию дирекции ОИЯИ по выполнению плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества в 2014 г. и о планах Института на 2015 г., отметил большое количество важных физических результатов, полученных в прошлом году учеными ОИЯИ на установках Института, а также на ускорителях и реакторах других центров. В связи с усложнившейся финансово-экономической ситуацией КПП поручил дирекции ОИЯИ принять необходимые меры по сосредоточению имеющихся финансовых ресурсов для обеспечения работ, относящихся к главным проектам семилетнего плана.

КПП поддержал решения и планы дирекции по сохранению и активному развитию в интересах Института объектов инженерной, социальной и спортивной инфраструктуры ОИЯИ, которая должна отвечать современным требованиям и иметь привлекательные условия для сотрудников и гостей с учетом того, что Институт находится в фазе активного развития и возможности научно-эксперимен-

тальной базы ОИЯИ для ученых и специалистов расширятся.

КПП одобрил действия дирекции Института по прекращению в соответствии с законодательством Российской Федерации договорных отношений с генеральным подрядчиком по сооружению нового экспериментального корпуса ЛЯР (в рамках проекта DRIBs-III), исходя из сложившихся объективных трудностей в исполнении контракта, приводящих к недопустимой задержке ввода в эксплуатацию новой базовой установки ОИЯИ, и поручил организовать конкурс по выбору нового генерального подрядчика для завершения строительства объекта.

КПП обратился с просьбой к полномочным представителям правительств стран-участниц оказать содействие дирекции ОИЯИ в проведении в странах мероприятий, посвященных 60-летию со дня образования Института.

По докладу главного бухгалтера Института С. Н. Доценко «Об исполнении бюджета ОИЯИ за 2014 г.» КПП принял к сведению информацию об исполнении бюджета, уполномочил аудиторскую фирму ООО «МС-Аудит» провести проверку финансовой деятельности Института за 2014 г. и утвердил план аудиторской проверки финансовой деятельности, представленный дирекцией ОИЯИ.

Заслушав и обсудив доклад председателя Финансового комитета С. Кулганека «Об итогах заседания Финансового комитета ОИЯИ от 23–24 марта 2015 г.», КПП утвердил протокол заседания Финансового комитета и отчет ОИЯИ за 2014 г.: об исполнении бюджета по расходам — 139 603,4 тыс. долла-

ров США; об исполнении бюджета по доходам — 154 442,4 тыс. долларов США.

КПП утвердил план решения задач рабочей группы при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ на 2015–2016 гг., одобрил принципы новой методики расчета шкалы взносов государств-членов в редакции, предложенной рабочей группой.

КПП перенес утверждение окончательной редакции новой методики с учетом принятых рабочей группой принципов и правил и мониторинга их выполнения на сессию КПП в ноябре 2015 г., а также поручил дирекции ОИЯИ на основании решения КПП от 25–26 марта 2014 г. представить до 1 мая 2015 г. полномочным представителям обоснование и текст изменений, предлагаемых для внесения в нормативные документы, регламентирующие финансовую деятельность ОИЯИ.

КПП продлил с 2017 г. правило ежегодного обеспечения государствами-членами прямых расходов на персонал, направленный в ОИЯИ полномочными представителями, и внес в данное правило уточнение, устанавливающее, что с 2017 г. минимальный объем средств, уплачиваемых ежегодно каждым государством-членом в бюджет ОИЯИ, должен быть не менее суммы прямых расходов на персонал, направленный в ОИЯИ полномочным представителем, за календарный год, предшествующий году, в котором рассчитываются взносы государств-членов, плюс 20 % от этой суммы для компенсации инфраструктурных расходов ОИЯИ, плюс гранты полномочного представителя и программы сотрудничества (до 20 %). Каждая страна-участница может дополнительно к взносу финансировать отдельные проекты, в которых она заинтересована.

КПП ввел правило о необходимости реализации мер по обеспечению доли промышленного возврата государства-члена в его взносе в размере не менее 20 % на основе конкурсных процедур ОИЯИ.

КПП утвердил «Положение о политике в сфере интеллектуальной собственности ОИЯИ».

В связи с невыполнением Корейской Народно-Демократической Республикой и Республикой Узбекистан требований Устава ОИЯИ КПП поручил председателю КПП возглавить работу комиссии из полномочных представителей Республики Азербайджан, Республики Болгарии, Республики Казахстан, Республики Польши, Российской Федерации для выработки к следующему заседанию КПП предложений о дальнейшем участии

Корейской Народно-Демократической Республики и Республики Узбекистан в деятельности Института.

По докладу вице-директора Института Г.В. Трубникова «О ходе работ по проекту NICA» КПП выразил удовлетворение работой дирекции ОИЯИ по выбору генерального подрядчика для сооружения комплекса NICA, а также результатами аудита проекта, анализа сметы и адаптации проекта к современному мировому уровню подготовки подобных объектов.

Согласовав представленные условия договора генерального подряда на сооружение объекта: ориентировочную смету, этапы платежей, план-график сооружения комплекса NICA, КПП поручил дирекции ОИЯИ заключить контракт с консорциумом (ЗАО «Strabag» — генеральный подрядчик, «Budostal-3» и PSJ — потенциальные подрядчики на сооружение комплекса NICA).

КПП одобрил предложенный план по выбору генерального подрядчика на изготовление сверхпроводящего соленоида для установки MPD с условием контракта, по которому генподрядчик несет всю полноту ответственности за характеристики магнита, измеренные после его сборки и испытаний на штатной позиции в павильоне MPD. В качестве потенциальных генподрядчиков должны рассматриваться только компании, имеющие положительный опыт создания сверхпроводящих соленоидов схожих размеров.

КПП поддержал привлечение в качестве субподрядчиков по изготовлению ярма магнита и сопутствующего оборудования компаний из стран-участниц ОИЯИ на оптимальных конкурентных условиях.

КПП выразил признательность полномочным представителям правительств Республики Болгарии, Румынии, Словацкой Республики, Республики Польши и Чешской Республики за их активную позицию в поддержке заявки на включение проекта NICA в Европейскую дорожную карту научной инфраструктуры.

КПП заслушал доклады председателя Совета ЦЕРН А.Залевской «О научно-технических достижениях ЦЕРН» и руководителя Управления международных связей ЦЕРН Р.Фосса «ЦЕРН–ОИЯИ: 50 лет сотрудничества» и выразил благодарность приглашенным докладчикам. КПП также поблагодарил директора ЛИТ В.В. Коренькова за доклад «Центр уровня Tier1 для эксперимента CMS в Лаборатории информационных технологий», представленный на сессии.

20–21 ноября в Минске состоялась осенняя сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ под председательством полномочного представителя правительства Республики Болгарии Л. Костова.

КПП поздравил академика И. Тигиняну (Республика Молдова) с присвоением ему Ученым советом ОИЯИ звания «Почетный доктор ОИЯИ» за выдающийся вклад в развитие науки и подготовку молодых ученых.

КПП заслушал и обсудил доклад директора Института В. А. Матвеева «О рекомендациях 118-й сессии Ученого совета ОИЯИ (сентябрь 2015 г.). Краткий обзор результатов деятельности ОИЯИ в 2015 г. и планы на 2016 г. Об основных направлениях стратегического развития Института на 2017–2023 гг.», принял к сведению информацию дирекции ОИЯИ по выполнению заданий текущего семилетнего плана, рекомендаций Финансового комитета и решений КПП, предварительные итоги выполнения плана научно-исследовательских работ и международного научного сотрудничества в 2015 г., а также утвердил рекомендации 117-й и 118-й сессий Ученого совета ОИЯИ и Проблемно-тематический план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 2016 г.

КПП отметил достижения интернационального коллектива ученых и специалистов ОИЯИ в исполнении одобренных Ученым советом ОИЯИ планов научно-исследовательских работ и международного научного сотрудничества, усилия дирекции Института по обеспечению выполнения приоритетных задач Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2010–2016 гг., финансирования научно-исследовательских работ и модернизации экспериментальной базы в соответствии с принятыми КПП приоритетами.

КПП одобрил деятельность дирекции Института по разработке и всестороннему обсуждению проекта основных направлений стратегического плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг.

КПП поддержал усилия дирекции ОИЯИ по расширению горизонтов сотрудничества с научными организациями стран, не входящих в состав государств-членов ОИЯИ, по развитию прочных научных связей с научными центрами Индии, Бразилии, Китая и других стран, выражающих намерение присоединиться к научной программе Института и внести вклад в развитие исследовательской инфраструктуры ОИЯИ, по углублению связей с

крупнейшими международными научными организациями и интеграции ОИЯИ в европейскую и глобальную исследовательскую инфраструктуру.

КПП одобрил деятельность дирекции, направленную на совершенствование кадровой политики, системы организации научной деятельности и повышение эффективности управления, усиление роли конкурсных процедур и контроля за исполнением решений.

Заслушав и обсудив доклад главного ученого секретаря Института Н. А. Русаковича «О подготовке Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг.», КПП одобрил основные направления нового плана, отметив, что научная программа должна быть сбалансирована с финансовой стратегией и кадровой политикой.

КПП назначил рассмотрение предварительного варианта проекта нового Семилетнего плана, основанного на бюджетном прогнозе на предстоящий период, на сессии КПП в апреле 2016 г. Комитет ожидает представления Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. на утверждение КПП в ноябре 2016 г.

По докладу главного бухгалтера Института С. Н. Доценко «О проекте бюджета ОИЯИ на 2016 г.» КПП утвердил бюджет ОИЯИ на 2016 г. с общей суммой расходов 207,36 млн долларов США и взносы государств-членов ОИЯИ на 2016 г. Были подтверждены принятые на сессии 21–22 ноября 2014 г. ориентировочные размеры бюджета ОИЯИ по доходам и расходам на 2017 г. в сумме 212,58 млн долларов США и на 2018 г. в сумме 217,82 млн долларов США, а также ориентировочные суммы взносов и выплаты задолженностей государств-членов ОИЯИ, которые будут уточнены с учетом финансовой стратегии Института на 2017–2023 гг. и новой методики расчета шкалы взносов.

Заслушав и обсудив доклад председателя Финансового комитета С. Кулганека «Об итогах заседания Финансового комитета ОИЯИ от 17–18 ноября 2015 г.», КПП утвердил протокол заседания и уточненные принципы новой методики расчета шкалы взносов государств-членов ОИЯИ.

КПП ввел правило о необходимости реализации мер по обеспечению права промышленного возврата для государства-члена в размере не менее 20% от его взноса на основе конкурсных процедур ОИЯИ.

КПП принял к сведению отчет дирекции ОИЯИ о проделанной работе по выполнению решений рабочей группы в отношении норма-

тивных документов, регулирующих финансовую деятельность ОИЯИ, и поручил рабочей группе представить новую редакцию «Финансовых норм ОИЯИ» на утверждение Финансовым комитетом и КПП в апреле 2016 г.

КПП принял к сведению предложение делегации Республики Польша о целесообразности обеспечения возможности совершенствования методики расчета шкалы взносов государств-членов ОИЯИ, состоящей из двух компонентов, с учетом анализа ее применения в течение 5 лет. Первый компонент учитывает валовой внутренний продукт. Второй компонент отражает реальное участие в деятельности ОИЯИ. Мерой реального участия являются прямые расходы на персонал, направленный полномочным представителем, расходы на оплату его участия в научной деятельности ОИЯИ и международное сотрудничество, расходы на гранты полномочного представителя и программы сотрудничества.

КПП поручил дирекции Института подготовить анализ текущих результатов выполнения Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2010–2016 гг. и представить его на рассмотрение Финансовому комитету и КПП в апреле 2016 г.

Заслушав доклад директора аудиторской фирмы «МС-Аудит» А. П. Седышева «Об итогах аудиторской проверки финансово-хозяйственной деятельности Института за 2014 г.» и приняв во внимание рекомендации Финансового комитета, КПП утвердил аудиторское заключение за 2014 г. и поручил рабочей группе при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ включить в план работы рассмотрение вопросов совершенствования финансово-хозяйственной деятельности Института, отмеченных аудиторами и находящихся в компетенции Финансового комитета и КПП.

По предложению председателя КПП Л. Костова, в связи с истечением 31 декабря 2016 г. срока полномочий действующего директора ОИЯИ, КПП назначил выборы директора ОИЯИ, проводимые в соответствии с Уставом ОИЯИ и Положением о директоре ОИЯИ, на сессии КПП 4–5 апреля 2016 г. Письменные предложения по выдвижению кандидатов для избрания на должность директора Института вносятся полномочными представителями правительств государств-членов

ОИЯИ председателю КПП не позднее чем за три месяца до даты выборов.

Заслушав и обсудив информацию председателя КПП Л. Костова «О рекомендациях комиссии КПП по дальнейшему участию Корейской Народно-Демократической Республики и Республики Узбекистан в деятельности Института», КПП приостановил членство этих государств в Объединенном институте ядерных исследований до того времени, когда они вновь смогут в полной мере выполнять свои обязательства перед Институтом. КПП поручил дирекции ОИЯИ до 20 декабря 2015 г. подготовить документ, разъясняющий правила практической реализации этого решения и особенности взаимоотношений ОИЯИ с государствами, членство которых приостановлено, а также просил полномочных представителей согласовать этот документ до 20 января 2016 г.

По информации заместителя руководителя Управления научно-организационной работы и международного сотрудничества Института Д. В. Каманина «О мероприятиях, посвященных 60-летию ОИЯИ» КПП одобрил усилия руководства ОИЯИ по организации конференций, круглых столов, выставок, посвященных празднованию 60-летия Института в странах-участницах, в целях укрепления и дальнейшего развития научно-технических контактов, привлечения молодежи.

5 апреля 2016 г. в Дубне избрано днем отдельного торжественного собрания, посвященного 60-летию ОИЯИ, для участия в котором КПП предложил всем странам-участницам ОИЯИ направить национальные делегации на уровне представителей руководства правительств, национальных академий наук или профильных министерств. КПП поручил дирекции ОИЯИ подготовить программу торжественного собрания, предусмотрев возможность выступления руководителей национальных делегаций с приветственными речами, награждение орденами и медалями стран-участниц отличившихся ученых и сотрудников Института, праздничный концерт мастеров искусств, протокольные мероприятия.

КПП выразил благодарность полномочному представителю правительства Республики Белоруссия А. Г. Шумилину за доклад «Результаты и перспективы сотрудничества Белоруссия–ОИЯИ», представленный на сессии.

СЕССИИ УЧЕНОГО СОВЕТА ОИЯИ

19–20 февраля состоялась 117-я сессия Ученого совета ОИЯИ под председательством директора Института В. А. Матвеева и профессора Института ядерной физики им. Г. Неводинчаньского и Центра онкологии М. Валигурского (Краков, Польша).

В. А. Матвеев проинформировал участников сессии о решениях Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ (ноябрь 2014 г.), а также представил обзор основных результатов деятельности Института в 2014 г. и планы на 2015 г.

Директор ЛЯР С. Н. Дмитриев доложил о ходе работ по сооружению фабрики сверхтяжелых элементов, директор ЛФВЭ В. Д. Кекелидзе — о ходе работ по проекту NICA. Был заслушан доклад Экспертного комитета по проекту VM@N, представленный членом этого комитета профессором И. Церруя.

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

Ученый совет заслушал научные доклады М. Спиро «Астрофизика частиц: от АрРЭС до АрРЭС» и В. Н. Швецова «Научное наследие Ф. Л. Шапиро: из века XX в век XXI». Были также заслушаны лучшие научные доклады молодых ученых, рекомендованные ПКК.

Состоялось вручение премии им. Н. Н. Боголюбова, премии им. Б. М. Понтекорво, а также дипломов лауреатам премий ОИЯИ за 2014 г.

Состоялось также утверждение в должностях заместителей директоров ЛФВЭ и ЛРБ.

Общие положения резолюции. Ученый совет принял к сведению подробный доклад, представленный директором ОИЯИ В. А. Матвеевым, приветствовал постоянную поддержку, оказываемую странами-участницами ОИЯИ по ежегодному увеличению бюджета Института, несмотря на непростую экономическую ситуацию, а также выразил глубокую признательность за усилия, предпринимаемые полномочными представителями правительств государств-членов, которые гарантируют не только реализацию текущего семилетнего плана, но и будущее развитие ОИЯИ.

Ученый совет впечатлен большим количеством высококачественных физических результатов, полученных в прошлом году учеными ОИЯИ на отлично работающих установках

Института, а также на ускорителях и реакторах других центров и в различных коллаборациях.

Приняв к сведению решения сессии Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ (ноябрь 2014 г.), Ученый совет одобрил решение предоставить Европейской организации ядерных исследований статус наблюдателя в ОИЯИ. Аналогичное решение о предоставлении статуса наблюдателя ОИЯИ в ЦЕРН было ранее принято Советом ЦЕРН. Ученый совет рассматривает эту взаимную договоренность как стратегический шаг в активизации взаимовыгодного партнерства между этими двумя международными организациями, имеющими долгую историю сотрудничества.

Ученый совет принял к сведению информацию о взаимодействии ОИЯИ с крупными европейскими научными организациями, такими как NuPECC, ESFRI, АрРЭС и др., что, безусловно, послужит дальнейшему эффективному международному сотрудничеству в соответствующих областях исследований.

Ученый совет приветствовал избрание профессора А. Маджоры (INFN, Турин, Италия) в качестве нового члена Ученого совета.

Рекомендации по докладом. Ученый совет уделил особое внимание достижению двух главных стратегических целей ОИЯИ, а именно строительству фабрики сверхтяжелых элементов и комплекса NICA.

По докладу директора ЛЯР С. Н. Дмитриева «О ходе работ по созданию фабрики сверхтяжелых элементов» Ученый совет отметил, что создание циклотрона ДЦ-280 и новых экспериментальных установок идет в соответствии с графиком, что были приняты необходимые меры по устранению определенных проблем, возникших в связи с отставанием в строительстве экспериментального корпуса фабрики сверхтяжелых элементов. Ученый совет рекомендовал дирекциям ОИЯИ и ЛЯР продолжить работу с целью успешной реализации этого важнейшего проекта и минимизации любых задержек по времени, а также согласился с рекомендацией ПКК по ядерной физике использовать время, связанное с задержкой строительства, для подготовки экспериментов, включая разработку мишеней для пучков высокой интенсивности.

Ученый совет с удовлетворением отметил прогресс в реализации проекта NICA, представленный в докладе директора ЛФВЭ

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	– М. И. Базнат
Республика Белоруссия	– А. Г. Шумилин	Монголия	– С. Даваа
Республика Болгария	– Л. Костов	Республика Польша	– М. Валигурски
Социалистическая		Российская Федерация	– Д. В. Ливанов
Республика Вьетнам	– Ле Хонг Кхьем	Румыния	– Г. Адам
Грузия	– А. Хведелидзе	Словацкая Республика	– С. Дубничка
Республика Казахстан	– К. К. Кадыржанов	Республика Узбекистан	– А. Иноятлов
Корейская Народно-		Украина	– Д. В. Соловьев
Демократическая Республика	– Ким Се Гон	Чешская Республика	– Я. Добеш

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

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
Вице-директор Г. В. Трубников
Главный ученый секретарь Н. А. Русакович
Главный инженер Г. Д. Ширков

Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова
Директор В. В. Воронов
Исследования: <ul style="list-style-type: none">– 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
Исследования: <ul style="list-style-type: none">– 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
Исследования: <ul style="list-style-type: none">– 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
Исследования: <ul style="list-style-type: none">– 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. Джелепова
Директор В. А. Бедняков
Исследования: <ul style="list-style-type: none">– 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
Исследования: <ul style="list-style-type: none">– по радиационной генетике и радиобиологии– по фоторадиобиологии– по астробиологии– по физике защиты от излучений– математическое моделирование радиационно-индуцированных эффектов

Лаборатория ядерных реакций им. Г. Н. Флерова
Директор С. Н. Дмитриев
Исследования: <ul style="list-style-type: none">– 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
Направления деятельности: <ul style="list-style-type: none">– 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
<ul style="list-style-type: none">– общеинститутские научные и информационные отделы– административно-хозяйственные подразделения– производственные подразделения

В. Д. Кекелидзе, в частности: выбор генерального подрядчика и подготовку строительной площадки, подготовку технических проектов по основным подсистемам установки MPD, активную работу по созданию технологических линий для серийного производства сверхпроводящих магнитов для бустера и коллайдера NICA, а также ускорителя SIS-100 FAIR, детекторов mRPC TOF для BM@N и MPD, детектора TPC MPD, модулей электромагнитного калориметра, силиконового вершинного детектора для BM@N, MPD и CBM. Ученый совет с пониманием отнесся к задержкам с подписанием контрактов на строительство здания коллайдера и изготовление магнита MPD, отметив значимость проекта NICA для Института, рекомендовал дирекции ОИЯИ продолжить финансирование работ по этому проекту.

Ученый совет принял к сведению доклад Экспертного комитета по проекту BM@N, представленный профессором И. Церруя, одобрив продолжение совместной работы членов комитета и участников проекта BM@N с целью выработки концепции детектора BM@N и отдельных его компонентов, а также оценки физической программы и эффективности работы установки. Ученый совет полностью поддержал рекомендации Экспертного комитета о своевременной реализации эксперимента, поблагодарил его членов за детальную оценку проекта и рекомендовал продолжить практику представления регулярных отчетов.

Рекомендации в связи с работой ПКК.

Ученый совет поддержал рекомендации, выработанные на сессиях программно-консультативных комитетов в январе 2015 г. и представленные председателем ПКК по физике частиц И. Церруя, председателем ПКК по ядерной физике В. Грайнером и ученым секретарем ПКК по физике конденсированных сред О. В. Беловым, и предложил дирекции ОИЯИ учесть эти рекомендации при подготовке Проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 2016 г.

По физике частиц. Высоко оценив успехи в реализации проекта MPD, Ученый совет разделил беспокойство ПКК относительно выполнения двух важных этапов, остающихся в критическом состоянии, — генерального контракта на строительство здания ускорителя и контракта на производство магнита для MPD, и поддержал рекомендации по консолидации всех необходимых усилий для устранения каких-либо задержек в подписании этих контрактов, поскольку план-график всего проекта

не может быть утвержден прежде, чем контракты будут подписаны.

Ученый совет отметил важную роль Экспертного комитета по детектору BM@N для оптимизации структуры экспериментальной установки, находясь в ожидании результатов первого тестового сеанса, запланированного на февраль–март 2015 г. и нацеленного на проверку качества пучка, отклика самого детектора, триггера и интегрированной системы считывания данных с установки BM@N.

Ученый совет согласился с высокой оценкой, данной ПКК сбалансированному плану по развитию нейтринной программы ОИЯИ, который представила дирекция ЛЯП.

Ученый совет поддержал рекомендации по продолжению текущих научных работ по физике частиц во временных рамках, предложенных в материалах ПКК, подчеркнув, что это особенно справедливо для проекта LHC и его экспериментов, вклад в модернизацию в которых должен быть хорошо сбалансирован с активным участием в анализе физических данных.

По ядерной физике. Ученый совет отметил существенный прогресс, достигнутый в модернизации инфраструктуры здания ускорителя ИРЕН, а также успешные испытания новых модуляторов клистронов, поставленных в ОИЯИ. С целью выполнения научной программы к 2016 г. Ученый совет рекомендовал дирекции ЛНФ содействовать завершению ввода в эксплуатацию нейтронного источника мирового уровня с интенсивностью нейтронов до 10^{13} с^{-1} .

Ученый совет дал высокую оценку исследованиям и разработкам по теме «Неускорительная нейтринная физика и астрофизика», связанной с изучением слабого взаимодействия при исследовании новых или редких явлений, подчеркнув, что участие в международных проектах в рамках темы обеспечивает доступ к передовым разработкам для развития домашних нейтринных экспериментов на двух основных экспериментальных базах — в лабораториях, расположенных на Калининской АЭС и озере Байкал.

Ученый совет высоко оценил качество результатов, полученных во всех трех международных проектах: SuperNEMO, GERDA и EDELWEISS, уровень подготовки исследований реакторных антинейтрино в рамках проектов GEMMA и DANSS, а также значимость для науки проекта «Байкал» при лидирующей роли ОИЯИ в его реализации и рекомендовал

продление этой темы и ее проектов на следующий трехлетний срок.

Ученый совет поддержал рекомендацию о продолжении научной программы проекта ФАЗА-3 (исследование очень горячих ядер, образующихся на релятивистских пучках легких ионов нуклотрона, и динамики тепловой мультифрагментации), а также продлении темы «Совершенствование фазотрона ЛЯП (ОИЯИ) и разработка циклотронов для физических и прикладных исследований», посвященной, в основном, разработке и совершенствованию циклотронов, используемых для адронной терапии.

По физике конденсированных сред. Ученый совет одобрил качество и междисциплинарный характер основных результатов, достигнутых в 2014 г. в области исследования конденсированных сред и развития экспериментальных установок ИБР-2: в частности, приветствовал планы по модернизации дифрактометра ФДВР. Ученый совет отметил важность развития новых установок и успешной реализации программы пользователей ЛНФ на базе комплекса спектрометров ИБР-2, что откроет в исследовательской программе новые возможности и будет способствовать привлечению новых пользователей. Ученый совет согласился с мнением ПКК о необходимости дальнейшего развития программы пользователей и активного распространения информации о достигнутых научных результатах среди исследовательских центров стран-участниц ОИЯИ.

Ученый совет одобрил новые возможности, предоставляемые для высокопроизводительных вычислений гетерогенным вычислительным кластером HynbriLIT, введенным в эксплуатацию в ЛИТ, и поддержал рекомендацию ПКК о дальнейшем развитии этой установки с целью удовлетворения широкого круга интересов пользователей.

Общие вопросы. Ученый совет приветствовал планы ПКК участвовать в подготовке нового Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. и рассмотреть соответствующие предложения от лабораторий на очередных сессиях в июне 2015 г.

Ученый совет рекомендовал дирекции ОИЯИ исследовать возможность повышения эффективности и целостности работ в области нейтринной физики в ОИЯИ путем проведения их в рамках единой программы.

Доклады молодых ученых. Ученый совет с одобрением заслушал доклады молодых

ученых, которые были выбраны программно-консультативными комитетами для представления на данной сессии: «Модель последовательного электронного транспорта в системе графен–нуклеотид–графен. Расшифровка ДНК», «О возможности изучения образования $\Phi(1020)$ -мезона на NICA/MPD», «Анализ экспериментальных данных прибора ДАН миссии НАСА “Марсианская научная лаборатория”», и поблагодарил докладчиков: В. Л. Каткова, Л. Йорданову и П. А. Дубасова. Ученый совет будет приветствовать подобные доклады в будущем.

О составах ПКК. По предложению дирекции ОИЯИ Ученый совет ввел И. Штекла (IEAP STU, Прага) в состав ПКК по ядерной физике сроком на три года.

Научные доклады. Ученый совет высоко оценил научные доклады «Астрофизика частиц: от АрРIS до АрРЕС» и «Научное наследие Ф. Л. Шапиро: из века XX в век XXI» и поблагодарил профессоров М. Спиро и В. Н. Швецова за содержательные выступления.

Награды и премии. Ученый совет поздравил профессоров Г. Стратана (Румыния) и Б. Ю. Шаркова (Россия) с вручением дипломов «Почетный доктор ОИЯИ».

Ученый совет утвердил рекомендации жюри о присуждении премий ОИЯИ за 2014 г. по итогам ежегодного конкурса научных работ в области теоретической физики, экспериментальной физики, научно-методических исследований и научно-технических прикладных исследований.

Ученый совет поздравил профессоров В. А. Рубакова (ИЯИ РАН, Москва) и М. Энно (ISIPC и ULB, Брюссель) с присуждением премии им. Н. Н. Боголюбова за выдающиеся достижения в теоретической и математической физике, вклад в развитие международного научного сотрудничества и подготовку молодых ученых и поблагодарил их за превосходные выступления.

Ученый совет поздравил профессора Г. В. Домогацкого (ИЯИ РАН, Москва) с присуждением премии им. Б. М. Понтекорво за выдающийся вклад в развитие нейтринной астрофизики высоких энергий и нейтринной астрономии, в частности, пионерские работы по разработке методики детектирования нейтрино высоких энергий подводным детектором и создание действующей установки на озере Байкал и поблагодарил его за превосходное выступление.

Утверждение в должностях заместителей директоров лабораторий ОИЯИ. Ученый совет утвердил в должностях: заместителей директора ЛФВЭ — А. С. Водопьянова, Ю. К. Потребеникова, А. С. Сорина и Г. Г. Ходжибагияна, заместителей директора ЛРБ — В. Лиси и Г. Н. Тимошенко до окончания полномочий директоров этих лабораторий.

Ученый совет согласился с предложением дирекции ЛФВЭ перенести утверждение в должности пятого заместителя директора на следующую сессию, а также рекомендовал дирекции ОИЯИ изыскивать выдающихся кандидатов во всех странах-участницах и стремиться поддерживать гендерный баланс.

24–25 сентября состоялась 118-я сессия Ученого совета ОИЯИ под председательством директора Института В. А. Матвеева и профессора Института ядерной физики им. Г. Неводничаньского и Центра онкологии М. Валигурского (Краков, Польша).

В. А. Матвеев представил подробный доклад о предварительных результатах реализации текущего Семилетнего плана развития ОИЯИ (2010–2016 гг.), начале планирования на следующий семилетний период, последних событиях в области международного сотрудничества ОИЯИ и предстоящем праздновании 60-летия Института.

Ученый совет заслушал предложения в первый проект Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг., представленные вице-директорами Института Г. В. Трубниковым, Р. Ледницким и М. Г. Иткисом.

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

Ученый совет заслушал научный доклад «Проект SKA», представленный министром-советником посольства ЮАР в Москве профессором Р. Адамом, и «Отчет о проведении конференции SQM'2015» и круглого стола «Южная Африка – NICA», представленный профессором Ж. Клеймансом. Были также заслушаны лучшие научные доклады молодых ученых, рекомендованные ПКК.

В. А. Матвеев представил предложение дирекции о присвоении звания «Почетный доктор ОИЯИ». Состоялось вручение дипломов лауреатам премий ОИЯИ за 2014 г.

На сессии состоялось утверждение в должности заместителя директора ЛФВЭ.

Общие положения резолюции. По докладу директора ОИЯИ В. А. Матвеева Ученый совет с удовлетворением отметил, что коллективом ОИЯИ достигнуты основные цели текущего семилетнего плана: своевременный ввод в эксплуатацию модернизированного реактора ИБР-2, изготовление основных узлов циклотрона DC-280, прогресс в модернизации ускорительного комплекса «Нуклотрон–NICA», создание вычислительного центра уровня Tier1 в ОИЯИ, ввод в действие дубненского кластера установки «Байкал–ГВД» и получение первых научных данных. Ученый совет поздравил сотрудников ОИЯИ с этими важными результатами.

Ученый совет оценил недавнее подписание контракта на строительство ускорительного комплекса NICA как важный шаг на пути своевременной реализации проекта и поздравил дирекцию ОИЯИ с этим важным событием.

Приняв к сведению ситуацию в строительстве здания фабрики сверхтяжелых элементов (СТЭ), Ученый совет призвал дирекцию предпринять все возможные меры с целью сокращения образовавшейся задержки начала экспериментов на этой важной установке.

Ученый совет вновь одобрил предпринимаемые дирекцией усилия по интеграции исследовательской программы и установок ОИЯИ в европейскую и мировую научную инфраструктуру, что позволяет активизировать и обогатить международное сотрудничество в области науки.

Ученый совет отметил начало подготовки следующего Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. с учетом хода выполнения текущего семилетнего плана до конца 2016 г.

Рекомендации по первому проекту Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. Ученый совет принял к сведению предложения в проект Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг., представленные вице-директорами Института Г. В. Трубниковым (развитие научно-исследовательской инфраструктуры ОИЯИ), Р. Ледницким (физика элементарных частиц и тяжелых ионов высоких энергий, информационные технологии) и М. Г. Иткисом (ядерная физика низких и промежуточных энергий, нейтронная ядерная физика, физика конденсированных сред).

Ученый совет отметил, что основными принципами для разработки этого плана следует считать преимущество проводимой

научно-исследовательской программы вместе с новыми возможностями, открывающимися благодаря передовым техническим разработкам, усиление кадрового потенциала в качественном и количественном отношении, совершенствование системы управления Института и соответствующих нормативных документов.

Исходя из этих принципов, Ученый совет рекомендовал в новом семилетнем плане предусмотреть решение таких задач, как:

- обеспечение эффективного использования новых и усовершенствованных базовых установок, созданных в период текущего семилетнего плана (модернизированный реактор ИБР-2, фабрика СТЭ);

- строительство первой очереди комплекса NICA (2019 г.);

- развитие международного сотрудничества вокруг базовых установок ОИЯИ и дальнейшая интеграция их в европейскую и мировую научно-исследовательскую инфраструктуру;

- адаптация кадрового состава Института к требованиям, обусловленным созданием новых базовых установок;

- привлечение новых стран в сообщество ОИЯИ;

- совершенствование общей инфраструктуры и методов работы ОИЯИ с учетом опыта лучших международных научно-исследовательских центров.

Ученый совет рекомендовал дирекции продолжить разработку семилетнего плана для дальнейшего рассмотрения на следующей сессии.

Рекомендации в связи с работой ПКК.

Ученый совет поддержал рекомендации программно-консультативных комитетов в июне 2015 г., представленные профессорами И. Церруя (ПКК по физике частиц), Ф. Пикмалем (ПКК по ядерной физике) и П. А. Алексеевым (ПКК по физике конденсированных сред), и рекомендовал дирекции ОИЯИ учесть эти рекомендации при подготовке Проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 2016 г.

По физике частиц. Ученый совет отметил успехи, достигнутые ОИЯИ в развитии ускорительного комплекса NICA: создание технологической линии для изготовления сверхпроводящих магнитов, системы диагностики и контроля, ионных источников, начало ввода в эксплуатацию новых линейных ускорителей и других элементов и систем комплекса NICA.

Ученый совет одобрил плодотворную работу Экспертного комитета по детектору MPD и команды MPD, а также успехи в осуществлении проекта — подготовку технических проектов основных подсистем, подготовку структурных элементов установки и запуск технологических участков для серийного производства детекторов, что должно проходить в соответствии с общим планом по созданию детектора в его окончательной конфигурации. Ученый совет поддержал рекомендации ПКК увеличить количество сотрудников, занятых в реализации этого флагманского проекта ОИЯИ.

Отметив значительные успехи участников проекта VM@N, включая результаты моделирования и результаты первого технического сеанса, Ученый совет согласился с рекомендациями ПКК по дальнейшему развитию установки и сотрудничеству с командой CBM FAIR, а также по проведению переговоров с другими внешними группами о возможном сотрудничестве.

Ученый совет поддержал решение ПКК утвердить рассмотренные текущие и новые проекты только до конца действия нынешнего семилетнего плана, за исключением крупных проектов, когда очевидно, что обязательства Института выходят за пределы этих сроков. В процессе подготовки следующего семилетнего плана развития ОИЯИ это позволит руководству лабораторий и Института с максимальной гибкостью определить свои приоритеты.

По ядерной физике. Ученый совет принял к сведению рекомендации ПКК по завершающейся теме «Физика легких мезонов», предложенной для продления. Научная программа темы, связанная с изучением рождения, распада и взаимодействий легких мезонов и мюонов с целью определения симметрий и динамики процессов взаимодействия, включает пять проектов (COMET, GDH&SPASCHARM, MEG-PEN, SPRING, ТРИТОН) и два эксперимента (МЮОН, PAINUC), реализуемые на различных ускорителях в мире. За отчетный период 2013–2015 гг. были получены многочисленные новые результаты, опубликованные и доложенные на международных конференциях.

Ученый совет отметил высокий уровень исследований, выполненных по данной теме, и поддержал ее продление в 2016 г. Тема и входящие в нее проекты будут повторно рассмотрены в рамках нового семилетнего плана.

По физике конденсированных сред. Ученый совет высоко оценил усилия дирекции

ЛНФ по развитию инструментальной базы установки ИБР-2, в частности, ввод в эксплуатацию дифрактометра RTD — нового прибора, разработанного для исследований необратимых процессов в твердых телах *in situ* и в реальном времени, который уже включен в пользовательскую программу. В связи с успешным завершением работ по созданию установки Ученый совет поддержал рекомендацию ПКК о закрытии проекта «Дифрактометр для исследований переходных процессов в реальном времени на реакторе ИБР-2».

Ученый совет одобрил рекомендации ПКК о продлении темы «Проведение медико-биологических исследований на адронных пучках ОИЯИ» на 2016 г., отметив высокую научную и социальную значимость полученных за последние три года результатов как в области клинических исследований по применению протонной терапии для лечения различных заболеваний, так и в области радиобиологии и радиационной генетики.

Ученый совет приветствовал первые научные результаты ЛРБ в области астробиологии: на ускорителях ОИЯИ в сотрудничестве со специалистами из итальянских университетов получены новые данные по моделированию синтеза пребиотических соединений в космосе. Признавая успешное начало работ в этом направлении, Ученый совет поддержал рекомендацию ПКК о продлении темы «Исследование космического вещества на Земле и в ближайшем космосе; исследование биологических и геохимических особенностей ранней Земли» на 2016 г.

Общие вопросы. Ученый совет принял к сведению рекомендации ПКК о первых предложениях, полученных от лабораторий в новый Семилетний план развития ОИЯИ (2017–2023 гг.) в соответствующих областях деятельности. На следующих сессиях намечено обсуждение первого проекта плана с акцентом на временных графиках выполнения различных исследовательских программ. Ученый совет высоко оценил готовность ПКК участвовать в подготовке этого важного документа.

Доклады молодых ученых. Ученый совет с одобрением заслушал доклады молодых ученых, выбранные программно-консультативными комитетами для представления на данной сессии: «Методы увеличения эффективности регистрации редкого распада $K_L^0 \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ в эксперименте E-391», «Производство струббок для эксперимента СОМЕТ», «Исследо-

вание кристаллической и магнитной структуры наноструктурированных лантан-стронциевых манганитов в широком диапазоне давлений и температур», и поблагодарил докладчиков: Ю. Ю. Степаненко (ЛЯП), Н. Цвераву (ЛЯП) и Н. М. Белозерову (ЛНФ). Ученый совет будет приветствовать подобные доклады в будущем.

О составах ПКК. По предложению дирекции ОИЯИ Ученый совет назначил Э. Э. Бооса (НИИЯФ МГУ, Москва) и П. Заваду (ИФ, Прага) в состав ПКК по физике частиц сроком на три года. Ученый совет выразил благодарность В. И. Саврину за успешную работу, проделанную в качестве члена данного ПКК.

По предложению дирекции ОИЯИ Ученый совет назначил Д. Сангаа (ИФТ, Улан-Батор) в состав ПКК по физике конденсированных сред сроком на три года. Ученый совет выразил благодарность Л. Дубровинскому за успешную работу, проделанную в качестве члена данного ПКК.

Научные доклады. Ученый совет высоко оценил научные доклады «Проект SKA» и «Отчет о проведении конференции SQM'2015 и круглого стола «Южная Африка – NICA» и поблагодарил профессоров Р. Адама и Ж. Клейманса за содержательные выступления.

Награды и премии. Ученый совет одобрил предложение дирекции ОИЯИ о присвоении звания «Почетный доктор ОИЯИ» профессорам Н. В. Замфиру (Румыния), Ю. Ц. Оганесяну (Россия), И. Тигиняну (Молдова), В. Е. Фортову (Россия), П. Фре (Италия), Р.-Д. Хойеру (Германия), Дж. Хубуа (Грузия), Х. Штёкеру (Германия) за выдающийся вклад в развитие науки и в подготовку молодых ученых.

Ученый совет поздравил лауреатов премий ОИЯИ за 2014 г. — победителей ежегодного конкурса научных работ в области теоретической физики, экспериментальной физики, научно-методических исследований и научно-технических прикладных исследований.

Утверждение в должности заместителя директора ЛФВЭ. Ученый совет утвердил Р. Ценова в должности заместителя директора Лаборатории физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина до окончания полномочий директора ЛФВЭ.

ЗАСЕДАНИЯ ФИНАНСОВОГО КОМИТЕТА ОИЯИ

Заседание Финансового комитета состоялось 23–24 марта под председательством представителя Чешской Республики С. Кулганека.

Финансовый комитет, заслушав доклад директора Института В. А. Матвеева «О рекомендациях 117-й сессии Ученого совета ОИЯИ (февраль 2015 г.). О результатах деятельности ОИЯИ в 2014 г.», дал высокую оценку научным результатам, полученным международным коллективом ОИЯИ в 2014 г., а также отметил, что в условиях сложной финансово-экономической ситуации 2014 г. исполнение бюджета ОИЯИ в достаточной мере соответствовало решениям КПП по созданию базовых установок и реализации научной программы ОИЯИ.

Финансовый комитет поддержал действия дирекции, направленные на внедрение мер по оптимизации и экономии финансовых, материальных и трудовых ресурсов, и поддержал решения и планы дирекции по сохранению и активному развитию в интересах Института объектов инженерной, социальной и спортивной инфраструктуры ОИЯИ.

Финансовый комитет одобрил действия дирекции ОИЯИ по прекращению договорных отношений с генеральным подрядчиком по сооружению нового экспериментального корпуса ЛЯР (в рамках проекта DRIBs-III) и поручил организовать конкурс по выбору нового генерального подрядчика для завершения строительства объекта.

По докладу главного бухгалтера Института С. Н. Доценко «Об исполнении бюджета ОИЯИ за 2014 г.» Финансовый комитет рекомендовал КПП принять к сведению информацию об исполнении бюджета ОИЯИ за 2014 г.: по расходам — в сумме 139 603,4 тыс. долларов США; по доходам — в сумме 154 442,4 тыс. долларов США, а также уполномочить аудиторскую фирму ООО «МС-Аудит» провести проверку финансовой деятельности Института за 2014 г. и утвердить план аудиторской проверки финансовой деятельности, представленный дирекцией ОИЯИ.

Финансовый комитет выразил глубокую озабоченность тем, что приостановление права голоса Корейской Народно-Демократической Республики и Республики Узбекистан в Комитете полномочных представителей в связи с наличием у этих государств-членов финансо-

вой задолженности по уплате взносов в бюджет ОИЯИ по истечении более двух лет с момента принятия этого решения не повлияло на уменьшение задолженности, и рекомендовал КПП рассмотреть вопрос о преодолении сложившейся ситуации.

По докладу председателя рабочей группы А. Хведелидзе «Об итогах заседания рабочей группы при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ от 16–17 февраля 2015 г.», Финансовый комитет рекомендовал КПП утвердить план задач рабочей группы при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ на 2015–2016 гг., одобрить принципы новой методики расчета шкалы взносов государств-членов в редакции, предложенной рабочей группой, а также продлить с 2017 г. правило ежегодного обеспечения государствами-членами прямых расходов на персонал, направленный в ОИЯИ полномочными представителями, и внести в данное правило уточнение, устанавливающее, что с 2017 г. минимальный объем средств, уплачиваемых ежегодно каждым государством-членом в бюджет ОИЯИ, должен быть не менее суммы прямых расходов на персонал, направленный в ОИЯИ полномочным представителем, за календарный год, предшествующий году, в котором рассчитываются взносы государств-членов, плюс 20 % от этой суммы для компенсации инфраструктурных расходов ОИЯИ, плюс гранты полномочного представителя и программы сотрудничества (до 20 %). Каждая страна-участница может дополнительно к взносу финансировать отдельные проекты, в которых она заинтересована.

Финансовый комитет рекомендовал КПП ввести правило о необходимости реализации мер по обеспечению доли промышленного возврата государства-члена в его взносе в размере не менее 20 %, а также рассмотреть возможность перенести утверждение окончательной редакции новой методики с учетом принятых рабочей группой принципов, правил и мониторинга их выполнения на сессию КПП в ноябре 2015 г. Рекомендовано на основании решения КПП от 25–26 марта 2014 г. поручить дирекции ОИЯИ представить до 1 мая 2015 г. полномочным представителям обоснование и текст изменений, предлагаемых для внесения в нормативные документы, регламентирующие финансовую деятельность ОИЯИ.

Финансовый комитет рекомендовал КПП утвердить с учетом замечаний «Положение о

политике в сфере интеллектуальной собственности ОИЯИ», проект которого был представлен помощником директора Института по инновационному развитию А. В. Рузаевым.

Заслушав доклад вице-директора Института Г. В. Трубникова «О ходе работ по проекту NICA», Финансовый комитет одобрил работу дирекции ОИЯИ по выбору генерального подрядчика для сооружения комплекса NICA, результаты аудита проекта, анализа сметы и адаптации проекта к современному мировому уровню подготовки подобных объектов. Рекомендовал КПП согласовать представленные условия договора генерального подряда на сооружение объекта: ориентировочную смету, этапы платежей, план-график сооружения комплекса NICA — и поручить дирекции ОИЯИ заключить контракт с консорциумом (ЗАО «Strabag» — генеральный подрядчик, Budostal-3 и PSJ — потенциальные подрядчики на сооружение комплекса NICA).

Финансовый комитет поддержал предложенный план по выбору генерального подрядчика на изготовление сверхпроводящего соленоида для установки MPD с условием контракта, по которому генподрядчик несет всю полноту ответственности за характеристики магнита, измеренные после его сборки и испытаний на штатной позиции в павильоне MPD. В качестве потенциальных генподрядчиков должны рассматриваться только компании, имеющие положительный опыт создания сверхпроводящих соленоидов схожих размеров.

Финансовый комитет одобрил привлечение в качестве субподрядчика по изготовлению ярма магнита и сопутствующего оборудования чешской компании «Vitkovice», а также аналогичных компаний из стран-участниц ОИЯИ на оптимальных конкурентных условиях.

Финансовый комитет заслушал доклад «Прецизионное измерение поляризуемости заряженного пиона в эксперименте COMPASS», представленный начальником сектора ЛЯП А. В. Гуськовым.

Заседание Финансового комитета состоялось 17–18 ноября в Минске под председательством представителя Чешской Республики С. Кулганека.

Финансовый комитет заслушал доклад директора Института В. А. Матвеева «О планах научно-исследовательской деятельности и приоритетах бюджетной политики ОИЯИ в 2016 г. Об основных направлениях стратегического развития Института на

2017–2023 гг.», принял к сведению рекомендации 118-й сессии Ученого совета ОИЯИ, информацию дирекции ОИЯИ по выполнению заданий семилетнего плана, рекомендаций Финансового комитета и решений КПП (март 2015 г.), а также предварительные итоги выполнения плана научно-исследовательских работ и международного научного сотрудничества в 2015 г.

Финансовый комитет отметил, что обеспечение финансовыми ресурсами выполняемых научно-исследовательских работ и модернизации экспериментальной базы осуществляется дирекцией ОИЯИ в соответствии с принятыми КПП приоритетами.

Комитет принял к сведению информацию о деятельности дирекции Института по разработке и всестороннему обсуждению проекта основных направлений стратегического плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. и финансовой стратегии на эти годы.

Финансовый комитет одобрил деятельность дирекции, направленную на повышение эффективности системы управления, усиления конкурсных процедур и контроля за исполнением решений.

Финансовый комитет рекомендовал КПП поручить дирекции Института представить бюджетный прогноз ОИЯИ на период 2017–2023 гг. на одобрение КПП в апреле 2016 г.

По докладу главного ученого секретаря Института Н. А. Русаковича «О подготовке Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг.» Финансовый комитет отметил важность и своевременность подготовки нового плана развития Института в связи с завершением текущего Семилетнего плана развития ОИЯИ (2010–2016 гг.).

Финансовый комитет рекомендовал КПП поручить дирекции Института подготовить анализ текущих результатов выполнения Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2010–2016 гг. и представить его на рассмотрение Финансового комитета и КПП в апреле 2016 г., а также представить план развития Института на 2017–2023 гг. на утверждение КПП в ноябре 2016 г.

По докладу главного бухгалтера Института С. Н. Доценко «О проекте бюджета ОИЯИ на 2016 г.» Финансовый комитет рекомендовал КПП утвердить бюджет ОИЯИ на 2016 г. с общей суммой расходов 207,36 млн долларов США и размер взносов государств-членов ОИЯИ на 2016 г.

Финансовый комитет подтвердил принятые на сессии КПП 21–22 ноября 2014 г.

ориентировочные размеры бюджета ОИЯИ по доходам и расходам на 2017 г. в сумме 212,58 млн долларов США и на 2018 г. в сумме 217,82 млн долларов США, а также ориентировочные суммы взносов и выплаты задолженностей государств-членов ОИЯИ, которые будут уточнены в процессе принятия финансовой стратегии Института на 2017–2023 гг. и новой методики расчета шкалы взносов.

Финансовый комитет рекомендовал дирекции Института проработать вопрос об установлении объемов обязательств Российской Федерации по уплате взноса в бюджет ОИЯИ в валюте государства местопребывания Института.

По докладу вице-директора Института Г.В. Трубникова «Об итогах заседания рабочей группы при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ от 1–5 июля 2015 г.» Финансовый комитет рекомендовал КПП утвердить уточненные принципы новой методики расчета шкалы взносов государств-членов ОИЯИ; ввести правило о необходимости реализации мер по обеспечению права промышленного возврата для государства-члена в размере не менее 20% от его взноса на основе конкурсных процедур ОИЯИ; принять к сведению отчет дирекции ОИЯИ о проделанной работе по выполнению решений рабочей группы в отношении нормативных документов, регулирующих финансовую деятельность ОИЯИ; поручить рабочей группе представить новую редакцию «Финансовых норм ОИЯИ» на утверждение Финансовым комитетом и КПП в апреле 2016 г.

Финансовый комитет принял к сведению предложение делегации Республики Польша о целесообразности совершенствования мето-

дики расчета шкалы взносов государств-членов ОИЯИ, состоящей из двух компонентов, с учетом анализа ее применения в течение 5 лет. Первый компонент учитывает валовой внутренний продукт. Второй компонент отражает реальное участие в деятельности ОИЯИ. Мерой реального участия являются прямые расходы на персонал, направленный полномочным представителем, расходы на оплату его участия в научной деятельности ОИЯИ и международное сотрудничество, расходы на гранты полномочного представителя и программы сотрудничества.

По информации директора аудиторской фирмы «МС-Аудит» А.П. Седышева «Об итогах аудиторской проверки финансово-хозяйственной деятельности Института за 2014 г.» Финансовый комитет рекомендовал КПП утвердить аудиторское заключение за 2014 г. и поручить рабочей группе при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ включить в план работы подготовку рекомендаций ФК и КПП по вопросам совершенствования финансово-хозяйственной деятельности Института, отмеченных аудиторами и находящихся в компетенции ФК и КПП.

Финансовый комитет поручил дирекции ОИЯИ регулярно представлять на рассмотрение Финансового комитета и КПП отчет о выполнении мероприятий по устранению замечаний, отраженных в актах аудиторской проверки финансово-хозяйственной деятельности Института.

Финансовый комитет с интересом заслушал доклад «Образовательные программы УНЦ ОИЯИ», представленный директором Учебно-научного центра С.З. Пакуляком.

СЕССИИ ПРОГРАММНО-КОНСУЛЬТАТИВНЫХ КОМИТЕТОВ

41-я сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред состоялась 22–23 января под председательством профессора В. Канцера.

Председатель приветствовал новых членов ПКК профессоров М. Дубничкову и Т. Перринга и ознакомил ПКК с докладом, представленным на сессии Ученого совета ОИЯИ в сентябре 2014 г., о выполнении рекомендаций предыдущей сессии ПКК. Вице-директор ОИЯИ М.Г. Иткис проинформировал ПКК о резолюции 116-й сессии Ученого совета Института (сентябрь 2014 г.) и решениях Ко-

митета полномочных представителей (ноябрь 2014 г.).

Заслушав доклад о реализации программы пользователей ЛНФ на базе комплекса спектрометров реактора ИБР-2, ПКК поддержал работу по дальнейшему развитию этой программы.

По докладу об основных научных результатах, полученных в области исследования конденсированных сред, и развитии установок на реакторе ИБР-2 в 2014 г. ПКК отметил высокое качество и междисциплинарный характер достигнутых результатов и рекомендовал ЛНФ рассмотреть возможность рас-

пространения информации о представленных результатах среди исследовательских центров стран-участниц ОИЯИ, а также предложил заслушать доклад о ключевых результатах, достигнутых в области физики конденсированных сред в мире за последние несколько лет. ПКК рекомендовал дирекции ЛНФ изыскать возможности для вовлечения стран-участниц ОИЯИ в использование комплекса спектрометров реактора ИБР-2 для исследований в области нанонауки и нанотехнологий.

Приняв к сведению информацию о работах на дифрактометре ФДВР, ПКК поддержал усилия по развитию нейтронной дифракционной техники высокого разрешения для импульсных источников нейтронов. Высоко оценив планы модернизации дифрактометра ФДВР, ПКК выразил пожелание заслушать информацию о полной программе модернизации всех установок ЛНФ для выработки обоснованных рекомендаций.

ПКК с интересом заслушал доклад о новых возможностях, предоставляемых для высокопроизводительных вычислений гетерогенным вычислительным кластером HybridIT, введенным в эксплуатацию в ЛИТ. Являясь эффективным компонентом Многофункционального центра хранения, обработки и анализа данных, кластер HybridIT представляет собой крайне востребованную установку для решения ресурсоемких задач, возникающих в ходе научно-исследовательских работ в ОИЯИ. ПКК рекомендовал продолжить развитие кластера с целью удовлетворения широкого круга интересов пользователей.

Заслушав информацию о проведении международной конференции «Исследования конденсированных сред на реакторе ИБР-2» (Дубна, 24–27 июня 2014 г.), ПКК высоко оценил важность конференции для нейтронного научного сообщества и рекомендовал в дальнейшем организовывать ее раз в два года. Следующую конференцию предлагается организовать в рамках Международного года света и световых технологий-2015. ПКК предложил включить в программу конференции работы по нейтронно-оптическим методам для исследований материалов.

Приняв к сведению сообщение о проведении V Международной молодежной научной школы «Приборы и методы экспериментальной ядерной физики. Электроника и автоматика экспериментальных установок» (Дубна, 10–15 ноября 2014 г.), ПКК отметил высокий уровень и важность школы для привлечения молодых профессионалов в эти области исследований и рекомендовал организовывать

школу ежегодно для дальнейшего развития и поддержки бесперебойной работы основных экспериментальных установок ОИЯИ.

ПКК заслушал информацию о круглом столе «Актуальные проблемы общей и космической радиобиологии и астробиологии» (Дубна, 28–29 октября 2014 г.), посвященном памяти академиков Н. М. Сисакяна и А. Н. Сисакяна.

ПКК с большим интересом заслушал научные доклады: «Исследования водородного связывания в фототермохромных и флуоресцентных красителях» А. Филяровского, «Латентные треки быстрых тяжелых ионов в оксидах Y-Al и Y-Ti» В. А. Скуратова, «Пористые сенсоры для анализа токсических веществ на основе трековых мембран, обладающих свойствами гигантского комбинационного рассеяния» А. Н. Нечаева, «Индукция и репарация кластерных повреждений ДНК в фибробластах человека при действии ускоренных ионов бора и γ -квантов» Л. Йежковой, «Туннельный контакт на базе графена» В. Л. Каткова и «Тестирование электронных компонент на ускорителях ЛЯР ОИЯИ» С. В. Митрофанова. ПКК рекомендовал продолжить практику представления научных докладов на будущих сессиях.

Приняв к сведению стендовые сообщения молодых ученых ЛТФ и ЛЯП, ПКК избрал работу О. Г. Исаевой «Модель последовательного электронного транспорта в системе графен-нуклеотид-графен. Расшифровка ДНК» в качестве лучшего сообщения на данной сессии и рекомендовал представить ее в виде устного доклада на сессии Ученого совета Института в феврале 2015 г. ПКК также отметил высокий уровень двух других стендовых сообщений: «Позитронно-аннигиляционная спектроскопия на установке LERTA» (П. Хородек) и «Рентгеновская микротомография на установке MARS» (Д. А. Кожевников).

ПКК заслушал информацию дирекции ОИЯИ о начале подготовки нового семилетнего плана развития ОИЯИ (2017–2023 гг.). Дирекция попросила лаборатории ОИЯИ разработать свое видение научно-исследовательских работ для реализации в ходе следующего семилетнего периода и представить первые предложения по соответствующим направлениям исследований на следующих сессиях ПКК в июне 2015 г. ПКК отметил важность этой работы для будущего развития ОИЯИ и запланировал рассмотрение предложений лабораторий в этот план в области исследований конденсированных сред на следующей сессии.

В качестве общего замечания ПКК рекомендовал лабораториям ОИЯИ на зимних сессиях представлять отчеты о результатах, по-

лученных в рамках тем и проектов за прошедший год.

42-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц состоялась 26–27 января под председательством профессора И. Церруя.

Председатель ПКК представил краткое сообщение о выполнении рекомендаций предыдущей сессии. Вице-директор ОИЯИ Р. Ледницки проинформировал ПКК о резолюции 116-й сессии Ученого совета Института (сентябрь 2014 г.) и решениях Комитета полномочных представителей (ноябрь 2014 г.).

Ознакомившись с ходом работ по выполнению проекта NICA, ПКК отметил, что процесс завершения двух важных этапов — подписания генерального контракта на строительство здания ускорителя и контракта на производство магнита для MPD — остается в критическом состоянии. Со времени последнего отчета по этим двум позициям была выполнена подготовительная работа, и ПКК рекомендовал сосредоточить все необходимые усилия для устранения каких-либо задержек в подписании контрактов, поскольку план-график всего проекта не может быть утвержден прежде, чем контракты не будут подписаны.

ПКК отметил успехи в подготовке проекта VM@N и поддержал представленный план реализации проекта на выведенном пучке нуклофона, ожидая результатов первого тестового сеанса в феврале–марте 2015 г. ПКК также отметил важную роль Экспертного комитета в разработке детектора VM@N для оптимизации структуры экспериментальной установки. Комитет принял к сведению, что создание установки VM@N предусматривает этапность, обусловленную программой модернизации нуклофона и развитием подсистем самой установки.

ПКК с удовлетворением отметил значительный вклад группы ОИЯИ в создание детектора CBM, считая, что участие ОИЯИ приводит к значительной скоординированной работе проектов FAIR и NICA и имеет важное значение для успешной реализации проектов VM@N и MPD на комплексе «Нуклофон–NICA». ПКК решительно поддержал продолжение участия группы ОИЯИ в проекте CBM до конца 2020 г.

ПКК приветствовал начало подготовки установки NupurNIS к работе с пучком ${}^7\text{Li}$ в сеансе нуклофона и рекомендовал продолжение проекта до конца 2018 г.

ПКК с интересом заслушал информацию о подготовке эксперимента DSS с поляризован-

ным пучком дейтронов на внутренней мишени нуклофона и планах по дальнейшему развитию поляриметрии на нуклофоне при значительном вкладе со стороны японских коллег. Комитет поддержал продолжение проекта DSS до конца 2018 г. Вместе с тем, ПКК попросил представить на следующем заседании результаты подробного GEANT-моделирования эксперимента, использующего 30-метровую времяпролетную систему.

ПКК с удовлетворением отметил достижения группы ОИЯИ в разработке соленоида и мюонной подсистемы установки PANDA и рекомендовал продлить участие группы ОИЯИ в проекте PANDA до конца 2019 г.

ПКК высоко оценил работу группы ОИЯИ в эксперименте ATLAS, научную значимость и качество результатов, полученных в ходе первого сеанса работы ЛНС и рекомендовал продолжить участие ОИЯИ в проекте до конца 2019 г. Комитет высоко оценил значительный вклад групп ОИЯИ как в модернизацию детекторов на этапе первой фазы, так и в анализ экспериментальных данных, полученных в экспериментах на ЛНС. ПКК ожидает такого же активного участия групп ОИЯИ в международных конференциях, соразмерного количества докладов и научных публикаций, отражающих их весомый вклад.

ПКК обсудил письменные ответы авторов проекта «Байкал» и был удовлетворен предоставленной информацией. Комитет призвал продолжить выполнение хорошо разработанного плана по консолидации нейтринных исследований в ОИЯИ.

ПКК принял к сведению информацию дирекции ОИЯИ о начале подготовки нового Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. Комитет ожидает соответствующих предложений от лабораторий, с тем чтобы рассмотреть их на следующих сессиях ПКК.

ПКК заслушал научные доклады: «Ро-вибрационная спектроскопия молекулярного иона водорода и антипротонного гелия» В. И. Коробова и «Эксперимент DIRAC в ЦЕРН. Статус и перспективы» Л. Г. Афанасьева.

ПКК призвал дирекцию ОИЯИ принять необходимые меры для увеличения числа аспирантов и молодых ученых, занятых в крупных проектах в лабораториях. С интересом ознакомившись со стендовыми сообщениями молодых ученых ЛЯП и ЛФВЭ в области физики частиц, ПКК выбрал сообщение «Возможность изучения рождения $\Phi(1020)$ -мезонов на NICA/MPD», представленное Л. Йордановой, для доклада на сессии Ученого совета в феврале 2015 г.

41-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике состоялась 29–30 января под председательством профессора В. Грайнера.

Председатель ПКК представил краткое сообщение о выполнении рекомендаций предыдущей сессии. Вице-директор ОИЯИ М. Г. Иткис проинформировал ПКК о резолюции 116-й сессии Ученого совета Института (сентябрь 2014 г.) и решениях Комитета полномочных представителей (ноябрь 2014 г.).

ПКК заслушал доклад о текущем состоянии дел и развитии установки ИРЕН. С целью выполнения научной программы к 2016 г. ПКК рекомендовал дирекции ЛНФ оказать поддержку в завершении ввода в эксплуатацию нейтронного источника мирового уровня с интенсивностью нейтронов до 10^{13} с^{-1} .

ПКК принял к сведению отчет о ходе работ по сооружению фабрики сверхтяжелых элементов и рекомендовал использовать время, связанное с задержкой строительства, для интенсификации подготовки экспериментов, включая разработку мишеней для пучков высокой интенсивности.

ПКК заслушал отчет по теме «Неускорительная нейтринная физика и астрофизика». Исследования посвящены изучению редких явлений слабого взаимодействия, таких как поиск безнейтринного двойного бета-распада, определению свойств и природы нейтрино, взаимодействию нейтрино с веществом, а также поиску темной материи. ПКК отметил высокое качество результатов, полученных во всех проектах, выполняемых в рамках этой темы, и рекомендовал продолжить выполнение темы и проектов SuperNEMO, GERDA, EDELWEISS, GEMMA и DANSS в 2016–2018 гг.

ПКК заслушал доклад о ходе реализации проекта по созданию глубоководного нейтринного телескопа на озере Байкал (проект «Байкал»), с удовлетворением отметил лидирующую роль ОИЯИ в реализации этого проекта и рекомендовал продолжение реализации этого проекта в 2016–2018 гг.

Заслушав отчет о результатах работ в рамках темы «Совершенствование фазотрона ЛЯП (ОИЯИ) и разработка циклотронов для физических и прикладных исследований», ПКК рекомендовал продолжить программу исследований в рамках темы на период 2016–2018 гг.

ПКК заслушал отчет о проекте ФАЗА-3 в рамках темы «Исследование по физике релятивистских тяжелых и легких ионов на

нуклотроне, SPS и SIS18», поддержал научную программу проекта ФАЗА-3 и рекомендовал продолжить работу над этим проектом в 2016–2017 гг.

ПКК заслушал информацию дирекции ОИЯИ о начале подготовки нового Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. и планирует на следующей сессии начать обсуждение предложений лабораторий по проведению в эти годы научно-исследовательских работ в области ядерной физики и развитию соответствующей экспериментальной базы.

ПКК с интересом заслушал научные доклады А. В. Андреева «Массовое распределение осколков деления изотопов ртути», В. К. Утенкова «Синтез сверхтяжелых ядер в реакциях $^{239,240}\text{Pu} + ^{48}\text{Ca}$ и $^{249-251}\text{Cf} + ^{48}\text{Ca}$ » и А. И. Франка «Нестационарные квантовые явления в оптике ультрахолодных нейтронов».

ПКК с интересом ознакомился с презентациями новых научных результатов и проектов молодых ученых ЛНФ. ПКК выделил два лучших стендовых сообщения: «Анализ экспериментальных данных прибора ДАН миссии НАСА “Марсианская научная лаборатория”» (П. А. Дубасов) и «Ядерные и связанные с ними аналитические методы для биоремедиации сточных вод» (И. И. Зиньковская). Доклад П. А. Дубасова был рекомендован для представления на сессии Ученого совета ОИЯИ в феврале 2015 г.

42-я сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике состоялась 4–5 июня под председательством профессора Ф. Пикмаля.

Председатель сессии ПКК представил краткое сообщение о выполнении рекомендаций предыдущей сессии. Вице-директор ОИЯИ М. Г. Иткис проинформировал ПКК о резолюции 117-й сессии Ученого совета Института (февраль 2015 г.) и решениях Комитета полномочных представителей (март 2015 г.).

ПКК заслушал отчет по завершающейся теме «Физика легких мезонов», представленный А. В. Куликовым, и рассмотрел предложение о ее продлении. Тема включает пять проектов (SPRING, GDH&SPASCHARM, COMET, ТРИТОН, MEG-PEN) и два эксперимента (RAINUC, МЮОН). ПКК отметил актуальность исследований, выполненных в рамках темы, и рекомендовал продолжить их в 2016 г. Дальнейшее рассмотрение исследований по теме и проектам будет проведено ПКК в рамках нового Семилетнего плана развития ОИЯИ (2017–2023 гг.).

А. В. Куликов также представил детальный отчет по проекту SPRING, реализуемому на ускорителе COSY. ПКК отметил высокое качество полученных результатов и рекомендовал продолжить исследования в рамках проекта в следующем году.

ПКК заслушал отчет Н. В. Хомутова по проекту MEG-PEN и рекомендовал авторам проекта представить предложения о продолжении исследований на одном из следующих заседаний ПКК.

ПКК заслушал предложения лабораторий в Семилетний план развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. в области исследований по ядерной физике.

Предложения, касающиеся нейтринной программы в ЛЯП ОИЯИ, были представлены В. А. Бедняковым. ПКК отметил мировую известность планируемых исследований, а также лидирующую роль ОИЯИ в целом ряде экспериментов, имеющих высочайшую значимость для науки, таких как проект «Байкал-GVD» и эксперименты с реакторными антинейтрино на Калининской АЭС.

Предложения ЛНФ в семилетний план были представлены В. Н. Швецовым. ПКК выделил в тематике ЛНФ важность трех научных направлений, таких как исследования нарушений фундаментальных симметрий во взаимодействиях нейтронов с ядрами и сопутствующие ядерные данные; исследования фундаментальных свойств нейтрона и физика ультрахолодных нейтронов; прикладные и методические работы.

Предложения ЛЯР в семилетний план были представлены ПКК С. Н. Дмитриевым. ПКК обратил особое внимание на важность реализации основных проектов ЛЯР: это ввод и развитие фабрики сверхтяжелых элементов, реконструкция циклотронов У-400 и У-400М и сооружение нового экспериментального зала, создание экспериментальных установок длительного действия. ПКК поддержал представленный временной график реализации проектов, принимая во внимание, что научная экспериментальная программа будет продолжаться и во время остановки отдельных ускорителей.

Предложения ЛТФ в семилетний план в области теоретических исследований по физике атомного ядра были представлены В. В. Вороновым. ПКК отметил, что предполагаемая программа исследований является полной, хорошо структурированной и обоснованной.

ПКК заслушал доклад о деятельности ЛИТ и предложениях в семилетний план, представленный Т. А. Стриж. Комитет под-

черкнул стратегическую роль, которую играет эта лаборатория для обеспечения высокого уровня информационных технологий и выполнения большого числа разнообразных запросов научных подразделений ОИЯИ.

Заслушав предложения по развитию образовательной программы ОИЯИ на 2017–2023 гг., представленные С. З. Пакуляком, ПКК признал чрезвычайно важную роль этой деятельности для будущего ОИЯИ.

ПКК принял к сведению предложенные научные направления исследований в семилетний план развития ОИЯИ от всех лабораторий и ожидает их детальной проработки.

ПКК заслушал научные доклады Ю. Н. Копача «Измерение угловых корреляций вылета γ -квантов в неупругом рассеянии нейтронов с энергией 14 МэВ на углероде с помощью метода меченых нейтронов» и С. И. Веницкого «Резонансное туннелирование составных систем сквозь отталкивающие барьеры».

Члены ПКК ознакомились со стендовыми сообщениями молодых ученых о новых научных результатах и проектах и выделили три лучших постера: «Производство строу-трубок для эксперимента COMET», представленный Н. Цверавой, «Проект EXPERT@SuperFRS», представленный В. Худобой, и «Последний эксперимент по синтезу изотопов флеровия в реакции $^{239}\text{Pu} + ^{48}\text{Ca}$ », представленный М. В. Шумейко. Постер Н. Цверавы был рекомендован для представления в виде доклада на сессии Ученого совета в сентябре 2015 г.

43-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц состоялась 15–16 июня под председательством профессора И. Церруа.

Председатель ПКК представил краткое сообщение о выполнении рекомендаций предыдущей сессии. Вице-директор ОИЯИ Р. Ледницки проинформировал ПКК о резолюции 117-й сессии Ученого совета ОИЯИ (февраль 2015 г.) и решениях Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ (март 2015 г.).

Началась важная работа по подготовке Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. ПКК с большим интересом заслушал предложения, представленные директорами лабораторий. Было отмечено, что разработка нового семилетнего плана является сложной задачей первостепенной важности для ближайшего будущего ОИЯИ. ПКК высоко оценил проводимую в лабораториях работу по его формированию и выразил готовность

оказывать всемерную поддержку руководству Института в этом процессе.

ПКК с удовлетворением отметил значительные успехи в осуществлении проекта VM@N, включая результаты моделирования и первого технического сеанса, и призвал коллектив этого проекта провести переговоры с командой CBM и другими внешними группами о возможном сотрудничестве.

ПКК отметил прогресс в реализации проекта «Нуклотрон–NICA» и модернизации ускорительного комплекса: создание технологической линии для изготовления сверхпроводящих магнитов, системы диагностики и контроля, ионных источников, начало ввода в эксплуатацию новых линейных ускорителей и других элементов и систем комплекса NICA, а также ожидаемое в июле 2015 г. подписание контракта на строительство комплекса NICA, и рекомендовал продлить работы по проекту «Нуклотрон–NICA» на пять лет.

Одобрив значительные успехи команды MPD в подготовке технических проектов основных подсистем детектора, структурных элементов установки и в запуске технологических участков для серийного производства детекторов, ПКК рекомендовал увеличить количество сотрудников, занятых в реализации этого флагманского проекта ОИЯИ. Комитет высоко оценил успехи в переговорах о контракте на производство магнита MPD, принятие решения о его подписании до следующей сессии ПКК и рекомендовал продлить проект MPD на пять лет.

ПКК принял к сведению информацию о работах по модернизации детекторов CMS и ATLAS и одобрил создание в ОИЯИ производственного участка для изготовления камер «Микромегас». ПКК рекомендовал продлить участие ОИЯИ в этих проектах на три года.

На сессии были рассмотрены предложения о продлении ряда завершающихся в 2015 г. проектов. В частности, ПКК обсудил ход работ по выполнению проекта ALPOM-2 и высоко оценил важность запланированного в рамках данного проекта измерения анализирующей способности установки ALPOM-2.

С интересом заслушав информацию об участии ОИЯИ в проекте STAR на коллайдере RHIC, ПКК отметил важность программы по энергетическому сканированию и ее продолжения на ускорительном комплексе NICA.

ПКК отметил научную значимость эксперимента NA62 и высоко оценил вклад ОИЯИ в создание строу-спектрометра для регистрации вторичных заряженных частиц. Комитет

отметил успехи в реализации проекта HADES в эксперименте CBM на FAIR.

По информации о работах в рамках проекта SANC, нацеленных на применение в исследованиях на LHC, ПКК рекомендовал участникам проекта также приложить усилия к развитию экспериментальной программы NICA.

ПКК отметил прямую регистрацию $\nu\bar{\nu}$ -нейтрино от Солнца как важный результат, полученный при осуществлении второй фазы проекта «Vogelino».

ПКК также обсудил предложения об открытии двух новых проектов: «Проектирование, изготовление и испытания прототипов элементов ускорителей и коллайдеров нового поколения для фундаментальных и прикладных целей» и «Прецизионная лазерная метрология для ускорителей и детекторных комплексов».

Учитывая дискуссии в ходе подготовки следующего семилетнего плана развития ОИЯИ и с целью предоставления максимальной свободы руководству лабораторий и Института в определении своих приоритетов, ПКК принял решение утвердить реализацию вышеуказанных проектов только до конца текущего семилетнего плана. Ранее исключение было сделано для крупных проектов («Нуклотрон–NICA», MPD, CMS и ATLAS), когда очевидно, что обязательства Института выйдут за пределы этих сроков.

ПКК заслушал научные доклады В. Д. Тонеева «Доказательство рождения сильных электромагнитных полей в столкновении релятивистских тяжелых ионов (предложение для эксперимента на комплексе NICA)» и Ю. Ю. Степаненко «Проект КОТО на ускорителе J-PARC».

ПКК с интересом ознакомился со стендовыми сообщениями по физике частиц, представленными молодыми учеными из ЛЯП и ЛФВЭ. Для доклада на сессии Ученого совета в сентябре 2015 г. было выбрано сообщение Ю. Ю. Степаненко «Методы повышения эффективности регистрации редкого распада в эксперименте E-391».

42-я сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред состоялась 22–23 июня под председательством профессора В. Канцера.

Директор ОИЯИ В. А. Матвеев вручил почетный диплом ОИЯИ члену ПКК профессору Э. Бурзо за выдающийся вклад в физику конденсированных сред и физику материалов, развитие научного сотрудничества между Ру-

мынией и Объединенным институтом ядерных исследований, а также по случаю его восьмидесятилетия.

Председатель ПКК сделал краткий обзор доклада, представленного на сессии Ученого совета ОИЯИ в феврале 2015 г., о выполнении рекомендаций предыдущей сессии ПКК.

Вице-директор ОИЯИ М. Г. Иткис проинформировал ПКК о резолюции 117-й сессии Ученого совета Института (февраль 2015 г.) и о решениях Комитета полномочных представителей ОИЯИ (март 2015 г.).

ПКК рассмотрел отчеты по темам «Проведение медико-биологических исследований на адронных пучках ОИЯИ» и «Исследование космического вещества на Земле и в ближайшем космосе; исследование биологических и геохимических особенностей ранней Земли», завершающимся в 2015 г., и рекомендовал продлить их на 2016 г. По докладу о завершающемся проекте «Исследования конденсированного состояния вещества с использованием современных методов нейтронографии» ПКК рекомендовал его закрытие с учетом успешного выполнения.

ПКК заслушал предложения лабораторий ОИЯИ в Семилетний план развития Института на 2017–2023 гг.

Приняв к сведению проект предложений ЛНФ, ПКК признал актуальность научных задач и их соответствие техническим, финансовым и кадровым ресурсам лаборатории. Наряду с исследованиями по физике и химии новых функциональных материалов, физике наносистем и связанных с ними явлений, физике и химии комплексных жидкостей и полимеров, молекулярной биологии и фармакологии, материаловедению и технике, ПКК подчеркнул важность развития существующих и создания новых спектрометров, а также разработки концепции нейтронного источника ОИЯИ после 2033 г.

Заслушав предложения ЛРБ, ПКК высоко оценил уровень выполняемых в лаборатории исследований: решена центральная проблема радиобиологии — установлены факторы, определяющие биологическую эффективность ионизирующих излучений разного качества; исследованы механизмы радиационно-индуцированного мутагенеза в различных клетках и закономерности формирования радиационных повреждений в структурах глаза и центральной нервной системы; выполнены исследования в области астробиологии и ядерной планетологии; осуществляется проектирование и расчет биологической защиты комплекса NICA. ПКК поддержал планируемые

исследования и одобрил расширение международного сотрудничества по отмеченным задачам.

ПКК принял к сведению предложения ЛЯП, подчеркнув значение следующих направлений: проектирование и изготовление полупроводниковых радиационно-стойких детекторов на основе новых материалов и гибридных пиксельных детекторов высокого разрешения; развитие измерительной базы и стендов для исследования свойств детекторов, создаваемых в ОИЯИ и странах-участницах; сотрудничество с другими научными центрами по изучению применения разработанных технологий в других областях науки и техники, в частности, на базе микромографа MARS. Вместе с тем, ПКК рекомендовал кардинально изменить проект предложений, чтобы обеспечить ясное представление о возможностях выполнения исследований в области физики конденсированных сред, разработав новую концепцию исследований с учетом специализации ЛЯП и общих подходов, применяемых в ОИЯИ для повышения научного потенциала.

Рассмотрев предложения ЛЯР, ПКК поддержал выполнение основных проектов лаборатории и научную программу в области физики конденсированных сред и прикладных исследований, которая включает детальное исследование эффектов, вызываемых тяжелыми ионами в веществе, исследование радиационной стойкости материалов при воздействии многозарядных ионов, создание нового поколения трековых мембран с заданными свойствами, синтез нанообъектов с уникальными свойствами, развитие гибридных нанотехнологий, получение радиоизотопов для ядерной медицины и радиэкологических исследований. ПКК выразил надежду на значительное расширение экспериментальной базы ЛЯР в области разностороннего применения пучков тяжелых ионов и подчеркнул важность вовлечения стран-участниц в разработку дальнейших планов.

Приняв к сведению предложения ЛТФ в области теоретических исследований по физике конденсированных сред, ПКК поддержал представленную программу планируемых исследований, отметив, что она охватывает широкий спектр современных фундаментальных проблем статистической физики, физики конденсированных сред и новых материалов; представляется полной, хорошо сбалансированной и обоснованной.

Заслушав предложения ЛИТ, ПКК особо отметил важность создания многофункционального информационного вычислительно-

го комплекса как базовой установки ОИЯИ, необходимой для решения текущих и будущих задач Института. ПКК отметил, что планируемые исследования хорошо обоснованы, учитывают фундаментальные интересы ОИЯИ и стран-участниц в области развития информационных технологий, вычислительных методов и комплексов программ, и рекомендовал поддержать предлагаемую ЛИТ программу.

Рассмотрев предложения УНЦ по развитию образовательной программы ОИЯИ, ПКК поддержал расширение сотрудничества с вузами государств-членов ОИЯИ, участие сотрудников Института в учебном процессе на базовых кафедрах ведущих российских технических вузов, организацию ежегодных международных студенческих практик, а также научных школ и экскурсий в ОИЯИ и ЦЕРН для учителей физики, школьников и студентов. ПКК одобрил создание в УНЦ научно-инженерной группы для использования реально действующих стендов и учебных физических установок для подготовки инженеров-физиков и технических специалистов и поддержал новую летнюю студенческую программу ОИЯИ.

ПКК заслушал научные доклады: «Создание карт спиновой динамики» Т. Перринга, «Квантовые модели магнетизма в сильнокоррелированных электронных системах с сильным спин-орбитальным взаимодействием» В. Ю. Юшанхая, «Исследования везикулярных систем методами малоуглового нейтронного и рентгеновского рассеяния» М. А. Киселева, «Биофотоника как основа тераностики» Л. Аврамова и ознакомился со стендовыми сообщениями молодых ученых ЛНФ.

ПКК избрал стендовое сообщение Н. М. Белозеровой «Исследование кристаллической и магнитной структуры наноструктурированных лантан-стронциевых манганитов в широком диапазоне давлений и температур» для представления в виде устного доклада на сессии Ученого совета ОИЯИ в сентябре 2015 г. ПКК также отметил высокий уровень двух других работ: «Исследование сосуществования ферромагнетизма и сверхпроводимости в слоистых наноструктурах» (В. Д. Жакетов) и «Детектор АСТРА. Новые детекторные элементы и система сбора данных» (В. Милков).

44-я сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц состоялась 14–15 декабря 2015 г. под председательством профессора И. Церруя.

Вице-директор ОИЯИ Р. Ледницки проинформировал ПКК о резолюции 118-й сессии

Ученого совета ОИЯИ (сентябрь 2015 г.) и решениях Комитета полномочных представителей государств-членов ОИЯИ (ноябрь 2015 г.).

ПКК поздравил дирекцию ОИЯИ и руководство ЛФВЭ с подписанием контракта с фирмой «Strabag» на строительство зданий NICA и с фирмой ASG на изготовление магнита для МРД, а также с получением первого гранта по программе «Mega Science» от правительства Российской Федерации в размере 4,9 млрд рублей на ближайшие три года для реализации проекта NICA. Эти очень важные достижения создают проекту NICA надежный фундамент и позволяют наметить детальный план, обеспечивающий запуск коллайдера в эксплуатацию в 2019 г. с учетом того, что строительные работы по проекту NICA уже начались.

С успехом осуществляется ввод в эксплуатацию RFQ-системы для LU-20, первой секции нового линейного ускорителя NICA и других новых элементов и систем комплекса NICA. ПКК поддержал дальнейшее развитие работ по созданию производственной линии для сверхпроводящих магнитов NICA. Отметив важность этой программы для реализации проектов NICA и FAIR, ПКК одобрил планы увеличения количества занятых в работах специалистов примерно на треть для обеспечения успеха этой программы.

Комитет призвал команду МРД к завершению работ над техническими проектами основных подсистем первой стадии проекта с тем, чтобы начать массовое производство детектора после соответствующей оценки Экспертным комитетом по детектору МРД. ПКК одобрил усилия руководства ЛФВЭ по привлечению студентов и увеличению персонала, занятого в реализации проекта NICA/МРД.

ПКК обсудил общие принципы, необходимые для реализации нового Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. в области исследований по физике частиц:

— сосредоточение ресурсов для обеспечения своевременного завершения работ по созданию первой конфигурации комплекса NICA к 2019 г.;

— установление приоритетов для участия в сторонних проектах с учетом научной значимости текущих научно-исследовательских программ, наращивание достигнутых успехов и укрепление роли и влияния групп ОИЯИ, участвующих в этих программах;

— развитие международного сотрудничества вокруг крупных проектов, проводимых на базе ОИЯИ, таких как BM@N, МРД, SPD и «Байкал»;

— совершенствование общей инфраструктуры и методов работы ОИЯИ с тем, чтобы сделать комплекс NICA привлекательным для внешних пользователей, приезжающих коллег и гостей по примеру крупных международных исследовательских центров.

ПКК с интересом заслушал обзор Семилетнего плана развития ОИЯИ на 2017–2023 гг. и соответствующие планы лабораторий ЛЯП и ЛФВЭ. Комитет поддержал предложения по распределению трудовых ресурсов в ЛФВЭ для обеспечения своевременного завершения работ по детекторам MPD и VM@N в соответствии с указанными выше принципами, расширение межлабораторного сотрудничества по комплексу NICA, а также подтвердил свою рекомендацию делать все возможное для привлечения внешних партнеров для проводимых в ОИЯИ экспериментов, выразив озабоченность по поводу недостаточ-

ности предпринимаемых в этом направлении усилий. ПКК призвал сформировать международное сотрудничество по проекту SPD и своевременно представить к обсуждению концептуальный проект установки.

ПКК высоко оценил научные доклады «Первые результаты проекта NO ν A» и «Прецизионное измерение поляризуемости заряженного пиона в эксперименте COMPASS», представленные А. В. Гуськовым и А. Г. Ольшевским.

ПКК с интересом ознакомился с 27 стендовыми сообщениями молодых ученых ЛЯП, ЛТФ, ЛФВЭ и ЛИТ и отметил высокое качество представленных результатов. ПКК выбрал сообщение С. В. Верещагина (ЛФВЭ) «Электроника считывания для TRS MPD/NICA» для доклада на сессии Ученого совета в феврале 2016 г.



ПРЕМИИ И ГРАНТЫ

Решением Ученого совета Института ядерных исследований РАН присуждена **премия им. М. А. Маркова** академику РАН В. А. Матвееву (Объединенный институт ядерных исследований) за вклад в развитие теории сильных взаимодействий и кварковой модели адронов.

Премия им. Б. М. Понтекорво присуждена профессору Джанпаоло Беллини (INFN и Миланский университет, Италия) за выдающийся вклад в развитие новых методов регистрации нейтрино низких энергий, реализованных в детекторе «Borexino», и важные результаты, полученные в этом эксперименте по регистрации солнечных и геонейтрино.

ЛАУРЕАТЫ КОНКУРСА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ОИЯИ

I. В области теоретической физики

Первые премии

«Электромагнитные и цветовые поля в релятивистских столкновениях тяжелых ионов».

Авторы: В. Воронюк, Г. М. Зиновьев, В. Кассинг, С. В. Молодцов, В. Д. Тонеев.

«Теоретические исследования путей синтеза новых изотопов сверхтяжелых элементов».

Авторы: В. И. Загребаяев, А. В. Карпов, В. Грайнер.

Вторая премия

«Решеточные исследования пропагаторов глюонов и духов в калибровке Ландау квантовой хромодинамики».

Авторы: И. Л. Боголюбский, Э.-М. Ильгенфритц, В. К. Митрюшкин, В. Г. Борняков, М. Мюллер-Пройскер, А. Штернбек.

II. В области экспериментальной физики

Первая премия

«Измерение поляризуемости заряженного пиона в эксперименте COMPASS».

Авторы: А. В. Гуськов, З. В. Крумштейн, А. Г. Ольшевский, И. А. Савин.

Вторые премии

«Эффект сжатия сгустков заряженных частиц в ловушке с электростатическим, магнитным и вращающимся электрическим полями».

Авторы: Е. В. Ахманова, М. К. Есеев, А. Г. Кобец, И. Н. Мешков, О. С. Орлов, А. А. Сидорин.

«Исследование спиновой структуры ${}^3\text{He}$ и ${}^3\text{H}$ в реакциях $dd \rightarrow {}^3\text{He}n({}^3\text{H}p)$ при промежуточных энергиях».

Авторы: А. Ю. Исупов, А. К. Курилкин, В. П. Ладыгин, Н. Б. Ладыгина, А. И. Малахов, С. Г. Резников, М. Янек, К. Суда, Т. Язака.

III. В области научно-методических исследований

Первая премия

«Создание кинематического сепаратора (фильтра скоростей Вина) SHELS».

Авторы: А. В. Еремин, А. Г. Попеко, О. Н. Малышев, А. Лопез-Мартенс, К. Хошильд, О. Дорво, В. И. Чепигин, А. И. Свирихин, А. В. Исаев, М. Л. Челноков.

Вторые премии

«Проблемно-ориентированный комплекс программ для решения краевых задач динамики малочастичных квантовых систем».

Авторы: О. Чулуунбаатар, А. А. Гусев, С. И. Веницкий, В. П. Гердт, В. А. Ростовцев, А. Г. Абрашкевич, В. Л. Дербов, А. Гуждж, П. М. Красовицкий, Э. М. Казарян.

«Получение интенсивных пучков ионов из металлических соединений в ЭЦР-источнике методом MIVOC».

Авторы: С. Л. Богомоллов, А. Е. Бондарченко, А. А. Ефремов, К. И. Кузьменков, А. Н. Лебедев, В. Я. Лебедев, В. Н. Логинов, Н. Ю. Язвицкий, З. Асфари, Б. Галл.

IV. В области научно-технических прикладных исследований

Первая премия

«Структурная диагностика и исследования порошков и жидких суспензий детонационных

наноалмазов методом малоуглового рассеяния тепловых нейтронов».

Авторы: М. В. Авдеев, В. Л. Аксенов, А. И. Иваньков, А. В. Рогачев, А. В. Томчук, Л. А. Булавин, Л. Рошта, В. М. Гарамус, Н. Н. Рожкова, Е. Осава.

Вторая премия

«Мультифазные расходомеры для сверхпроводящих ускорителей, криогеники и нефтедобычи».

Авторы: И. Д. Какорин, А. М. Коврижных, В. М. Микляев, Ю. П. Филиппов.

V. Поощрительная премия

«Нейтронный активационный анализ в очистке сточных вод».

Авторы: И. Зиньковская, М. В. Фронтасьева, О. А. Куликов, С. С. Павлов, С. Ф. Гундорица, Л. Чепой, Т. Кирияк, Л. Руди, А. Валуца, Т. Митина.

ГРАНТЫ

В 2015 г. сотрудники Объединенного института ядерных исследований получили финансовую поддержку Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), Российского научного фонда (РНФ), Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (БРФФИ), фондов Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) для реализации поддержанных ими научных проектов.

Российский фонд фундаментальных исследований профинансировал научные проекты ОИЯИ в рамках следующих конкурсов: «Конкурс проектов фундаментальных научных исследований» — 47 проектов; «Конкурс научных проектов, выполняемых молодыми учеными (Мой первый грант)» — 3; «Конкурс научных проектов, выполняемых ведущими молодежными коллективами» — 1; «Конкурс научных проектов, выполняемых молодыми учеными под руководством кандидатов и докторов наук в научных организациях РФ» — 7; «Региональный конкурс "Центральная Россия"» — 2; «Конкурс ориентированных фундаментальных исследований по актуальным междисциплинарным темам» — 11.

Ряд научных проектов ОИЯИ профинансирован РФФИ в рамках международных конкурсов: совместно с Государственным коми-

тетом по науке Министерства образования и науки Республики Армении — 1 проект; совместно с Белорусским республиканским фондом фундаментальных исследований — 2; совместно с Вьетнамской академией наук и технологий — 1; совместно с Государственным фондом естественных наук Китая — 3; совместно с Департаментом науки и технологии правительства Индии — 1; совместно с Немецким научно-исследовательским сообществом — 2; совместно с Национальным центром научных исследований Франции — 4; совместно с Государственным фондом фундаментальных исследований Украины — 1; совместно с Национальным исследовательским фондом ЮАР — 1.

РФФИ оказал финансовую поддержку ОИЯИ по проведению 11 научных конференций в рамках конкурсов «Организация и проведение конференций и научных мероприятий на территории России» и «Организация российских и международных молодежных научных мероприятий».

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

Российский научный фонд в рамках конкурса «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» профинансировал 3 научных проекта.

Министерство образования и науки Российской Федерации в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития

научно-технологического комплекса России на 2014–2020 гг.» профинансировало 1 научный проект.

По совместному конкурсу исследовательских проектов Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и Объединенного института ядерных исследований профинансировано 13 проектов.

2015

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ
И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО**





НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Основные итоги 2015 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 44 темам первого приоритета и по одной теме второго приоритета;

— для решения вопросов сотрудничества и участия в научных совещаниях и конференциях Объединенный институт командировал 2991 специалиста;

— для совместных работ и консультаций, а также для участия в совещаниях, конференциях, школах в ОИЯИ было принято 1885 специалистов;

— организовано и проведено 76 международных научных конференций и школ, 20 рабочих совещаний и 13 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.

С 12 по 16 января ОИЯИ посетили председатель египетского Агентства по атомной энергии профессор Атеф А. Абдель-Фаттах и вице-председатель агентства профессор Сэми Ш. Солиман.

Гости побывали в ЛНФ на ИБР-2 и установке ИРЕН, в ЛЯР осмотрели циклотроны МЦ-400 и ИЦ-100, микротрон и наноцентр, в ЛФВЭ познакомились с проектом NICA, детекторными отделами, фабрикой сверхпроводящих магнитов, в ЛЯП — с медико-техническим комплексом, детекторами для медицины, нейтринными исследованиями, а также ознакомились с работами, ведущимися в ЛРБ и ЛИТ. На состоявшемся в ЛЯР семинаре профессор Атеф А. Абдель-Фаттах рассказал о деятельности египетского Агентства по атомной энергии.

В завершение визита в дирекции ОИЯИ была организована встреча, в которой приняли участие вице-директора М. Г. Иткис и Р. Ледницки, Д. В. Каманин, А. Г. Попеко, египетский сотрудник ОИЯИ В. Бадави. На встрече обсуждались возможности для дальнейшего развития сотрудничества, в частности, был намечен ряд новых направлений, связанных с вопросами ядерной физики, трансмутацией ядерных и долгоживущих отходов, конструированием детекторов, а также с расширением участия в образовательных программах Института. Встреча завершилась подписанием памятной записки.

26 января с первым официальным визитом в ОИЯИ побывал чрезвычайный и полномочный посол Федеративной Республики Бразилии в Российской Федерации А. Жозе Валлим Геррейро с супругой. Состоялась встреча посла с директором ОИЯИ В. А. Матвеевым, вице-директором М. Г. Иткисом, главным ученым секретарем Н. А. Русаковичем, начальником отдела международных связей Д. В. Каманиным.

Гости совершили экскурсию в ЛФВЭ, где ознакомились с реализацией проекта NICA,

фабрикой сверхпроводящих магнитов, детекторными лабораториями, а также посетили базовые установки ЛНФ и ЛЯП.

3 февраля в Дубне состоялось очередное заседание Объединенного комитета по сотрудничеству между ОИЯИ и Национальным институтом физики ядра и физики частиц Франции (IN2P3).

С французской стороны в заседании участвовали директор IN2P3 Ж. Мартино, вице-директора по научной работе Д. Гильмо-Мюллер, Р. Жильбер Роже, У. Басслер, специалист по международному сотрудничеству IN2P3 С. Рагедонд Сержан и советник по науке и технологиям отдела по науке, технологиям и космосу посольства Франции в Москве А. Мишель, со стороны ОИЯИ — директор В. А. Матвеев, вице-директора М. Г. Иткис и Р. Ледницки, главный ученый секретарь Н. А. Русакович, начальник отдела международных связей Д. В. Каманин, директор ЛЯП В. А. Бедняков, директор ЛТФ В. В. Воронов, заместитель директора ЛЯР А. Г. Попеко. Как отметил академик В. А. Матвеев, в современной физике нет ни одного направления, где бы Институт и крупнейший научный центр во Франции не имели общих интересов и совместных научных работ. Участники встречи обсудили конкретные планы по действующим (около 20) и будущим проектам.

После заседания координационного комитета французская делегация посетила лаборатории ОИЯИ: циклотронный комплекс ЛЯР; ЛФВЭ, где гостям рассказали о проекте NICA, фабрике сверхпроводящих магнитов, детекторных отделах.

4 февраля в ОИЯИ побывала делегация посольства ФРГ в России во главе с директором Департамента экономики и науки В. Диком. В состав делегации вошли заместитель директора Департамента экономики и науки Х. Карл Коллей, генеральный директор Германского дома науки и инноваций (DWUN) в Москве, руководитель бюро Германской службы академических обменов (DAAD) в Москве Г. Берхон, научный сотрудник отдела науки посольства ФРГ в Москве М. Русаков, руководитель отдела науки, образования, охраны окружающей среды и ядерной энергетики, советник посольства Германии У. Майер. Со стороны ОИЯИ во встрече приняли участие директор Института В. А. Матвеев, вице-директора М. Г. Иткис, Р. Ледницки и Г. В. Трубников, главный уче-

ный секретарь Н. А. Русакович, начальник отдела международных связей Д. В. Каманин.

В ходе визита состоялось несколько встреч, экскурсии на базовые установки ОИЯИ. Гости посетили циклотроны ЛЯР и установку MASHA, побывали в ЛНФ на одном из каналов ИБР-2, где работают ученые из Германии, ознакомились с экологическими исследованиями лаборатории, посетили в ЛФВЭ фабрику сверхпроводящих магнитов, детекторные отделы ускорительного комплекса NICA. На встречах с руководством ОИЯИ обсуждались вопросы развития научных связей, в том числе по линии DAAD и DWUN. Г. Берхон, как представитель этих организаций в Москве, также посетил УНЦ ОИЯИ и университет «Дубна».

Визит завершился доверительной беседой в дирекции Института, где с обеих сторон прозвучали пожелания сохранять и приумножать научные контакты, идти навстречу друг другу в решении финансовых и производственных вопросов, способствовать привлечению научной молодежи.

24–25 февраля в Берлине состоялось очередное, 25-е заседание Координационного комитета по выполнению Соглашения между Министерством науки и образования Германии (BMBWF) и ОИЯИ о сотрудничестве и использовании установок ОИЯИ. Немецкую делегацию возглавляла руководитель отделения «Большие установки и фундаментальные исследования» BMBWF Б. Фиркорн-Рудольф, делегацию ОИЯИ — вице-директор Института Г. В. Трубников.

Стороны обсудили ход выполнения соглашения, обменялись актуальной информацией по развитию научной инфраструктуры и подписали очередное Соглашение ОИЯИ–BMBWF о сотрудничестве на следующий трехлетний период. В отличие от прежних условий соглашения теперь размер немецкого взноса и принятая тематика проектов зафиксированы на трехлетний период в целях более эффективного использования выделенных ресурсов. Ежегодный взнос BMBWF в ОИЯИ по данному Соглашению составит около 1,3 млн евро. Была также достигнута договоренность о расширении формата сотрудничества, особенно по крупным проектам ОИЯИ: ИБР-2, фабрика сверхтяжелых элементов, NICA.

В честь этого юбилейного, 25-го по счету заседания был устроен торжественный ужин, на котором его участники вспомнили ученых, представителей министерств и посольств, благодаря которым кооперация ОИЯИ с науч-

ными центрами Германии развивается долгие годы.

2–6 марта в Арабской Республике Египет проходил форум «ОИЯИ–Египет: пять лет вместе», организованный при поддержке египетской Академии научных исследований и технологий. В делегацию ОИЯИ в количестве 33 человек, которую возглавлял вице-директор Р. Ледницки, вошли члены дирекций лабораторий и УНЦ, руководители совместных научных проектов, молодые ученые, а также четыре представителя Румынии, два сотрудника из Таджикистана, по одному — из Германии, Монголии, Словакии, Украины, Чехии, один приглашенный эксперт из Норвегии.

На открытии форума, которое состоялось в городе им. 6 Октября вблизи Каира, с приветственной речью выступили координатор сотрудничества АРЕ–ОИЯИ профессор Т. Хусейн, вице-директор ОИЯИ профессор Р. Ледницки, вице-председатель Агентства по атомной энергии Египта профессор С. Шаабан Ата-Алла, президент Академии научных исследований и технологий Египта профессор М. Сакр.

Пленарная часть форума включала 34 презентации и заняла два полных рабочих дня. В первый день прозвучали обзорные доклады о деятельности и развитии приоритетных направлений исследований в ОИЯИ, о мегапроекте NICA и образовательных программах УНЦ ОИЯИ, университета «Дубна». С египетской стороны были представлены обзоры о сотрудничестве ОИЯИ–Египет, программе сотрудничества АРЕ с ЦЕРН, проекте SESAME, об образовательных программах и о возможностях участия Египта в проекте NICA. Второй день был посвящен докладам по совместным проектам в области ядерных методов, распределенных вычислений, теории и моделирования. В рамках форума состоялось заседание совместного комитета по сотрудничеству Египет–ОИЯИ, на котором обсуждались детали объявленного конкурса по совместным проектам.

5 марта представители ОИЯИ, разделившись на группы, участвовали в секционных заседаниях в египетских исследовательских и образовательных центрах: Каирском университете, Национальном исследовательском центре, Египетском центре теоретической физики, Университете Суэцкого канала, а также в Египетском агентстве по атомной энергии (ЕАЕА), где проходил расширенный семинар по развитию сотрудничества с ОИЯИ.

Культурная программа, организованная для членов дубненской делегации 6 марта, включала посещение «Силиконовой долины» Каира, автобусную экскурсию и прогулку на теплоходе по Нилу.

26 марта в дирекции Института прошла встреча с польской делегацией во главе с послом Республики Польша К. Пелчинской-Наленч. Директор ОИЯИ В. А. Матвеев проинформировал гостей о развитии сотрудничества с научными центрами Польши, отметил, что среди всех равноправных государств-членов ОИЯИ Польша всегда играла и играет важную роль в научных исследованиях, ведущихся в лабораториях Института.

В свою очередь, К. Пелчинска-Наленч отметила, что для развития физической науки в Польше сотрудничество с ОИЯИ имеет чрезвычайно важное значение и что наряду с ежегодным повышением взноса Польши в ОИЯИ инициатива дирекции Института о возврате значительной доли этого взноса в страну в виде заказов польским предприятиям, которые заинтересованы в таком сотрудничестве, сыграла важную роль для укрепления взаимовыгодного партнерства. На встрече в дирекции было принято решение об участии представителей ОИЯИ в ближайшем из традиционных «завтраков польского бизнеса» в посольстве Польши в России. Польская делегация, принимавшая участие в праздновании Дня основания ОИЯИ, познакомилась с базовыми установками и основными направлениями деятельности лабораторий ядерных реакций и физики высоких энергий.

27 марта ОИЯИ посетил чрезвычайный и полномочный посол Чешской Республики в России В. Ремек — первый летчик-космонавт Чехословакии. Гость посетил ЛЯР, встретился с директором лаборатории С. Н. Дмитриевым, ознакомился с исследовательской программой, осмотрел базовые установки и центр прикладной физики.

Визит В. Ремека в ОИЯИ завершился рабочей встречей с руководством Института. Во встрече приняла участие делегация от Чешской Республики в КПП ОИЯИ: полномочный представитель правительства Чехии в ОИЯИ Я. Добеш, его заместитель И. Штекел, старший специалист Министерства финансов ЧР С. Кулганек, генеральный директор чешской фирмы «Вакуум Прага» П. Хедбавны, руководитель чешской национальной группы в ОИЯИ А. Ковалик с заместителем В. Худобой. Стороны обсудили пути дальнейшего развития сотрудничества в свете реализации новых ба-

зовых установок: комплекса NICA и фабрики сверхтяжелых элементов, вопросы, связанные с закупками в Чехии высокотехнологического оборудования, а также с развитием образовательных программ, включая не только дипломные и кандидатские работы, выполняемые чешскими студентами в ОИЯИ, но и студентами из стран-участниц ОИЯИ в Чехии.

Директор ОИЯИ В. А. Матвеев передал послу письмо-приглашение для президента Чешской Республики посетить Институт в удобное для него время, которое было принято с благодарностью и обещанием содействовать этому визиту со стороны посольства Чехии.

С 11 по 13 мая в Баку проходила 1-я сессия рабочей группы при дирекции ОИЯИ и полномочном представителе правительства Азербайджанской Республики в ОИЯИ. Основными темами сессии стали образовательная программа ОИЯИ, а также подготовка юбилейных мероприятий, посвященных 60-летию ОИЯИ и 70-летию Национальной академии наук Азербайджана (НАНА).

От ОИЯИ в заседаниях группы принимали участие главный ученый секретарь Н. А. Русакович, начальник отдела международных связей Д. В. Каманин, директор ЛИТ В. В. Кореньков, директор УНЦ С. З. Пакуляк, руководитель национальной группы сотрудников Азербайджана Н. Джавадов. От Азербайджанской Республики в рабочую группу вошли полномочный представитель правительства Азербайджана в ОИЯИ, академик-секретарь Отделения физико-математических и технических наук НАНА член-корреспондент Н. Мамедов, вице-президент НАНА, академик И. Гулиев, заведующий лабораторией физики высоких энергий Института физики им. Г. М. Абдуллаева член-корреспондент О. Абдинов, директор Института радиационных проблем академик А. Гарибов. В качестве экспертов в заседаниях рабочей группы приняли участие руководители ряда научно-исследовательских институтов. В рамках сессии представители ОИЯИ посетили Институт физики, Институт радиационных проблем и Бакинский филиал МГУ.

Участники рабочей группы обсудили план предварительного отбора молодых специалистов, которые в ближайшее время будут направлены для проведения совместных исследований и стажировки в ОИЯИ, а также условия участия студентов из Азербайджана во втором этапе летней студенческой практики по направлениям исследований ОИЯИ, проводимой УНЦ. Также по решению рабочей группы с

1 июля будет объявлен конкурс совместных проектов ОИЯИ и научных учреждений Азербайджана, результаты которого станут известны с 1 по 15 октября. Заключительное заседание рабочей группы состоялось в Президиуме НАНА под председательством президента академии А. Али-заде и завершилось подписанием итогового протокола. Следующая сессия рабочей группы пройдет в Дубне.

С 28 по 30 мая в Тбилиси были проведены Дни ОИЯИ, посвященные 60-летию Института. В делегацию ОИЯИ входили директор Института академик В. А. Матвеев, вице-директора Р. Ледницки и Г. В. Трубников, директор ЛФВЭ В. Д. Кекелидзе, директор ЛИТ В. В. Кореньков, представители стран-участниц ОИЯИ Л. Костов (Болгария), С. Арутюнян, Л. Мардоян (Армения).

Дни ОИЯИ открыла рабочая встреча в Министерстве образования и науки Грузии, в которой с грузинской стороны участвовали министр образования и науки Грузии Т. Саникидзе, заместитель министра Г. Шервашидзе и полномочный представитель правительства Грузии в ОИЯИ А. Хведелидзе. Т. Саникидзе подчеркнула особое место ОИЯИ в ряду международных научных организаций, с которыми сотрудничают научные и образовательные учреждения Грузии. Оценив в исторической перспективе членство Грузии в Объединенном институте ядерных исследований, министр отметила создание целой школы грузинских физиков-теоретиков и экспериментаторов, сформировавшейся в Дубне и во многом определяющей сегодня развитие физических исследований в Грузии. По ее словам, в настоящее время возникла необходимость более эффективно использовать потенциал ОИЯИ для обучения молодых грузинских физиков и инженеров.

В. А. Матвеев в ответном слове поздравил грузинских коллег с Днем независимости Грузии, отмечаемым 26 мая, и от имени всего международного коллектива Института передал приветственные адреса премьер-министру и министру образования и науки Грузии. Директор ОИЯИ рассказал о нынешнем положении дел в Институте, об организации научной работы, перспективах и о возможных путях расширения сотрудничества с Грузией как в области фундаментальных исследований, так и в сфере прикладных и инженерных направлений.

На встрече в министерстве были затронуты вопросы создания привлекательных социальных и научных условий, профессионально-

го и карьерного роста специалистов из стран-участниц ОИЯИ.

В этот же день делегация ОИЯИ приняла участие в заседании круглого стола «Грузия–ОИЯИ: прошлое, настоящее, будущее», который проходил в Грузинском техническом университете под председательством министра образования и науки Грузии Т. Саникидзе и ректора ГТУ академика А. Прангишвили. В обсуждениях, помимо представителей ГТУ, участвовали вице-ректор Тбилисского государственного университета им. И. Джавахишвили, член Ученого совета ОИЯИ М. Элиашвили, вице-канцлер Университета Грузии профессор С. Гоглидзе, ведущие ученые, чья научная работа связана с деятельностью ОИЯИ. Был заслушан доклад В. Д. Кекелидзе о флагманском проекте ОИЯИ NISA и доклад В. В. Коренькова о современных направлениях в сфере информационных исследований, проводимых в Лаборатории информационных технологий ОИЯИ. В дискуссиях по докладам был высказан ряд конкретных предложений по возможному участию грузинских специалистов в этих проектах.

Наглядный пример успешного сотрудничества Грузии с ведущими научными центрами мира благодаря членству в ОИЯИ был представлен в выступлении научного руководителя проекта СОМЕТ профессора И. Куно. Он рассказал о плодотворной и эффективной работе грузинских ученых, сотрудников ГТУ и ТГУ, направленных в ОИЯИ для проведения исследований по теме мюон-электронной конверсии.

Участники круглого стола с большим интересом и вниманием ознакомились с выставкой ОИЯИ, посвященной достижениям Института за прошедшие годы, а также посетили научные и научно-образовательные лаборатории ГТУ, в которых преподаватели и студенты рассказали о созданных самими учащимися методических и научных установках.

После окончания круглого стола состоялась публичная лекция академика В. А. Матвеева и награждение его почетным дипломом доктора Грузинского технического университета. Этот день завершился концертом, в котором приняли участие студенты ГТУ.

29 мая делегация ОИЯИ посетила Национальную академию наук Грузии, где состоялась приветственная беседа с ее президентом академиком Г. Квеситадзе, а также расширенное заседание Президиума НАН Грузии, на котором В. А. Матвееву был передан диплом иностранного члена академии.

В благодарственном слове В. А. Матвеев рассказал о многолетнем сотрудничестве ОИЯИ с НАН Грузии, о ее представителях, работавших в разные годы в Дубне, а также особо отметил выдающийся вклад академика А. Н. Тавхелидзе в создание «дубненской» школы грузинских физиков и развитие эффективного сотрудничества научных организаций Грузии и ОИЯИ.

30 мая делегация ОИЯИ посетила Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили. На встрече с ректором ТГУ академиком В. Папава обсуждались новые вызовы, связанные с расширением научных подразделений университета в результате включения в их состав институтов НАН Грузии. В ходе беседы неоднократно подчеркивалась важность сохранения связей, которые были налажены между данными институтами и ОИЯИ. Присутствовавшие на этой встрече вице-ректор ТГУ М. Элиашвили, директор Института физики высоких энергий ТГУ М. Ниорадзе и полномочный представитель правительства Грузии в ОИЯИ А. Хведелидзе выступили с предложениями дополнить существующие научные контакты совместными образовательными программами.

С 15 по 19 июня в Доме международных совещаний проходил многодисциплинарный форум Бразилия–ОИЯИ «На границе физики элементарных частиц, ядерной физики и физики конденсированных сред». Для участия в форуме в Дубну прибыла представительная делегация: 18 ученых из 14 известных бразильских университетов и институтов 6 штатов Бразилии. В числе почетных гостей были генеральный секретарь Бразильского физического общества профессор В. Баньято и члены Комиссии по ядерной физике и приложениям Т. Фредерико, П. Гомеш, Д. Менезес.

Программа форума включала пленарные сессии с основными докладами, а также локальные презентации в лабораториях. Для гостей были организованы экскурсии на базовые установки ЛФВЭ, ЛЯР, ЛНФ и ЛЯП.

В приветственной речи на открытии форума директор ОИЯИ академик В. А. Матвеев подчеркнул, что форум призван информировать об основных направлениях научно-исследовательской деятельности ОИЯИ, о том, как организована работа Института, а также об амбициозных научных планах, реализация которых предусматривает широкое международное сотрудничество.

В адрес оргкомитета поступила корреспонденция от чрезвычайного и полномочно-

го посла Бразилии в России А. Жозе Валима Геррейро, в котором, в частности, говорится: «Посольство Федеративной Республики Бразилии в Москве сердечно приветствует участников форума и желает успехов в достижении поставленной цели, а именно, внести свой вклад в укрепление сотрудничества между бразильскими исследователями и учеными Объединенного института ядерных исследований».

В открытии форума и работе пленарных секций приняли участие директора лабораторий, ведущие ученые и специалисты, руководители национальных групп Института. Вице-директора ОИЯИ М. Г. Иткис и Р. Ледницки представили обзорные доклады по основным направлениям научных исследований Института, а соорганизатор форума профессор Федерального университета П. Гомеш сделал обзорный доклад по направлениям исследований в ядерной физике и смежных областях в университетах и исследовательских организациях Бразилии.

В заключительный день работы форума состоялось заседание круглого стола и подписание итоговой декларации с предложениями о сотрудничестве и возможности ассоциированного членства Бразилии в ОИЯИ.

18–20 июня в ОИЯИ в рамках визита по развитию сотрудничества находилась делегация Института физики плазмы (ИФП) Китайской академии наук во главе с заместителем директора ИФП доктором Юнтао Сонгом.

Гости побывали с экскурсией на базовых установках ЛФВЭ, ЛЯП и ЛЯР. На встрече в дирекции с участием вице-директора ОИЯИ Р. Ледницкого, главного инженера Г. Д. Ширкова, директора ЛФВЭ В. Д. Кекелидзе и начальника отдела международных связей Д. В. Каманина стороны обсудили состояние научного мегапроекта NICA, осуществляемого в ОИЯИ, а также возможности расширения сотрудничества в области сверхпроводников. Гости из Китая проявили особый интерес к строительству новых сверхпроводящих ускорителей для медицинских целей, вследствие чего было согласовано дополнение к меморандуму о сотрудничестве, касающееся совместных разработок в области ускорителей для протонной терапии и других медицинских применений. В ходе встречи была также высказана и с одобрением воспринята китайской делегацией идея провести форум Китай–ОИЯИ, подобный завершившемуся в те же дни форуму с участием ученых

из Бразилии и аналогичный организованному совместно с Индией.

19 июня директор ОИЯИ В. А. Матвеев и главный ученый секретарь Н. А. Русакович приняли участие в открытом заседании Совета ЦЕРН — высшего органа управления этой международной научной организации по приглашению генерального директора ЦЕРН профессора Р.-Д. Хойера и президента Совета ЦЕРН профессора А. Залевской.

В. А. Матвеев выступил на заседании с докладом об истории создания, научной программе и перспективах развития Объединенного института ядерных исследований. Он выразил признательность руководству и Совету ЦЕРН за принятое ими решение о взаимном с ОИЯИ статусе наблюдателей этих двух крупнейших международных научных организаций мира. Отвечая на вопросы участников заседания, В. А. Матвеев рассказал о перспективах расширения границ международного сотрудничества в рамках ОИЯИ, учитывая интерес, проявляемый представителями научной общности ряда стран к участию в реализации крупных научных проектов класса мегасайенс на территории Российской Федерации, включая возможность прямого вступления в члены ОИЯИ. Пользуясь случаем, директор ОИЯИ пригласил членов Совета ЦЕРН принять участие в мероприятиях в марте 2016 г., посвященных предстоящему 60-летию ОИЯИ.

1–5 июля в г. Казимеж-Дольны (Республика Польша) состоялось совещание рабочей группы при председателе КПП по финансовым вопросам. В совещании принимали участие дирекция ОИЯИ, а также представители Азербайджанской Республики, Республики Армении, Республики Болгарии, Грузии, Республики Казахстан, Монголии, Республики Польши, Российской Федерации, Чешской Республики.

Рабочая группа рассмотрела вопросы о выполнении дирекцией ОИЯИ рекомендаций и решений Финансового комитета и КПП, о проработке окончательной редакции новой методики расчета шкалы взносов государств-членов, о подготовке изменений в основополагающие нормативные документы, регулирующие финансовую деятельность ОИЯИ.

Директор ОИЯИ В. А. Матвеев проинформировал участников заседания о подготовке новой редакции нормативных документов, регулирующих финансовую деятельность ОИЯИ, о совершенствовании системы управления Института и о подготовке перспективных планов развития Института на новый се-

милетный период 2017–2023 гг. Рабочая группа внесла уточнения в принципы новой методики расчета взносов государств-членов и рекомендовала утвердить их на очередной сессии Комитета полномочных представителей в ноябре 2015 г. Обсудив вопрос о внесении изменений в Устав ОИЯИ, Финансовый протокол ОИЯИ и Финансовые нормы ОИЯИ, рабочая группа приняла решение продолжить работу в этом направлении с учетом высказанных представителями государств-членов замечаний и предложений.

Дирекция ОИЯИ выражает искреннюю благодарность представителям Республики Польша за высочайший уровень организации и проведения совещания.

5 июля в ДМС в рамках развития сотрудничества ОИЯИ–ЮАР проходил круглый стол «Физика на NICA», который продолжил серию заседаний, посвященных развитию и реализации проекта NICA. Участники встречи, в том числе представители крупнейших научных центров ЮАР, ознакомились с ходом подготовки к экспериментам на ускорительном комплексе NICA и их теоретическим обоснованием. Состоялись экскурсии на создаваемый ускорительный комплекс NICA, в отдел по производству детекторов, на фабрику сверхпроводящих магнитов. Круглый стол завершился подписанием меморандума о сотрудничестве и обращением к Министерству образования и науки РФ и Департаменту науки и технологий ЮАР о создании партнерской программы по участию ЮАР в проекте NICA.

31 июля ОИЯИ посетил министр-советник по вопросам технологий, науки и образования посольства Боливарианской Республики Венесуэлы Э. Вивас.

На встрече с вице-директором ОИЯИ М. Г. Иткисом, начальником отдела международного сотрудничества Д. В. Каманиным, ученым секретарем ЛЯР А. В. Карповым, ученым секретарем ЛФВЭ Д. В. Пешехоновым гость был проинформирован об основных направлениях исследований, проводимых в лабораториях ОИЯИ. Состоялось обсуждение ряда вопросов развития научного сотрудничества между ОИЯИ и исследовательскими организациями и университетами Венесуэлы, намечены первые шаги по развитию сотрудничества при поддержке посольства, в частности распространение информации об исследованиях ОИЯИ, конференциях и образовательных возможностях в заинтересованных организациях Венесуэлы.

7 августа ОИЯИ посетил чрезвычайный и полномочный посол Турецкой Республики в Москве У. Ярдым с сопровождающими лицами. Гости побывали в лабораториях нейтронной физики и ядерных реакций. Состоялась беседа в дирекции с участием директора ОИЯИ В. А. Матвеева, вице-директора М. Г. Иткиса, руководителя отдела международных связей Д. В. Каманина о возможностях двустороннего и международного научного сотрудничества.

23 августа ОИЯИ посетили министр высшего образования Арабской Республики Египет А. Абдельхалек, ректор Египетско-русского университета в Каире Ш. Хельми и директор Бюро культуры посольства АРЕ в Москве А. Мохамед. На встрече в дирекции ОИЯИ с участием В. А. Матвеева, Р. Ледницкого, Г. В. Трубникова и Н. А. Русаковича гостей познакомили с историей образования ОИЯИ, сферой деятельности Института и географией сотрудничества. По словам министра, продолжением и укреплением плодотворного научного сотрудничества египетских физиков с учеными ОИЯИ может стать переход Египта из статуса ассоциированного члена в число стран-участниц ОИЯИ, что позволит расширить возможности подготовки египетских PhD студентов на базе ОИЯИ, а также будет способствовать развитию непосредственных контактов АРЕ с крупнейшими научными ускорительными центрами мира. Египетская делегация посетила циклотронный комплекс ЛЯР, после чего совершила обзорную экскурсию по Дубне.

10–11 сентября в ОИЯИ находилась китайская делегация из города Хэфэй, в которую вошли руководители и представители партийных и административных органов, научно-исследовательских и медицинских институтов, а также крупнейших промышленных компаний.

Визит китайской делегации был связан с активизацией взаимовыгодного сотрудничества научно-исследовательских и медицинских центров Китая с ОИЯИ. На встрече в дирекции гостей приняли вице-директора ОИЯИ Р. Ледницки и Г. В. Трубникова, главного инженера ОИЯИ Г. Д. Ширкова, директора ЛФВЭ В. Д. Кекелидзе.

В презентации, посвященной ОИЯИ, Г. В. Трубников рассказал о структуре Института, основных направлениях научной деятельности, развитии экспериментального комплекса в ОИЯИ, в частности об ускорительном комплексе нуклотрон/NICA, а также

представил историю сотрудничества ОИЯИ с научно-исследовательскими учреждениями КНР. Особый интерес гостей вызвал доклад Г. Д. Ширкова о прикладных научных исследованиях и протонной терапии в ОИЯИ.

В ходе дальнейшей беседы был сделан акцент на актуальности международного научного сотрудничества, в частности объединения усилий в рамках работы над мегасайенс проектом NICA как в научном, так и в инновационном плане. Гости побывали на экскурсии в ЛФВЭ и ЛЯР.

14–18 сентября в Дубне работал Форум по развитию сотрудничества между ОИЯИ и академическими и научно-исследовательскими институтами Чехии. Форум нацелен на привлечение большего числа сотрудничающих с ОИЯИ чешских научных и образовательных центров к участию в текущих и новых совместных проектах.

На открытии форума главный ученый секретарь ОИЯИ Н. А. Русакович проинформировал участников об основных направлениях исследований Института. Ученый секретарь форума Л. Заворка (ЛЯП) охарактеризовал вклад специалистов ЧССР и Чехии в деятельность ОИЯИ и современное состояние сотрудничества. Заместитель директора Института прикладной и экспериментальной физики Чешского политехнического университета, заместитель полномочного представителя правительства Чехии в ОИЯИ И. Штекл рассказал, в частности, об условиях работы и жизни в Дубне. Для участников форума были организованы экскурсии во все лаборатории Института и в ОЭЗ «Дубна».

С 14 сентября по 13 октября в Объединенном институте проходила очередная стажировка молодых ученых и специалистов стран СНГ, организованная ОИЯИ совместно с Международным инновационным центром нанотехнологий стран СНГ при поддержке Межгосударственного фонда гуманитарного сотрудничества (МФГС) государств-участников СНГ.

В стажировке приняли участие 20 молодых людей из Азербайджана, Армении, Белоруссии, Казахстана, Киргизии, Молдавии, России, Таджикистана, Узбекистана, Украины. Обучение проходило на базе лабораторий ОИЯИ, в университете «Дубна», на научных и инновационных предприятиях города Дубны.

Программа стажировки включала лекции, практические занятия и экскурсии, которые проходили во всех лабораториях, в Учебно-научном центре, а также встречи в

ОМУС ОИЯИ. В университете «Дубна» молодые ученые встретились с проректором университета Ю. А. Крюковым, приняли участие во Всероссийской конференции «Принципы и механизмы создания национальной инновационной системы», в семинаре-совещании «ОИЯИ–Сколково» по вопросам коммерциализации научно-технических разработок, побывали в ОЭЗ «Дубна», посетили инновационные предприятия Дубны. Всего с 2009 по 2015 г. при поддержке МФГС было проведено 8 стажировок, в которых приняли участие 160 молодых ученых и специалистов из стран СНГ.

12 октября в Шанхае (Китай) главный инженер ОИЯИ член-корреспондент РАН Г. Д. Ширков подписал соглашение с китайскими коллегами из Института физики плазмы Китайской академии наук в городе Хэфэй о сотрудничестве в области радиационной медицины и ускорительной техники.

Руководством Института физики плазмы — одного из главных партнеров в реализации проекта NICA — было принято решение о создании онкологического центра, оснащенного протонным и углеродным циклотронами. Результатом переговоров с китайскими коллегами явилось соглашение, по которому в течение года сотрудниками научно-экспериментального отдела новых ускорителей Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ будет выполнен технический проект с целью создания двух ускорителей. Один предназначен для медицинского центра в Хэфэе, а основные элементы второго специализированного ускорителя для протонной терапии будут сделаны для ОИЯИ, что позволит вывести из эксплуатации фазотрон. Подписание данного соглашения было расценено сторонами как важный шаг в рамках развития сотрудничества ОИЯИ с Китаем, а также с точки зрения сохранения и развития протонной и радиационной медицины в Институте.

18–20 октября в ЛФВЭ ОИЯИ проходило заседание экспертного комитета МАС (Machine Advisory Committee) по проекту NICA. В составе комитета экспертов были представители крупнейших научных центров: ЦЕРН, GSI, FAIR, FNAL, BNL, Университета Токио, российских ИЯФ СО РАН, ИТЭФ, НИЦ «Курчатовский институт».

На заседании были заслушаны доклады Г. В. Трубникова и И. Н. Мешкова о ходе работ по комплексу NICA, В. Д. Кекелидзе — об эксперименте на выведенных пучках нуклотрона VM@N, детекторах MPD и SPD, а также

о физической программе мегапроекта NICA. Обсуждение основных докладов происходило в форме активных дискуссий по целому ряду вопросов. Программа заседания включала около 20 докладов по направлениям ускорительного комплекса: коллайдер, бустер, каналы, инжекционная цепочка, источники, система охлаждения, диагностика, электроника, управляющие системы и др. Со стороны экспертов было задано много конкретных вопросов, со стороны докладчиков — руководителей направлений следовали детальные ответы и обоснования.

В первый день заседания участники совершили экскурсию по объектам строящегося комплекса. Второй день был посвящен общей дискуссии, составлению отчета и рекомендаций для проекта NICA. Кроме того, было выделено время для небольших докладов по состоянию близких по тематике проектов, в том числе FAIR. Для FAIR и NICA в ЛФВЭ ведется тестирование сверхпроводящих магнитов, разработка детекторов, подготовка экспериментов на нуклотроне.

21–24 октября в Праге проходили Дни ОИЯИ, посвященные 60-летию Института. Накануне официального открытия Дней ОИЯИ состоялась встреча директора В. А. Матвеева, вице-директора Г. В. Трубникова и начальника отдела международных связей Д. В. Каманина с полномочным представителем правительства Чехии в ОИЯИ Я. Добешем, директором Института экспериментальной и прикладной физики И. Штеклом, почетным ректором Карлова университета профессором И. Вильгельмом и представителем Министерства образования, молодежи и спорта ЧР Г. Длоуга. Участники встречи отметили плодотворность 60-летнего сотрудничества между ОИЯИ и чешскими научными организациями, обменялись актуальной информацией об усилиях по повышению международного престижа Института в европейском и мировом научном пространстве и решимостью укреплять научно-техническое сотрудничество, а также развивать совместные образовательные программы.

Приуроченная к Дням ОИЯИ, в Карловом университете была развернута фотовыставка, посвященная истории и сегодняшнему дню Института. Чешские промышленные предприятия высокотехнологичного профиля также представили свои информационные стенды.

На открытии Дней ОИЯИ в Чехии, которое состоялось в конференц-зале Карлова университета, присутствовали представители

ОИЯИ, сотрудники чешских научных организаций, работавшие в Дубне в разные годы, представители муниципалитета, министерств и ведомств, коммерческих организаций. В числе гостей — дипломаты — работники посольств в Праге из Молдовы, Румынии, Украины, Италии и России. С приветственной речью выступил торговый представитель РФ в Чешской Республике С. Ступарь, отметивший важность и успех объединения усилий в научной работе. Аудиторию приветствовал полномочный представитель правительства Чешской Республики в ОИЯИ Я. Добеш.

Рабочую часть Дней ОИЯИ открыл директор ОИЯИ В. А. Матвеев докладом «ОИЯИ вчера, сегодня и завтра». Вице-директора Института Г. В. Трубников и Р. Ледницки выступили с докладами о развитии инфраструктуры ОИЯИ, научно-исследовательской работе и планах на будущее. Директор Института экспериментальной и прикладной физики Чешского технологического Университета И. Штекл отметил в своем докладе успешное сотрудничество между ОИЯИ и чешскими научными организациями, уделив особое внимание образовательной деятельности и вопросам привлечения в ОИЯИ чешских студентов и аспирантов. Ученый секретарь института IEAP CVUT Ц. Гранха представил доклад о плодотворном сотрудничестве с рядом научных групп в ОИЯИ по применению мультипиксельных детекторов MEDIPIX. Во второй половине дня прошла специальная сессия, организованная директором фирмы «Вакуум Прага» П. Хедбавны и посвященная развитию сотрудничества ОИЯИ с промышленными предприятиями Чехии.

23 октября мероприятия в рамках Дней ОИЯИ проходили не только в Карловом университете, где для студентов, аспирантов и молодых ученых были представлены доклады об основных направлениях деятельности ОИЯИ, но и в одном из крупнейших центров образования в Чехии — Брно. Здесь в Технологическом университете и Университете Масарика состоялись встречи и презентации, посвященные 60-летию сотрудничества ОИЯИ и Чехии.

В Брно делегацию ОИЯИ приветствовали заместитель декана факультета электротехники и коммуникаций Технологического университета В. Аубрехт и Я. Добеш. На встрече присутствовали представители муниципальной и городской администраций, профессора, студенты и молодые ученые. С докладами выступили Р. Ледницки, Н. Кучерка, С. Н. Неделько, В. В. Кореньков, Е. А. Красавин. Аудитория была проинформирована об основных направ-

лениях деятельности Института, флагманских проектах NICA, DRIBSIII и результатах модернизации реактора ИБР-2. В заключительном выступлении Я. Добеша были, в частности, озвучены основные условия проведения студенческой практики в ОИЯИ для чешских студентов.

Делегация ОИЯИ ознакомилась с лабораторией COMTEST и центром NETME, посетила компьютерный центр CERIT при университете Масарика, где обсудила с его руководством условия сотрудничества и образовательные программы для студентов, участие в международных научных конференциях молодых ученых и специалистов в Дубне. Состоялись визиты на факультет информационных технологий при Техническом университете и в Радиобиологическую лабораторию Брно.

22–24 октября с визитом в ОИЯИ побывала делегация Лаборатории Леона Бриллюэна (ЛЛБ, Сакле, Франция). В дирекции гостей приняли вице-директор ОИЯИ М. Г. Иткис, главный ученый секретарь Н. А. Русакович, заместитель директора ЛНФ О. Куликов, А. В. Белушкин (ЛНФ).

23 октября в Лаборатории нейтронной физики прошел общелабораторный семинар, на котором директор Лаборатории Леона Бриллюэна К. Альба-Симонеско познакомила собравшихся с деятельностью ЛЛБ — французского национального исследовательского центра, специализирующегося на нейтронном рассеянии. Гости из ЛЛБ осмотрели экспериментальные установки реактора ИБР-2.

26 октября в Доме международных совещаний ОИЯИ проходило 19-е заседание российско-китайской подкомиссии по научно-техническому сотрудничеству Комиссии по подготовке регулярных встреч глав правительств.

Директор ОИЯИ В. А. Матвеев, обращаясь на открытии заседания к его участникам, отметил значимость того вклада, который внесли в становление и развитие Института ученые и специалисты КНР, и возможность дальнейшего не менее плодотворного научно-технического сотрудничества в рамках международного мегапроекта NICA.

С докладами о современной государственной политике России и Китая в научно-технической и инновационной сфере на заседании выступили заместитель министра образования и науки РФ Л. М. Огородова и заместитель министра науки и техники КНР Цао Цзяньлинь. Л. М. Огородова сообщила, в частности, о принятом решении сохранить объем финансирования фундаментальных и поисковых ис-

следований и повысить востребованность прикладных разработок в условиях сокращения бюджета РФ, отметив, что из 6 проектов класса мегасайенс, принятых к реализации на территории России, наиболее активно развиваются два — по созданию коллайдера тяжелых ионов NICA в Дубне и высокопоточного реактора ПИК в Гатчине.

Цао Цзяньлинь рассказал о всесторонней поддержке китайским правительством инициативы массовых инноваций и венчурной деятельности, использовании эффекта инкубатора, а также привел ряд статистических данных, свидетельствующих о высоком приоритете научной и технической деятельности в Китае.

На заседании была заслушана информация о реализации совместных проектов в научно-технической сфере и рассмотрен ряд предложений. Стороны поддержали предложение подготовить к предстоящей встрече глав правительств России и Китая четырехстороннее соглашение — между министерством науки и техники КНР, Академией наук КНР, министерством образования и науки РФ и Объединенным институтом ядерных исследований — об участии Китая в реализации мегапроекта NICA.

Было принято решение подготовить проект протокола между министерством науки и техники КНР и министерством образования и науки РФ о двустороннем научно-техническом сотрудничестве в области термоядерной энергии, а также доработать и подписать соглашение о проведении скоординированного конкурса по отбору совместных проектов в научно-технической и инновационной сфере.

Во второй половине дня члены подкомиссии побывали на экскурсии в лабораториях физики высоких энергий и ядерных реакций, осмотрели базовые и экспериментальные установки ОИЯИ. Заседание было продолжено обсуждением вопросов российско-китайского сотрудничества по фундаментальным и прикладным исследованиям в области физики тяжелых ионов, физики плазмы и ядерной энергетики. Итогом заседания стало подписание главами двух делегаций протокола российско-китайской подкомиссии по научно-техническому сотрудничеству.

Со 2 по 4 ноября проходили Дни ОИЯИ в Румынии. 2 ноября в Бухаресте делегацию ОИЯИ в лице В. А. Матвеева, Н. Замфира, М. Г. Иткиса, Г. В. Трубникова, Г. Адама, О. Куликов приветствовал министр образования и научных исследований Ру-

мынии С. Кампьяну. На встрече, посвященной 60-летию Института, директор ОИЯИ В. А. Матвеев подчеркнул большой вклад Румынии в развитие ОИЯИ и пригласил министра образования и научных исследований Румынии принять участие в праздновании юбилея ОИЯИ в марте 2016 г. Приглашение было с благодарностью принято.

60-летней истории сотрудничества между Румынией и ОИЯИ был посвящен симпозиум, который открыл полномочный представитель правительства Румынии в ОИЯИ профессор Н. Замфир. Рассказывая об участии Румынии в ОИЯИ, докладчик назвал имена румынских ученых, активно участвовавших в становлении и развитии ОИЯИ, отметил важность проведения совместных исследований и подчеркнул востребованность дубненских образовательных программ для студентов. В. А. Матвеев сделал обзор основных проектов Института, включая мегапроекты, модернизацию базовых установок. Под аплодисменты собравшихся директор ОИЯИ вручил Н. Замфиру диплом Почетного доктора ОИЯИ.

М. Костуа, член румынского парламента, ректор Политехнического университета Бухареста, пожелал взаимного успеха дальнейшему сотрудничеству Румынии и ОИЯИ. Доклады о вкладе румынских коллег в научно-исследовательскую деятельность лабораторий ОИЯИ сделали К. Борча, О. Куликов, Г. Стратан, Г. Адам. Представителей ОИЯИ в Бухаресте приветствовал бывший вице-директор Института профессор А. Сандулеску, работавший в Дубне в 70-80-е гг.

Делегация ОИЯИ посетила Национальный институт физики и ядерных разработок, а также строительную площадку международного комплекса ЕЛІ, в создании которого активно участвует Румыния. В парламенте Румынии состоялась встреча с главой комиссии по образованию и науке Е. Андронеску.

4 ноября делегация ОИЯИ посетила Политехнический университет Бухареста в сопровождении М. Костуа, вице-ректора Дж. Дариэ и Е. Андронеску. М. Костуа рассказал об основных вехах истории университета, научно-образовательной программе и современном статусе, привел некоторые статистические данные. Для представителей ОИЯИ была организована экскурсия в Национальный исследовательский электротехнический институт ІСРЕ-СА.

3–7 ноября прошли «Дни NICA в Варшаве» в рамках празднования 60-летия ОИЯИ. Мероприятие, организованное на базе одного

из самых крупных университетов Польши — Варшавского политехнического университета (WUT), было нацелено на привлечение молодых ученых и студентов к участию в проекте NICA.

«Дни NICA в Варшаве», в которых приняли участие студенты, аспиранты и сотрудники университета, а также молодые ученые из других центров, ведущие исследования по научной тематике NICA, проходили совместно с совещанием по проблематике исследований экспериментов STAR (BNL, США), ALICE и NA-61 (ЦЕРН), FAIR (Германия) и NICA.

6 ноября состоялась встреча директора ОИЯИ В. А. Матвеева с проректором ВТУ по науке Р. Бацевичем, на которой было подписано соглашение о сотрудничестве между ОИЯИ и Варшавским политехническим университетом. Договор позволит активизировать сотрудничество между ОИЯИ и WUT, в том числе по участию в проекте NICA.

17–21 ноября в столице Белоруссии Минске, во время проведения выездных заседаний руководящих органов Института — Финансового комитета и Комитета полномочных представителей ОИЯИ, состоялся ряд важных встреч.

В Президиуме НАН Белоруссии делегация ОИЯИ, в которую вошли руководители Института, директора лабораторий и представители всех стран-участниц ОИЯИ, приняла участие в обсуждении текущего статуса и перспектив сотрудничества ОИЯИ и Белоруссии с председателем Президиума НАН РБ В. Г. Гусаковым и с членами Президиума. Внимание всех участников встречи привлекла постерная выставка, посвященная 60-летию Института и многолетнему успешному сотрудничеству между ОИЯИ и Белоруссией.

В Госкомитете по науке и технологиям РБ, возглавляемым А. Г. Шумилиным, полномочным представителем правительства Белоруссии в ОИЯИ, состоялась плодотворная беседа о развитии инновационных направлений, востребованных экономикой Белоруссии, и возможностях совместных работ в Дубне.

На встрече с первым проректором Белорусского государственного университета О. А. Ивашкевичем были заслушаны доклады ведущих белорусских ученых и специалистов по всему спектру научной и инновационной деятельности университета. Для делегации ОИЯИ была подготовлена обширная культурная программа.

4 декабря в Доме международных совещаний ОИЯИ состоялось заседание совета по

физике тяжелых ионов при Президиуме Российской академии наук под председательством академика РАН Ю. Ц. Оганесяна. В работе совета принял участие директор ОИЯИ академик РАН В. А. Матвеев.

Об исполнении решений предыдущих заседаний рассказал секретарь совета И. Н. Исосимов. С докладом о развитии работ по созданию ускорительного комплекса NICA выступил вице-директор ОИЯИ Г. В. Трубников. С докладом об экспериментальной программе на будущем коллайдере выступил директор Лаборатории физики высоких энергий В. Д. Кекелидзе.

Научный руководитель Лаборатории ядерных реакций Ю. Ц. Оганесян озвучил ближайшие задачи лаборатории в области ядерной физики. Программа ЛЯР по физике тяжелых ионов, включая ускорительную часть и детекторы, была изложена в нескольких докладах. На заседании выступили: Г. Г. Гульбекян с докладом о ходе создания фабрики сверхтяжелых элементов; В. К. Утенков — об эксперименте по синтезу изотопов 118-го элемента; А. В. Еремин — о редких каналах реакций синтеза; А. С. Фомичев — о новом фрагмент-сепараторе АКУЛИНА-II; Б. Н. Гикал — о модернизации циклотрона У-400М; Г. Тер-Акопьян — об исследованиях структуры радиоактивных ядер.

7 декабря ОИЯИ посетил чрезвычайный и полномочный посол Румынии в РФ В. Соаре. Он встретился с представителями дирекции и румынской национальной группы, побывал в лабораториях Института. В честь национального дня Румынии, который отмечается 1 декабря, в Доме культуры «Мир» состоялся торжественный вечер и концерт румынской этно-рок-блюз-группы «Nightlosers».

8–9 декабря в Претории (ЮАР) в Международном конгресс-центре проходил Международный научный форум, в котором приняли участие более 1000 представителей научно-исследовательских и образовательных организаций.

КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ, ПРОВЕДЕННЫЕ ОИЯИ

Среди научных конференций и рабочих совещаний, организованных ОИЯИ в 2015 г., наиболее крупными были тринадцать.

С 16 по 20 февраля в Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова прошла **XIX Международная молодежная научная конференция**, посвященная 100-летию

В работе форума участвовала делегация ОИЯИ в составе вице-директора Г. В. Трубникова, начальника отдела международных связей Д. В. Каманина, заместителя директора Лаборатории нейтронной физики О. Куликов, начальника научного отдела ЛНФ С. А. Куликова и специалиста ОМС А. А. Сушевич. Г. В. Трубников выступил с докладом о перспективах развития физики частиц, о мегапроектах в области ядерной физики, физики нейтрино и изучении ядерной материи в экстремальных состояниях.

Внимание участников форума был представлен информационный стенд ОИЯИ, демонстрирующий научную и образовательную деятельность, историю сотрудничества с Министерством науки и технологии и научными организациями ЮАР, насчитывающую уже 10 лет, а также основные международные проекты Института.

17 декабря в Пекине в ходе 20-й регулярной встречи глав правительств России и Китая был подписан ряд важнейших соглашений и протоколов о взаимодействии между Россией и Китаем в области науки, промышленности и торговли.

От имени ОИЯИ вице-директор член-корреспондент РАН Г. В. Трубников подписал четырехсторонний Протокол между Министерством образования и науки РФ, Министерством науки и техники КНР, Академией наук КНР и Объединенным институтом ядерных исследований о перспективах сотрудничества в рамках мегапроекта NICA в Дубне. От министерства образования и науки РФ протокол подписала первый заместитель министра Н. В. Третьяк. Протокол был подписан в присутствии премьер-министра России Д. А. Медведева и главы правительства КНР Ли Кэ Цяна. Это важнейший шаг в отношениях ОИЯИ и КНР. Подготовка к подписанию данного соглашения в соответствии с поручениями правительств РФ, Китая, а также КПП ОИЯИ длилась два года.

со дня рождения выдающегося советского ученого члена-корреспондента АН СССР Ф. Л. Шапиро. Конференция была организована Объединением молодых ученых и специалистов ОИЯИ и собрала более 300 участников, в числе которых студенты, аспиранты, молодые ученые и специалисты из ОИЯИ и других российских и зарубежных научных

центров с устными и постерными докладами, а также в качестве слушателей.

На конференции, программа которой охватывала основные фундаментальные и научно-прикладные направления исследований, проводимые в ОИЯИ, прозвучали лекции о передовых теоретических и прикладных исследованиях в областях нейтронной и ядерной физики, физики конденсированных сред. Труды и аннотации конференции будут опубликованы в отдельных сборниках.

В первый день конференции с ознакомительной лекцией об ОИЯИ и ЛНФ выступил директор лаборатории В. Н. Швецов. С биографией Ф. Л. Шапиро участников познакомил А. В. Стрелков (ЛНФ), историю и современность совместил в своем выступлении «Нейтронные исследования в современной науке» директор Петербургского института ядерной физики НИЦ «Курчатовский институт» В. Л. Аксенов.

По традиции в рамках конференции проводился конкурс на премии для молодых сотрудников ОИЯИ и конкурс на лучший доклад в каждой из 9 секций среди всех участников. Специальную премию имени Ф. Л. Шапиро получил К. Мухин (ЛНФ) за работу «Комплекс криогенных замедлителей нейтронов реактора ИБР-2. Статус работ». В номинации «Теоретические исследования» первую премию получил М. Косич (Университет Белграда, Сербия), две третьих премии — А. Турсунов (Технический университет, Прага, Чехия) и А. Думитреску (Национальный институт физики и ядерной технологии, Бухарест, Румыния). В номинации «Экспериментальные исследования» первая премия присуждена Е. Рухадзе (Технический университет, Прага, Чехия), вторая — С. Розову (ЛЯП), две третьих — А. Томчуку (ЛНФ) и М. Заднепрянец (ЛРБ).

Это вторая по счету конференция, для участников которой была подготовлена разнообразная вечерняя культурная и спортивная программа, включавшая как традиционный волейбол и футбол, так и стрельбу из лука, скалодром и бильярд. В последний день работы конференции была организована выставка «От школьной скамьи до инновации», в которой участвовали предприятие «Дедал», «Школа робототехники», а также ученики школы № 9 с собственноручно изготовленными установками.

С 25 по 29 мая в ДМС ОИЯИ проходил **23-й Международный семинар по взаимодействию нейтронов с ядрами** (ISINN-23),

ежегодно организуемый Лабораторией нейтронной физики ОИЯИ в конце мая. Данный был посвящен 100-летию со дня рождения выдающегося советского физика, одного из основателей ЛНФ — члена-корреспондента АН СССР Ф. Л. Шапиро.

Международный программный комитет семинара состоит из ведущих ученых, которые представляют практически все основные нейтронные центры, развивающие ядерно-физические направления исследований. В семинаре приняли участие около 70 сотрудников из различных лабораторий ОИЯИ, около 40 ученых из России и стран СНГ и около 20 представителей широкого круга стран: Болгарии, Великобритании, Вьетнама, Германии, Ирана, Румынии, Сербии, Словакии, Франции и США. Всего за 4 рабочих дня участники представили 60 устных и 50 стендовых сообщений по тематике семинара. В программу вошли традиционные для ISINN сессии: фундаментальные взаимодействия и физика УХН, физика деления ядра, ядерные аналитические методы в биологии и экологии, ядерные реакции с быстрыми нейтронами, вопросы ядерной структуры, методические аспекты экспериментов с нейтронами. Как традиционную можно рассматривать секцию, связанную с подкритическими системами, управляемым ускорителями. Особенностью этого года стала специальная сессия, посвященная будущим экспериментам на создающемся в Гатчине реакторе ПИК, которая и открывала программу семинара.

Доклады, представленные гостями из ПИЯФ, вызвали живой интерес у участников. Уже сейчас есть договоренность с руководством ПИЯФ о том, чтобы реактор ПИК и реактор ИБР-2 образовали совместный пользовательский центр. Физики из Дубны, активно помогающие формировать научную программу для реактора ПИК, предлагают свой оригинальный вариант источника ультрахолодных нейтронов для ПИК (сообщение Е. В. Лычагина). Ультрахолодные нейтроны были открыты в ЛНФ в 1968 г. под руководством Ф. Л. Шапиро. В последующие годы в СССР сложилась мощная научная школа физиков, работающих в этой области. К сожалению, уже более 20 лет в нашей стране нет источника УХН, экспериментальные результаты получают, главным образом, в Институте Лауэ–Ланжевена (ILL, Франция). Разработка и создание источника на реакторе ПИК позволит сохранить научную школу и реализовать широкую научную программу с УХН. Научную программу ПИЯФ в этой области, являю-

щуюся частью программы исследований фундаментальных взаимодействий, представил в своем докладе профессор А. П. Серебров.

Традиционно сильной на семинаре была делительная секция. На ней были представлены как теоретические, так и экспериментальные работы. В теоретической части секции новым расчетам массово-энергетических распределений для трансактинидов был посвящен доклад Н. Каржана (ЛЯР ОИЯИ). А. Барабанов (НИЦ «Курчатовский институт») представил новую модель для объяснения недавно открытых Т-нечетных эффектов в тройном делении. В докладе И. С. Гусевой (ПИЯФ) была изложена модель для описания угловой анизотропии мгновенных нейтронов деления. В экспериментальной части в докладе А. К. Гагарского (ПИЯФ) были представлены данные по угловым распределениям осколков деления под действием высокоэнергетических нейтронов, а доклад А. А. Воробьева (ПИЯФ) был посвящен тщательному анализу данных по угловым корреляциям мгновенных нейтронов деления различных ядер и поиску предразрывных нейтронов в делении. Наконец, по установившейся традиции, группа из ЛЯР представила новые методические наработки и полученные результаты в экспериментах по поиску экзотических мод кластерного коллинеарного распада в делении (доклады Д. В. Каманина и Ю. В. Пяткова).

Второй день включал две секции: «Фундаментальные взаимодействия и физика УХН» и «Нейтронный активационный анализ и науки о жизни». М. Масгрэйв (Великобритания) представил последние результаты коллаборации NPDGamma, измеряющей нарушение четности в реакции захвата нейтрона протоном, а также сообщил свежие новости от коллаборации nEDM из PSI (Швейцария). Ф. Джепаров (ИТЭФ) рассмотрел возможность решения фундаментальных вопросов статистической физики с использованием малоуглового рассеяния нейтронов и бета-ядерного магнитного резонанса. П. Гельтенборт (Институт Лауэ–Ланжевена, Франция) — регулярный участник ISINN, сделал прекрасный обзорный доклад о последних результатах, полученных на источнике УХН в ILL. В. Ф. Ежов (ПИЯФ) подробно рассказал об эксперименте по измерению времени жизни нейтрона в магнитной ловушке, включая последние полученные результаты по созданию новой установки. Ш. Доге (Франция) рассказал о своей работе, которую он проделал для получения новых данных о сечении рассеяния УХН на твердом и жидком дейте-

рии. А. И. Франк рассмотрел явление задержки волнового пакета, возникающее при отражении нейтронов от многослойных резонансных структур, и вопросы дифракции нейтронов на движущейся дифракционной решетке. Коллеги из его группы сделали доклады о последних экспериментах с УХН, выполненных на созданном ими времяпролетном фурье-дифрактометре и о планируемом ими наблюдении взаимодействия УХН с веществом, перемещающимся с гигантским ускорением.

От семинара к семинару все весомее становится вклад участников секции «Нейтронный активационный анализ и науки о жизни». Она привлекает большое количество молодежи из разных стран. Молодые ученые приезжают в Дубну, рассказывают о своих достижениях, имеют возможность пообщаться с признанными авторитетами в этой области, такими как О. Дулиу (Румыния), М. В. Фронтасьева, С. С. Павлов (ОИЯИ), В. Е. Зайчик, Б. Манковска, М. Флорек (Словакия), С. Френзль (Германия) и другими. В докладах и постерах этой секции отражены исследования в области охраны окружающей среды, биотехнологии очистки воды и разработки новых медицинских препаратов на основе использования природной растительности. Интернациональный коллектив сектора НАА и прикладных исследований ОЯФ ЛНФ вновь продемонстрировал высокую активность и хорошие достижения в области применения ядерно-физических аналитических методов в науках о жизни и материаловедении. Следует отметить участие в работе секции студентов из Болгарии, Вьетнама, Албании, Казахстана и российских вузов (Москва, Иваново), которые впервые выступали на международном форуме. В свободное от заседаний время шли интенсивные обсуждения планов сотрудничества с участниками семинара из Румынии (К. Стихи, К. Радулеску, О. Дулиу), Казахстана (Н. Омарова) и РФ (С. Горелова).

На секции, посвященной подкритическим системам, управляемым ускорителями, которая проходила в третий день работы семинара, было рассказано о результатах, полученных широкой международной коллаборацией в рамках проекта «Энергия и трансмутация» на базе ускорителей ОИЯИ. С докладами, посвященными экспериментальным результатам, полученным на нуклотроне ЛФВЭ и фазотроне ЛЯП с мишенной сборкой «Квинта», и результатам моделирования планируемых экспериментов с квазибесконечной мишенью BURAN выступили Ж. Х. Хушвактов, Л. Заворка (ЛЯП ОИЯИ) и П. Живков (Болга-

рия). Гости из Ирана рассказали о преимуществах использования ядерного топлива с торием и о возможности наработки радиоизотопов для медицинских нужд на подкритических сборках, управляемых ускорителями.

На следующей секции, посвященной методическим вопросам, было доложено о проведенных на установке ИРЕН экспериментах по изучению радиационных повреждений сцинтилляторов. О. А. Щербаковым (ПИЯФ) был представлен подробный доклад о времяпролетном спектрометре GNEIS протонного синхротронного ускорителя ПИЯФ и о созданной на нем установке для тестирования устойчивости электроники к нейтронной компоненте природного излучения.

В последний день семинара проходили секции «Ядерная структура, фотонная силовая функция», «Реакции, индуцированные быстрыми нейтронами» и «Разное». В докладах А. Войнова (Университет Огайо, США), А. М. Суховаго (ЛНФ ОИЯИ) и С. Камерджиева (ИАТ, Обнинск) рассматривались различные подходы к описанию фотонной силовой функции. С. И. Сухоручкин (ПИЯФ) посвятил доклад анализу нестатистических закономерностей в спектрах возбуждения компаунд-ядер и поиску их корреляций с фундаментальными константами.

Ю. Н. Копач (ЛНФ ОИЯИ) и В. Ю. Алексахин (ЛФВЭ ОИЯИ) рассказали о результатах, полученных с помощью методики, основанной на использовании меченых нейтронов от специального $d-t$ -генератора, а М. В. Седышева (ЛНФ ОИЯИ) сообщила о новых результатах изучения реакции $^{144}\text{Sm}(n, \alpha)^{141}\text{Nd}$, полученных на ускорителе Ван-де-Граафа ЛНФ.

Секция «Разное» запомнилась участникам интересным докладом В. Ф. Ежова (ПИЯФ) об исследовании озера Восток в Антарктиде, а также докладами В. К. Игнатовича (ЛНФ ОИЯИ) и Ю. Л. Ратиса (ИФСН, Самара), посвященных теоретическому описанию экзотических ядерных реакций.

Как и прежде, ISINN остается площадкой, где участники могут представить еще не опубликованные и иногда предварительные результаты, где в неформальной обстановке в перерывах между сессиями и во время традиционного пикника можно обсудить свои работы с коллегами, получить советы, завязать новое сотрудничество.

Семинар был организован при поддержке РФФИ.

С 29 июня по 3 июля в Санкт-Петербургском государственном университете прошла LXV Международная конференция «Ядро 2015. Новые горизонты ядерной физики, ядерной энергетики, фемто- и нанотехнологий». В ней приняли участие около 100 ученых-физиков из России, США, Швейцарии, Казахстана, Украины. На конференции рассматривались не только проблемы фундаментальной ядерной физики, но и прикладные вопросы, связанные с ядерной энергетикой, а также с ядерно-физическими технологиями.

30 июня в актовом зале здания Двенадцати коллегий СПбГУ состоялось Большое пленарное заседание, посвященное 60-летию Объединенного института ядерных исследований. На нем было представлено несколько обзорных докладов, посвященных научным исследованиям в ОИЯИ. Остальные заседания проходили в Институте физики СПбГУ в Петергофе.

Профессор В. Л. Аксенов рассказал, что в Гатчине в ПИЯФ, который входит в состав НИЦ «Курчатовский институт», строится самый крупный реактор для нейтронных исследований в мире, технический энергетический пуск которого намечен на 2018 г. Его мощность будет достигать 100 МВт, т. е. почти вдвое больше, чем у крупнейшего из ныне существующих реакторов такого типа в Европейском центре нейтронных исследований — Институте им. Лауэ–Ланжевена (Гренобль, Франция), мощность которого 57 МВт. С этим центром ученых ПИЯФ и СПбГУ связывает давнее тесное сотрудничество.

О деятельности ОИЯИ в разных областях фундаментальной науки, прикладных исследований и образовательной программе рассказал профессор Ю. Э. Пенионжкевич (ОИЯИ). Он также представил результаты последних исследований ядерной материи в экстремальном состоянии (экзотических ядер). В Дубне создается новый циклотронный комплекс тяжелых ионов DRIBsIII, который позволит продвинуться еще глубже к границам нуклонной стабильности ядер, в том числе в области сверхтяжелых элементов.

Доклад о последних достижениях ОИЯИ в области информационных технологий был сделан директором ЛИТ профессором В. В. Кореньковым. Существующая в настоящее время в ОИЯИ GRID-система позволяет с высокой скоростью осуществлять связь с ведущими центрами мира и участвовать в анализе и обработке экспериментальных результатов, получаемых в совместных экспериментах на

крупных ускорительных комплексах, в том числе и на ЛНС в ЦЕРН.

О неускорительной физике, активно развиваемой в ОИЯИ, рассказал профессор В. Г. Егоров. Он сделал интересный доклад о последних результатах исследования свойств нейтрино на ядерных реакторах.

Исследованиям, проводимым в ОИЯИ, были посвящены многие доклады участников конференции «Ядро-2015». Профессор Техасского университета А&М (США) В. Гольдберг представил результаты исследований супернейтроноизбыточных ядер легчайших элементов, проводимых совместно с учеными ОИЯИ и стран СНГ.

Интересная и насыщенная научная программа конференции сопровождалась познавательной культурной программой и различными мероприятиями. Само место проведения конференции создавало творческую атмосферу и во многом способствовало развитию научных контактов различных групп из российских институтов и университетов, а также научных центров стран СНГ.

6–11 июля в Лаборатории физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина работала традиционная международная конференция **«Странность в кварковой материи»** (SQM-2015). Первая конференция из этой серии состоялась в 1991 г. в Дании, затем они проходили в Китае, Бразилии, Польше, Великобритании и других странах, став одними из самых престижных научных форумов по физике ядерной материи в экстремальных условиях высоких температур и плотностей. Для участия в конференции в Дубну приехали около 250 ученых из более чем 30 стран мира.

На торжественном открытии выступил директор ОИЯИ академик В. А. Матвеев. Он рассказал об истории, структуре ОИЯИ, научной и образовательной программах, сотрудничестве с научными центрами и университетами мира. О состоянии дел по проекту NICA доложил директор ЛФВЭ профессор В. Д. Кекелидзе. Перед участниками конференции также выступил заместитель главы администрации города Н. А. Смирнов, предложив их вниманию презентацию, посвященную Дубне.

На протяжении пяти дней в целом были представлены более 80 пленарных докладов и постерных сообщений, в рамках работы пяти секций состоялось более 100 пленарных выступлений, в том числе это были доклады о

новейших результатах экспериментов, проведенных в ЦЕРН и на RHIC (BNL, США).

С 13 по 17 июля в Высоких Татрах (Словакия) проходила очередная, 8-я международная конференция **«Математическое моделирование и вычислительная физика»** (ММСР'2015). Конференция была посвящена 60-летию образования Объединенного института ядерных исследований. Соорганизаторами выступили ЛИТ ОИЯИ, IFIN-HH (Бухарест, Румыния), Технический университет (Кошице, Словакия), Институт экспериментальной физики Словацкой академии наук (Кошице, Словакия), Университет им. П. И. Шафарика (Кошице, Словакия).

Научная тематика конференции охватила широкий круг вопросов, включающих в себя:

- математические методы и программное обеспечение для моделирования сложных физических и технологических систем, вычислительной химии, биологии и биофизики;
- методы, программные и компьютерные комплексы для обработки экспериментальных данных;
- методы, алгоритмы и программное обеспечение для компьютерной алгебры и квантового компьютеринга;
- распределенные вычисления и Big Data;
- параллельные и гибридные вычисления для систем с экстремально параллелизмом.

В работе конференции приняли участие более 80 ученых и специалистов из Белоруссии, Болгарии, Германии, Канады, России, Румынии, Словакии, Украины и др., а также большого числа российских научных центров и университетов, среди которых НИЦ «Курчатовский институт», ИМПБ РАН, ИТПМ СО РАН, Санкт-Петербургский ГУ, Новосибирский ГУ, РУДН и др. Всего было заслушано 18 пленарных и более 60 секционных докладов.

С 14 по 18 июля в Лаборатории теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова проходила международная конференция **«Структура ядра и смежные проблемы»** (NSRT-15). Сопредседатели оргкомитета конференции — профессора В. В. Воронов и Р. В. Джолос.

Конференция собирается в Дубне каждые три года. Нынешняя конференция была посвящена 90-летию крупного советского и российского ученого, основателя дубненской школы в теории атомного ядра, заслуженного деятеля науки РФ профессора Вадима Георгиевича Соловьева (1925–1998 гг.).

Программа конференции тесно связана с исследованиями по ядерной физике низких энергий, ведущимися в ОИЯИ, и в ней в равной мере представлены и теоретические, и экспериментальные работы. Большинство докладов были посвящены свойствам нестабильных экзотических ядер, играющих важную роль в различных астрофизических процессах.

С 27 июля по 7 августа в Гомеле (Белоруссия) на базе санатория «Золотые пески» проходила 13-я Международная школа-конференция **«Актуальные проблемы физики микромира»**. Посвященная 60-летию ОИЯИ, школа-конференция собрала более 100 ученых, аспирантов и студентов из Белоруссии, Бельгии, Германии, Италии, Китая, России и Сербии.

Организаторами школы-конференции выступили: Объединенный институт ядерных исследований, Национальный научно-учебный центр физики частиц и высоких энергий Белорусского государственного университета, Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Белоруссии, Гомельское отделение НАН Белоруссии, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого.

Первая подобная конференция была организована более сорока лет назад и собрала ученых, впоследствии ставших всемирно известными. Как подчеркнул сопредседатель оргкомитета главный ученый секретарь ОИЯИ Н. А. Русакович на открытии школы: «Наука — это особый вид деятельности, который даже в самые сложные времена выживает. Несмотря на сложные отношения между странами, наука привлекает многих, и это очень важно...».

Научная программа школы-конференции предоставила участникам возможность уделить особое внимание физике, технике и технологиям экспериментов на действующих и планируемых ускорителях, а также теории и экспериментальному статусу фундаментальных взаимодействий при высоких энергиях, особенно в свете новых данных (в первую очередь открытия бозона Хиггса), полученных в ходе экспериментов на ЛНС в ЦЕРН. С лекциями и докладами по этим и другим темам выступили ученые из ОИЯИ, Белоруссии, а также всемирно известных научных центров — ЦЕРН (Швейцария), DESY (Германия), INFN (Италия), НИИЯФ МГУ им. М. В. Ломоносова, ИФВЭ и ИЯИ (Россия), ИТФ им. Н. Н. Боголюбова (Украина).

20–26 августа на физическом факультете Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова проходила **17-я Международная Ломоносовская конференция по физике элементарных частиц**. В этом году конференция была посвящена 60-летию юбилею Объединенного института ядерных исследований. В ее программу вошли следующие группы вопросов: теория электрослабых взаимодействий, проверка Стандартной модели и ее обобщений; физика нейтрино, астрофизика элементарных частиц и космология, эффекты квантовой гравитации; физика тяжелых кварков, непертурбативные эффекты в КХД; физика на будущих ускорителях.

31 августа–5 сентября в Санкт-Петербурге проходила ежегодная 3-я Международная конференция **«Физика на ЛНС» (ЛНСР'2015)**. Соорганизаторами конференции выступили Объединенный институт ядерных исследований, НИЦ «Курчатовский институт», а также Санкт-Петербургские государственный и политехнический университеты.

Конференция стала результатом недавнего слияния двух международных конференций: «Физика на Большом адронном коллайдере» и «Симпозиум по физике адронного коллайдера».

В работе ЛНСР'2015 приняли участие свыше 350 ученых из более чем 35 стран мира. Конференция объединила не только представителей всех четырех научных коллабораций, работающих на ЛНС (ЦЕРН), но и физиков, проводивших эксперименты на протон-антипротонном коллайдере тэватрон (FNAL), а также физиков-теоретиков. Конференция стала форумом для активных дискуссий по таким темам, как физика Стандартной модели и за ее пределами, бозон Хиггса, новые частицы и новые взаимодействия, суперсимметрия и физика столкновения тяжелых ионов.

На конференции активно обсуждались результаты первого сеанса работы Большого адронного коллайдера. Одним из первых результатов его работы на проектной мощности 13 ТэВ после открытия бозона Хиггса и двухлетней остановки на модернизацию стало измерение вероятности рождения пары топ- и антитопкварков, осуществленное экспериментами ATLAS и CMS. Ярким примером обсуждений стала также дискуссия, развернувшаяся вокруг наблюдения нового пентакваркового состояния, о котором в июле этого года заявила коллаборация LHCb.

Работа конференции проходила не только во время докладов и их обсуждений, но и в

кулуарах, где физики традиционно обмениваются идеями. Обсуждались не только текущие эксперименты, но и перспективы их улучшения, а также модернизация ЛНС, которая позволит получить более высокие светимости и, соответственно, большее количество элементарных столкновений. Отдельно обсуждались перспективы постройки новых коллайдеров. Так как подобные проекты достаточно амбициозны, подготовку к ним нужно начинать рассматривать за десятилетия до их реального строительства. Таким образом, ЛНСР'2015 представляет собой идеальную площадку для подобного рода обсуждений.

Со 2 по 15 сентября в местечке Банско (Болгария) прошла очередная, **23-я Европейская школа по физике высоких энергий**. Как известно, эта серия школ продолжает традиции хорошо известных школ ЦЕРН–ОИЯИ, которые проводились поочередно в странах-участницах этих международных ядерных центров.

Школа 2015 г. была организована совместно ЦЕРН и ОИЯИ при поддержке Агентства по ядерному регулированию Болгарии, Софийского университета им. Св. Климента Охридского и Института ядерных исследований и ядерной энергии Болгарской академии наук. Оргкомитет возглавил профессор Р. Ценов.

В работе школы приняли участие 92 студента из стран-участниц ОИЯИ и ЦЕРН, а также из некоторых других регионов.

В рамках школы ведущими мировыми специалистами в различных областях физики высоких энергий было прочитано 30 лекций, которые ежедневно сопровождались специальными дискуссионными сессиями для лучшего усвоения материала. Один из базовых курсов школы по квантовой теории поля и Стандартной модели прочитал заместитель директора ЛТФ А. Б. Арбузов, а руководителями двух дискуссионных групп были А. В. Бедняков (ЛТФ ОИЯИ) и С. В. Демидов (теоретический отдел ИЯИ).

Большой интерес вызвали ставшие уже традиционными лекции о научных программах ЦЕРН и ОИЯИ, которые представили руководители этих организаций профессор Р. Хойер и академик В. А. Матвеев.

В программу школы был также включен краткий курс обучения основам представления научных результатов широкой общественности. Этот курс был организован совместно с профессионалами — журналистами ВВС, работающими по научной тематике. Они рассказали о ключевых принципах своей работы и

провели практическое занятие, записав интервью студентов на выбранные темы.

Важным элементом школы стало представление студентами на специальной сессии своей собственной научной работы и выступление по проектам, которые готовились в каждой из шести дискуссионных групп.

В дополнение к обширной научной программе у участников школы были возможности заниматься спортом и познакомиться на экскурсиях с природой и достопримечательностями прекрасной страны — Болгарии. Это дополнительно способствовало неформальному общению участников.

По общему признанию, школа в Болгарии была хорошо организована и прошла очень успешно, в чем немалая заслуга и самих студентов, которые проявили себя с самой лучшей стороны, активно участвуя во всех мероприятиях.

С 7 по 11 сентября в пансионате «Дубна» (Алушта, Крым) проходил **11-й международный семинар по проблемам ускорителей заряженных частиц**, посвященный памяти В. П. Саранцева. В Алуште семинар проводится с 2005 г.

Цель этого научного форума — обмен новостями, результатами и планами по ускорительной тематике, поэтому традиционно в нем участвуют представители крупнейших ускорительных центров России, таких как САФУ им. М. В. Ломоносова (Архангельск), ИТЭФ, ИФВЭ, НИЦ «Курчатовский институт», ИФХЭ РАН, ИЯИ РАН, МГУ им. М. В. Ломоносова, НИЯУ МИФИ, ОИВТ РАН (Москва), ИПФ РАН (Нижний Новгород), ИЯФ СО РАН (Новосибирск), ЗАО «Циклотрон» (Обнинск), ООО «Импульсные технологии» (Рязань), СПбГУ, АО НИИЭФА (Санкт-Петербург), НИ ТПУ (Томск).

Организаторы отметили, что количество участников возросло. Всего было прочитано 52 доклада и представлено 62 постерных сообщения. При этом среди докладчиков больше половины составили молодые ученые. Семинар открыл доклад С. Н. Тютюнникова (ОИЯИ) о научном наследии В. П. Саранцева. Яркие сообщения были представлены коллегами из ИЯФ им. Г. И. Будкера (Новосибирск). Е. Б. Левичев выступил с двумя докладами — о международном проекте циклического коллайдера на сверхвысокую энергию FCC, который реализуется в ЦЕРН, а также об интересной научной программе на электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-4М. П. Ю. Шатунов продолжил данную тему, рас-

сказав о развитии установки ВЭПП-2М и разработке инжекционного комплекса, который позволит получать более интенсивные пучки позитронов и поднять светимость обоих коллайдеров. В. В. Пархомчук представил содержательный доклад о перспективах создания систем электронного охлаждения на энергию в несколько мегаэлектрон-вольт, а также о разработанной и созданной для научно-исследовательского центра Юлиха (Германия) системе электронного охлаждения на 2 МэВ.

Одна из сессий практически полностью была посвящена проекту NICA. Вице-директор ОИЯИ Г. В. Трубников рассказал о статусе проекта; А. О. Сидорин — о стартовой версии NICA; А. В. Дударев — о состоянии строительной части, сооружении зданий для коллайдера и детекторов. С большим интересом был встречен доклад Е. Е. Донца о состоянии работ по созданию источника высокозарядных ионов. Прозвучало много докладов по развитию ускорительной техники. А. А. Фатеев рассказал о системах впуска-выпуска пучков на ускорителях комплекса NICA.

На семинаре были широко представлены работы прикладного характера, связанные с применением ускорителей в смежных научных областях, например, в физике твердого тела. Так, доклад заместителя директора ИТЭФ А. А. Голубева «Интенсивные ионные пучки для генерации экстремального состояния вещества» был посвящен интересному приложению, которое важно для понимания структуры твердого тела и перекликается с теорией Большого взрыва, — это экстремальное состояние вещества, астрофизика и т. д.

Одна из сессий была посвящена ускорителям промежуточных и низких энергий. Б. Н. Гикал рассказал о развитии циклотронного комплекса ЛЯР, фундаментальных исследованиях по синтезу сверхтяжелых элементов и прикладных исследованиях. В числе докладов по ускорительной технике можно отметить доклад С. А. Растигеева (ИЯФ им. Г. И. Будкера) «Ускорительный масс-спектрометр с селекцией ионов в высоковольтном терминале» об оригинальной работе по созданию масс-спектрометра для определения возраста ископаемых, исследования образцов, с помощью которого определили возраст Алтайской принцессы. С. Н. Седых и А. К. Каминский (ОИЯИ) сделали интересный доклад о работах на лазере на свободных электронах и планах о создании материаловедческого центра на основе их разработок.

На прикладной сессии М. Ф. Ворогушин в докладе «Ускорители НИИЭФА для приклад-

ного назначения» рассказал о создании медицинских ускорителей. Е. А. Штарклев (ИЯФ им. Г. И. Будкера) в докладе «Промышленные ускорители электронов ИЛУ для стерилизации медицинских изделий и обработки пищевых продуктов» представил одно из направлений, которое активно развивается в мире.

Обмену мнениями и плодотворным научным дискуссиям, которые продолжались и после окончания заседаний, способствовала щедрая крымская природа и прекрасные условия пансионата: оборудованный удобный пляж, кафе «Дубок». В рамках конференции для участников была организована экскурсия на теплоходе в парк «Парадиз» (Айвазовское).

С 28 сентября по 2 октября в Республике Черногории, в городке Будва, проходил **25-й Международный симпозиум ОИЯИ по ядерной электронике и компьютерингу (NEC-2015)**. Такой симпозиум традиционно проводится ОИЯИ с 1963 г., и в восьмой раз его организаторами стали ОИЯИ и ЦЕРН.

Симпозиум в этот раз был посвящен 60-летию образования ОИЯИ. Сопредседателями симпозиума были: со стороны ОИЯИ — директор ЛИТ В. В. Кореньков, со стороны ЦЕРН — доктор Я. Бёрд. В работе симпозиума приняли участие 120 ведущих специалистов в области современных компьютерных и сетевых технологий, распределенного компьютеринга и ядерной электроники из 15 стран: Белоруссии, Болгарии, Великобритании, Германии, России, США, Франции, Чехии, Швейцарии и др.

Научная программа симпозиума охватывала широкий круг вопросов и включала следующие секции: по детекторной и ядерной электронике, компьютерным приложениям для физических исследований, триггерным системам и системам сбора данных, системам автоматизации и контроля в научных исследованиях, проблемам хранения и доступа к данным больших объемов, грид-технологиям и облачным вычислениям, компьютерингу для экспериментов на крупномасштабных ускорительных установках (LHC, FAIR, NICA, и т. д.), проблемам вычислений на гибридных платформах, а также, что стало традиционной тематикой симпозиума, — инновациям в обучении с использованием информационных технологий.

В рамках симпозиума была проведена 3-я международная школа для студентов, аспирантов и молодых ученых по современным информационным технологиям, в работе которой приняли участие около 40 студентов из ведущих университетов России. На этой школе

молодые ученые заслушали лекции ведущих специалистов по информационным технологиям из ОИЯИ, ЦЕРН, университета «Дубна», приняли участие в учебном курсе по технологиям параллельного программирования, организованного участниками группы гетерогенных вычислений HybriLIT ОИЯИ. Полную финансовую и организационную поддержку участникам молодежной школы предоставила организация «Иннопрактика». В рамках симпозиума состоялось также рабочее совещание «От локального файлового каталога к издательскому пространству имен + метакаталог» и был организован круглый стол, посвященный вопросам консолидации усилий российских научных и учебных центров в области развития программного обеспечения и компьютеринга для научных мегапроектов в области физики высоких энергий.

Спонсорскую поддержку проведению симпозиума оказали компании IBS, «Niagara», «Supermicro», «Schneider Electric», «Jet infosystems».

Всего на симпозиуме было представлено 96 докладов, включая 41 пленарный и 55 секционных. На закрытии симпозиума лучшие доклады молодых ученых и лучшие проекты участников студенческой школы отмечены дипломами.

С 11 по 15 октября в Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка состоялась международная конференция «**Исследования конденсированных сред на реакторе ИБР-2**» (CMR-2015). Серия данных конференций была начата в 2014 г. с целью обсуждения научных результатов междисциплинарных исследований конденсированных сред с использованием рассеяния нейтронов, проводимых на базе реактора ИБР-2, перспек-

тив развития дальнейших исследований, совершенствования приборной и методической базы. Конференция CMR-2015 была посвящена 100-летию со дня рождения известного советского ученого Ф. Л. Шапиро, внесшего значительный вклад в развитие научных направлений и базовых установок ЛНФ.

В работе конференции приняли участие более 120 человек из научных организаций и вузов РФ, Азербайджана, Белоруссии, Болгарии, Вьетнама, Германии, Латвии, Молдовы, Монголии, Румынии, Сербии, Словакии, Украины, — как известные ученые, так и молодые специалисты, студенты и аспиранты. О заметном росте интереса исследователей к данной серии конференций свидетельствовало увеличение числа участников примерно на четверть по сравнению с предыдущей конференцией.

Программа конференции, на которой было представлено более 40 приглашенных и устных, а также 60 стендовых докладов, включала в себя вступительную сессию и тематические секции по актуальным направлениям исследований, в рамках которых прозвучали приглашенные доклады признанных специалистов и доклады участников, отобранные на основе поданных тезисов.

В завершение конференции, в рамках организованного круглого стола, слушатели были проинформированы о пользовательской программе ЛНФ, которая дает возможность применения установок реактора как центра коллективного пользования для проведения экспериментов заинтересованными исследователями на основе поданных предложений. Участники конференции обменялись мнениями о путях дальнейшего совершенствования и развития программы пользователей.

УЧАСТИЕ В МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ

В 2015 г. ученые и специалисты Объединенного института ядерных исследований участвовали в 353 международных конференциях и совещаниях.

Наиболее крупные делегации представляли Институт на рабочем совещании JUNO (Гуанчжоу, Китай); рабочем совещании «Daya Bay» (Гонконг, Китай); совещании по компактному линейному коллайдеру (CLIC-2015) (Женева, Швейцария); научной сессии НИЯУ МИФИ-2015 (Москва, Россия); конференции «Дифракция нейтронов-2015» (Гатчина,

Россия); 5-м ежегодном рабочем совещании T1-T2 (Турин, Италия); 49-й ежегодной Зимней школе ПИЯФ (Рошино, Россия); совещании коллаборации PANDA (Гиссен, Германия); 49-й Школе ПИЯФ по физике конденсированного состояния (Зеленоград, Россия); 29-м совещании коллаборации HADES (Дармштадт, Германия); 26-м совещании коллаборации FCAL (Женева, Швейцария); 25-м совещании коллаборации CBM (Дармштадт, Германия); совещании коллаборации NOvA (Баттавия, США); конференции «Быстрые тяже-

лые ионы в веществе» (SHIM-2015) (Дармштадт, Германия); 22-м Международном семинаре «Нелинейные явления в сложных системах» (Минск, Белоруссия); 5-й Международной конференции «Телекоммуникации, электроника и информатика» (ICTEI-2015) (Кишинев, Молдова); 13-м Пизанском совещании по усовершенствованным детекторам «Новые детекторы для новой физики» (Ла Биодола, Италия); совещании российских групп коллаборации PANDA (Москва, Россия); 5-й Международной конференции по химии и физике трансактинидных элементов (TAN 15) (Фукусима, Япония); 25-м совещании коллаборации нейтринного эксперимента «Daya Bay» (Сянь, Китай); 5-м симпозиуме «Нейтрино и темная материя в ядерной физике» (NDM-15) (Ювяскюля, Финляндия); Российской научно-практической конференции «Медико-биологические проблемы токсикологии и радиобиологии» (С.-Петербург, Россия); 4-й Европейской конференции по радиоактивным ионным пучкам (EURORIB-2015) (Хоэнрода, Германия); 3-й Международной конференции по радиации и ее применениям в различных областях исследований (RAD2015) (Будва, Черногория); 10-м совещании «Элементы матрицы для экспериментов с двойным бета-распадом» (MEDEX'15) (Прага, Чехия); международной конференции «Квантовые явления в сложной материи» (Искья, Италия); 7-м Международном совещании по биомониторингу атмосферного загрязнения (BioMar'7) (Лиссабон, Португалия); 5-й Международной конференции «Физика высоких энергий, квантовая теория поля и астрофизика в XXI столетии» (Черноголовка, Россия); 12-й Международной конференции по ядро-ядерным соударениям (Катания, Италия); 3-м Координационном совещании по программе МАГАТЭ «Развитие интегрированного подхода к стандартной автоматизации нейтронно-активационного анализа» (Вена, Австрия); Международной школе по субъядерной физике, 53-й курс: «Будущее нашей физики и новые рубежи» (Эриче, Италия); совещании по многофункциональным наночастицам, магнитоуправляемым флюидам, сложным потокам, техническому и биомедицинскому применению (Тимишоара, Румыния); 17-м совещании GDRE «Тяжелые ионы при релятивистских энергиях» (Нант, Франция); 12-й Международной конференции «Новое об углеродных наноструктурах» (ACNS'2015) (С.-Петербург, Россия); 15-й Международной Балканской школе по прикладной физике и материальной науке (IBWAP-2015) (Констанца, Ру-

мыния); совещании российских пользователей синхротронного излучения и нейтронов (Москва, Россия); совещании по классическим и квантовым интегрируемым системам (CQIS-2015) (Протвино, Россия); конференции Европейского физического общества по физике высоких энергий (EPS NEP-2015) (Вена, Австрия); 15-м Шмидтовском семинаре по сверхпроводимости (Москва, Россия); 34-й Международной конференции по космическим лучам (ICRC-2015) (Гаага, Нидерланды); 24-м Международном конгрессе по системам охлаждения (ICR-2015) (Йокогама, Япония); 22-й Международной конференции «Взаимодействия ионов с поверхностью» (ISI-2015) (Москва, Россия); 4-й Международной конференции «Новые рубежи в физике» (ICNFP-2015) (Крит, Греция); 6-й Европейской конференции по рассеянию нейтронов (ECNS-2015) (Сарагоса, Италия); Европейской школе по экзотическим пучкам-2015 (Дубровник, Хорватия); 3-й Европейской конференции по ядерной физике (EuNPC2015) (Гронинген, Нидерланды); Гумбольдтском семинаре «Структура и динамика реакций в синтезе сверхтяжелых ядер» (Тренто, Италия); международной конференции «Взаимодействие сверхпроводимости и магнетизма в наносистемах» (Москва, Россия); 12-й Европейской конференции по прикладной сверхпроводимости (EUCAS-2015) (Лион, Франция); 54-м совещании коллаборации PANDA (Дармштадт, Германия); 17-м совещании коллаборации COMET (Париж, Франция); малом трехстороннем совещании по теоретической физике-2015 (Света-Неделя, Хорватия); 13-й Международной конференции по технологии ускорителей тяжелых ионов (Йокогама, Япония); 6-м Международном совещании по суперсимметрии в интегрируемых системах (SIS'15) (Ереван, Армения); 16-й Международной конференции по малоугловому рассеянию (SAS-2015) (Берлин, Германия); 59-й Генеральной конференции МАГАТЭ и форуме «Атомы в промышленности — радиационная технология для промышленных применений» (Вена, Австрия); 17-м Международном совещании по компьютерной алгебре и научному компьютерингу (CASC-2015) (Аахен, Германия); 16-м Международном совещании по поляризованным источникам, мишеням и поляриметрии (PSTP-2015) (Бохум, Германия); 5-й Международной конференции «Коллективное движение ядер в экстремальных условиях» (COMEX5) (Краков, Польша); 26-м совещании коллаборации CBM (Прага, Чехия); 5-й Международной конферен-

ции «Модели квантовой теории поля» (посвящена А.Н.Васильеву) (С.-Петербург, Россия); 22-м совещании по ядерной физике «Мария и Пьер Кюри» (Казимеж-Дольны, Польша); 39-м Европейском совещании по циклотронам (Лувен-ля-Нев, Бельгия); 3-м совещании по малоугловому рассеянию («МУРо-мец-2015») (Гатчина, Россия); 25-й Международной конференции по ультрарелятивистским ядро-ядерным столкновениям (QUARK MATTER'2015) (Кобе, Япония); 10-м Международном совещании по методам охлаждения заряженных частиц и сопутствующей тематике (COOL'15) (Ньюпорт-Ньюс, США); Международной конференции по физике частиц и астрофизике (Москва, Россия); 30-м совещании коллаборации NADES (Лиссабон, Португалия); совещании по дисперсионным методам изучения роли адронов в области квантовой электродинамики (Братислава, Словакия); Международной конференции по прецизионной физике и основным физическим константам (Будапешт, Венгрия); 19-м коллоквиуме ГАНИЛ (Англе, Франция); конферен-

ции «Национальные дни инструментальных средств» (NIDays'2015) (Варшава, Польша); совещании по Средиземноморью и Антарктике (MANTS) (Амстердам, Нидерланды); международном симпозиуме «Взаимодействие правительств и национальных научных обществ с международными организациями в целях развития науки» (Киев, Украина); совещании коллаборации FCAL (Цойтен, Германия); 18-й Международной конференции «Радиационные эффекты в диэлектриках» (REI-18) (Джайпур, Индия); 9-й Международной конференции «Неевклидова геометрия в современной физике» (BGL-9) (Минск, Белоруссия); совещании JUNO по фотоумножителям и электронике центрального детектора (Падуя, Италия); 12-м Международном совещании по ядерным приложениям ускорителей (AccApp'15) (Вашингтон, США); конференции, посвященной 35-летию Института физики высоких энергий Тбилисского государственного университета (Тбилиси, Грузия); научном форуме Южной Африки (SFSA-2015) (Претория, ЮАР).

СПРАВКА О РАЗВИТИИ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА И СВЯЗЕЙ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.	Краткосрочные командировки в ОИЯИ специалистов стран-участниц (не считая российских специалистов)	1312
2.	Командировки в ОИЯИ специалистов из других стран, в том числе из стран ассоциированного участия	912 490
3.	Командировки специалистов ОИЯИ в страны-участницы (без командировок по России)	1292
4.	Командировки сотрудников ОИЯИ в другие страны, в том числе в страны ассоциированного участия	1699 588
5.	Конференции, школы, совещания, проведенные ОИЯИ	109
6.	Новые соглашения о сотрудничестве (меморандумы о намерениях), приложения к существующим	11

КОНФЕРЕНЦИИ, ШКОЛЫ, СОВЕЩАНИЯ, ПРОВЕДЕННЫЕ ОИЯИ В 2015 ГОДУ *

Номер	Наименование совещания	Место проведения	Время проведения	Количество участников
1.	Сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред	Дубна	22–23 января	70
2.	Сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц	Дубна	26–27 января	70
3.	Совещание с представителями Департамента энергетики США	Дубна	26 января	16

* Ряд конференций проведен совместно с другими организациями, отдельные конференции были посвящены 60-летию ОИЯИ.

Номер	Наименование совещания	Место проведения	Время проведения	Количество участников
4.	Совместный научный семинар «Проблемы обработки и управления большими данными в экспериментах класса мегасайенс»	Дубна	29–31 января	69
5.	Сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике	Дубна	29–30 января	70
6.	Сессия Объединенного комитета по сотрудничеству IN2P3–ОИЯИ	Дубна	2–8 февраля	13
7.	Международное совещание «Перспективы физики частиц: нейтринная физика и астрофизика»	Валдай, Россия	2–7 февраля	30
8.	Совещание рабочей группы при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ	Дубна	16–17 февраля	30
9.	19-я Международная научная конференция молодых ученых и специалистов (ОМУС-2015) к 100-летию Ф. Л. Шапиро	Дубна	16–20 февраля	313
10.	117-я сессия Ученого совета ОИЯИ	Дубна	19–20 февраля	87
11.	Заседание Координационного комитета по выполнению Соглашения между ВМВФ и ОИЯИ	Берлин, Германия	25 февраля	9
12.	Рабочее совещание «Применение пакета Geant4 для решения прикладных задач»	Дубна	25–27 февраля	8
13.	Форум АРЕ–ОИЯИ «5 лет вместе»	Каир, Египет	2–6 марта	150
14.	Научная школа в ЦЕРН для учителей физики из стран-участниц ОИЯИ	Женева, Швейцария	22–29 марта	23
15.	Заседание Финансового комитета ОИЯИ	Дубна	23–24 марта	85
16.	Сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ	Дубна	25–26 марта	114
17.	Международный симпозиум по сверхтяжелым ядрам (SHE'2015)	Колледж-Стейшн, США	31 марта – 2 апреля	71
18.	19-е рабочее совещание «Теория нуклеации и ее применение»	Дубна	1–20 апреля	48
19.	Мемориальный семинар к столетию со дня рождения одного из основателей ЛНФ члена-корреспондента АН СССР Ф. Л. Шапиро	Дубна	6–7 апреля	86
20.	Семинар «Избранные вопросы квантовой теории поля», посвященный памяти Э. А. Кураева	Дубна	6–8 апреля	75
21.	Совещание по производству обогащенного изотопа ND-150 для эксперимента SuperNEMO	Дубна	14–15 апреля	11
22.	Рабочее совещание по эксперименту GERDA	Дубна	15 мая	20
23.	Рабочее совещание группы по фотоумножителям коллаборации JUNO	Дубна	16–19 мая	26
24.	8-я Весенняя школа по ядерной физике «Дни ОИЯИ в Болгарии»	Боровец, Болгария	16–20 мая	70
25.	Международное совещание по адронной структуре и спектроскопии (IWHSS-2015)	Суздаль, Россия	18–20 мая	80

Номер	Наименование совещания	Место проведения	Время проведения	Количество участников
26.	Совещание коллаборации TAIGA	Дубна	19–21 мая	35
27.	Международная студенческая практика, 1-й этап — практика для студентов АРЕ	Дубна	24 мая – 12 июня	28
28.	23-й Международный семинар по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN-23)	Дубна	25–29 мая	120
29.	18-е Международное совещание по компьютерной алгебре	Дубна	26–27 мая	35
30.	Научно-практический форум «Распределенные информационно-вычислительные системы и обработка данных в XXI веке»	Дубна	26–27 мая	60
31.	Дни ОИЯИ в Грузии	Тбилиси, Грузия	27–30 мая	100
32.	Рабочее совещание коллаборации «Байкал»	Дубна	2–5 июня	55
33.	4-я Международная конференция «Современные проблемы генетики, радиобиологии, радиоэкологии и эволюции», посвященная Н. В. Тимофееву-Ресовскому и его научной школе	Санкт-Петербург, Россия	2–6 июня	207
34.	Сессия Программно-консультативного комитета по ядерной физике	Дубна	4–5 июня	51
35.	4-я Научная конференция молодых ученых и специалистов (Алушта-2015)	Пансионат ОИЯИ в Алуште	6–13 июня	100
36.	Сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц	Дубна	15–16 июня	70
37.	Форум Бразилия–ОИЯИ «Рубежи физики атомного ядра, элементарных частиц и конденсированных состояний»	Дубна	15–19 июня	89
38.	Рабочее совещание ОИЯИ–GSI (Дармштадт)–Чешского технического университета (Прага) «Кремниевая трековая система NICA-BMN»	Дубна	18–19 июня	28
39.	Школа для учителей физики из стран-участниц ОИЯИ	Дубна	21–27 июня	29
40.	Сессия Программно-консультативного комитета по физике конденсированных сред	Дубна	22–23 июня	70
41.	23-я Международная конференция «Интегрируемые системы и квантовые симметрии»	Прага, Чехия	23–27 июня	80
42.	7-я Международная студенческая летняя школа «Ядерная физика — наука и применение»	Познань, Польша	24 июня – 4 июля	100
43.	9-е совещание Азиатско-Тихоокеанского центра теоретической физики и ЛТФ ОИЯИ «Современные проблемы ядерной физики и физики элементарных частиц»	Алма-Ата, Казахстан	27 июня – 4 июля	90
44.	Школа для учителей физики из Москвы	Дубна	28 июня – 4 июля	56

Номер	Наименование совещания	Место проведения	Время проведения	Количество участников
45.	Летняя школа «Плотная материя»	Дубна	29 июня – 11 июля	87
46.	65-я Международная конференция по ядерной физике («Ядро-2015») «Новые горизонты в ядерной физике, ядерной инженерии, фемто- и нанотехнологии»	Петергоф, Россия	29 июня – 3 июля	200
47.	Международная конференция «Структура адрона-2015»	Горный Смоковец, Словакия	29 июня – 3 июля	41
48.	Совещание рабочей группы при председателе КПП по финансовым вопросам ОИЯИ	Люблин, Польша	1–5 июля	50
49.	Совещание по исследованию конденсированных сред с помощью рассеяния нейтронов	Констанца, Румыния	4–7 июля	57
50.	Круглый стол «Физика на коллайдере NICA»	Дубна	5 июля	90
51.	15-я Байкальская международная школа по физике элементарных частиц и астрофизике	Большие Коты, Россия	5–12 июля	80
52.	Международная студенческая практика, 2-й этап — практика для студентов стран-участниц и других стран	Дубна	5–26 июля	73
53.	4-я Международная школа «Симметрии в интегрируемых системах и ядерной физике»	Цахкадзор, Армения	6–11 июля	70
54.	Международное совещание «Странность в кварковой материи»	Дубна	6–11 июля	225
55.	Международная конференция «Новые фотонные детекторы-15»	Троицк, Россия	6–9 июля	180
56.	Международная конференция «Кварковая теория и симметрии»	Ереван, Армения	13–18 июля	100
57.	Международная конференция «Математическое моделирование и вычислительная физика» (ММСР'15)	Стара Лесна, Словакия	13–17 июля	160
58.	Международная конференция «Структура ядра и смежные проблемы»	Дубна	14–18 июля	118
59.	19-я Школа молодых ученых и специалистов ОИЯИ	Дубна (Липня)	17–19 июля	60
60.	Международная школа «Теоретические вопросы физики на Большом адронном коллайдере» и совещание «Вычисления для современных и будущих коллайдеров»	Дубна	20–30 июля	80
61.	31-я Международная конференция «Симметрии и спин»	Прага, Чехия	26–31 июля	77
62.	Международная Гомельская школа-конференция «Актуальные проблемы физики микромира»	Новая Гута («Золотые Пески»), Белоруссия	27 июля – 7 августа	120
63.	Международное совещание «Суперсимметрии и квантовые симметрии»	Дубна	3–8 августа	100

Номер	Наименование совещания	Место проведения	Время проведения	Количество участников
64.	Международная школа «Перспективные методы современной физики: интегрируемые и стохастические системы»	Дубна	16–21 августа	47
65.	17-я Ломоносовская конференция по физике элементарных частиц	Москва, Россия	20–26 августа	250
66.	18-я Ежегодная конференция коллаборации RDMS CMS	Варна, Болгария	24–29 августа	70
67.	Совещание «Численное моделирование сложных систем-2015»	Дубна	27–30 августа	22
68.	6-я Международная школа по нейтринной физике им. Б. М. Понтекорво	Старый Смоковец, Словакия	27 августа – 4 сентября	91
69.	3-я Международная конференция «Физика на LHC» (ЛHCP'2015)	Санкт-Петербург, Россия	31 августа – 5 сентября	350
70.	Европейская школа по физике высоких энергий (школа ОИЯИ–ЦЕРН)	Банско, Болгария	2–15 сентября	130
71.	Международная студенческая практика, 3-й этап — для студентов ЮАР	Дубна	6–27 сентября	53
72.	21-я Международная школа по ядерной физике и ее применениям и Международный симпозиум по экзотическим ядрам	Варна, Болгария	6–12 сентября	105
73.	11-й Международный семинар по проблемам ускорителей заряженных частиц (памяти В. П. Саранцева)	Пансионат ОИЯИ в Алуште	7–11 сентября	210
74.	16-е совещание по физике спина при высоких энергиях (DSPIN-15)	Дубна	8–12 сентября	87
75.	Стажировка молодых ученых и специалистов стран СНГ	Дубна	14 сентября – 13 октября	50
76.	Форум по развитию сотрудничества с Чешской Республикой по науке и образованию	Дубна	14–18 сентября	24
77.	Международная конференция по радиационным эффектам в компонентах и системах	Москва, Россия	14–18 сентября	220
78.	Конференция «Современные ядерно-физические методы исследования в физике конденсированных сред»	Минск, Беларусь	15–16 сентября	40
79.	4-й симпозиум ЮАР–ОИЯИ «Модели и методы в много- и малочастичных системах»	Дубна	21–25 сентября	92
80.	15-я сессия Комитета по сотрудничеству ЮАР–ОИЯИ	Дубна	23 сентября	13
81.	5-й отчетный семинар национальной группы Украины в ОИЯИ	Дубна	24–25 сентября	30
82.	116-я сессия Ученого совета ОИЯИ	Дубна	24–25 сентября	85
83.	25-й Международный симпозиум по ядерной электронике и компьютерингу (NEC-2015)	Будва, Черногория	28 сентября – 2 октября	270
84.	14-й Международный семинар «Электромагнитные взаимодействия в ядрах»	Москва, Россия	5–8 октября	68

Номер	Наименование совещания	Место проведения	Время проведения	Количество участников
85.	3-е Международное совещание «Перспективы экспериментальных исследований на пучках нуклотрона»	Дубна	8–9 октября	63
86.	Международная конференция «Исследование конденсированных сред на реакторе ИБР-2»	Дубна	11–16 октября	118
87.	Заседание Координационного комитета по сотрудничеству между INFN и ОИЯИ	Пиза, Италия	12–13 октября	20
88.	Заседание экспертного комитета по проекту NICA	Дубна	18–19 октября	25
89.	Дни ОИЯИ в Чехии	Прага, Чехия	21–24 октября	250
90.	Заседание российско-китайской подкомиссии по научно-техническому сотрудничеству	Дубна	26 октября	51
91.	Международная конференция «Современные направления в радиобиологии. Молекулярные, генетические, клеточные и тканевые эффекты, их модификация и отдаленные последствия»	Дубна	27–28 октября	93
92.	Международная конференция «Грид, облачные технологии и высокопроизводительные вычисления в науке»	Клуж-Напока, Румыния	28–30 октября	60
93.	Международная конференция «Проблемы современной физики элементарных частиц», посвященная памяти А. Н. Тавхелидзе	Тбилиси, Грузия	29 октября – 1 ноября	45
94.	Совместное SKLTP и ЛТФ ОИЯИ совещание по физике сильных взаимодействий	Гуйлинь, Китай	30 октября – 2 ноября	80
95.	Научная школа в ЦЕРН для учителей физики из стран-участниц ОИЯИ	Женева, Швейцария	1–7 ноября	42
96.	Школа ОИЯИ–ЦЕРН по информационным технологиям «Грид и административно-управленческие системы ЦЕРН»	Дубна	2–6 ноября	89
97.	Дни ОИЯИ в Румынии	Бухарест, Румыния	2–5 ноября	500
98.	Совещание ОИЯИ–FAIR по вопросам изготовления сверхпроводящих магнитов для ускорителя SIS100	Дармштадт, Германия	3–6 ноября	20
99.	Совещание по проекту NICA («Дни NICA в Польше»)	Варшава, Польша	4–7 ноября	90
100.	6-я Международная молодежная школа «Приборы и методы экспериментальной ядерной физики. Электроника и автоматика экспериментальных установок»	Дубна	9–14 ноября	104
101.	Рабочее совещание коллаборации ТУС	Дубна	10–11 ноября	10
102.	18-я Международная конференция «Наука. Философия. Религия»	Дубна	17–18 ноября	85

Номер	Наименование совещания	Место проведения	Время проведения	Количество участников
103.	Заседание Финансового комитета ОИЯИ	Минск, Белоруссия	17–18 ноября	97
104.	Сессия Комитета полномочных представителей правительств государств-членов ОИЯИ	Минск, Белоруссия	20–21 ноября	97
105.	Круглый стол Италия–Россия в Дубне «100 лет теории гравитации; теория супергравитации вступает в свои сороковые»	Дубна	24–28 ноября	60
106.	Рабочее совещание коллаборации «Байкал»	Дубна	2–5 декабря	55
107.	Заседание Совета РАН по физике тяжелых ионов	Дубна	4 декабря	60
108.	Совместный научный семинар «Перспективы технологий машинного обучения для эксперимента ATLAS на LHC»	Дубна	8–9 декабря	67
109.	Сессия Программно-консультативного комитета по физике частиц	Дубна	14–15 декабря	70

Кроме того, проводились заседания Научно-технического совета и Технического совета ОИЯИ.

**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, 19–20 февраля.
117-я сессия Ученого совета ОИЯИ







Минск (Белоруссия), 20–21 ноября. Выездная сессия КПП ОИЯИ





Дубна, 15–16 июня. Программно-консультативный комитет по физике частиц



Дубна, 22–23 января. Заседание ПКК по физике конденсированных сред. Награждение авторов лучших стендовых докладов

Дубна, 29–30 января. Заседание Программно-консультативного комитета по ядерной физике





Минск (Белоруссия), 17–18 ноября. Выездное заседание Финансового комитета ОИЯИ

Казимеж-Дольны (Республика Польша), 1–5 июля.
Участники совещания рабочей группы при председателе КПП по финансовым вопросам





Берлин (Германия), 24–25 февраля. Участники 25-го заседания координационного комитета по выполнению Соглашения между ВМБФ и ОИЯИ о сотрудничестве и использовании установок ОИЯИ

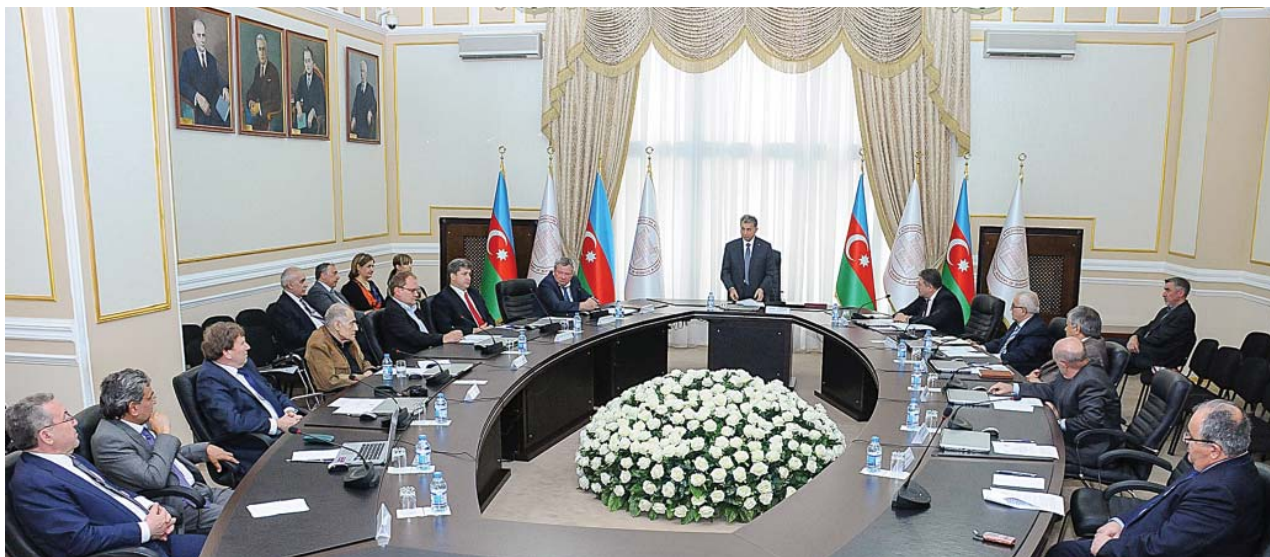
Дубна, 4 февраля. Визит в ОИЯИ делегации посольства ФРГ в России во главе с директором департамента экономики и науки В. Диком





Дубна, 26 марта. Посещение ОИЯИ польской делегацией во главе с послом Республики Польши К.Пелчинской-Наленч

Баку (Азербайджан), 11–13 мая. 1-я сессия рабочей группы по сотрудничеству при дирекции ОИЯИ и полномочном представителе правительства Азербайджанской Республики в ОИЯИ



Дубна, 9–10 июня. Визит в ОИЯИ начальника департамента крупных научных инфраструктур Министерства национального образования, высшего образования и науки Франции К.Шардонне (слева)





Тбилиси (Грузия),
28–30 мая.
Дни ОИЯИ
в Грузии



Дубна, 23 августа. Встреча дирекции ОИЯИ с делегацией Арабской Республики Египет





ЦЕРН (Женева), 19 июня. Подписание рабочих протоколов между ЦЕРН и ОИЯИ по сотрудничеству в проекте LHC и в области физики нейтрино

Дубна, 24–28 ноября. 7-й круглый стол Италия–Россия



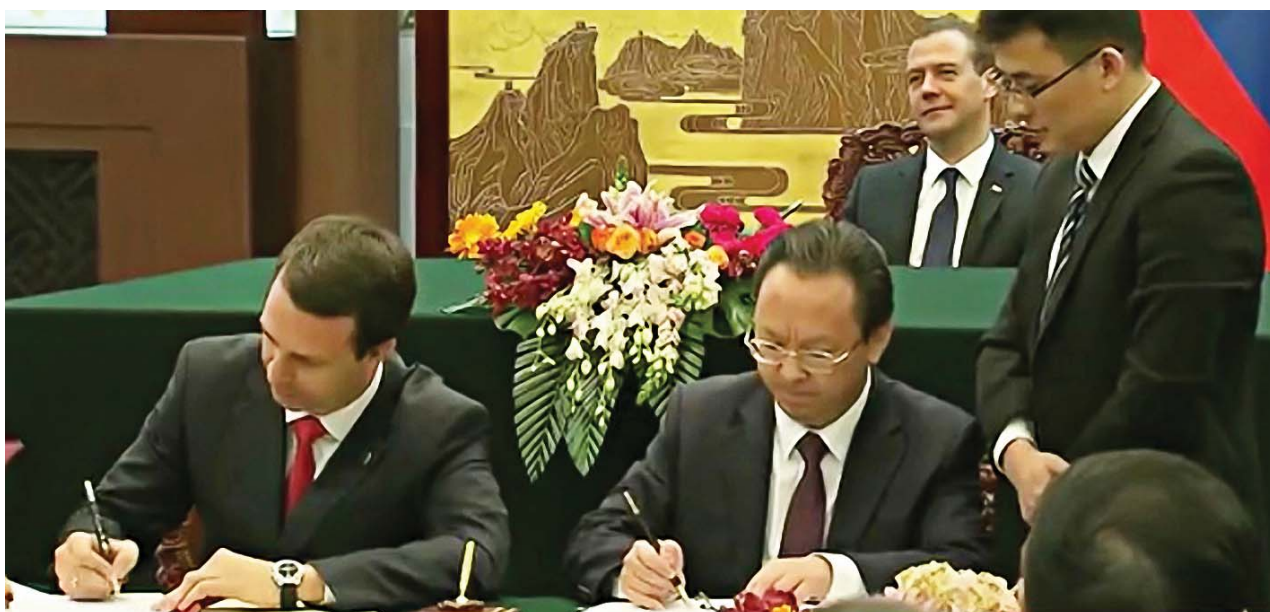


Дубна, 18–20 июня. Визит в ОИЯИ делегации Института физики плазмы Китайской академии наук



Шанхай (Китай), 12 октября.
Подписание соглашения с руководством
Института физики плазмы Китайской
академии наук (Хэфэй)

Пекин (Китай), 17 декабря. Подписание Соглашения между правительствами
Российской Федерации, Китайской Народной Республики, Объединенным институтом ядерных
исследований и Китайской академией наук о совместной реализации международного мегасайенс проекта NICA

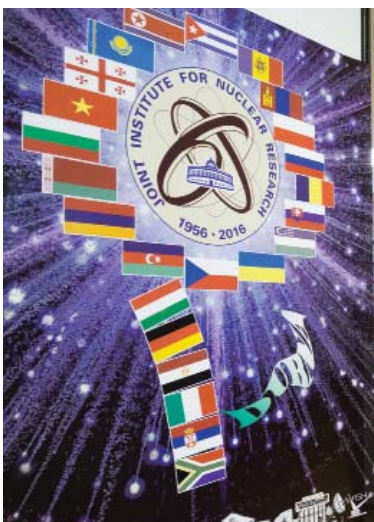


Дубна, 15–19 июня.
Форум Бразилия–ОИЯИ
«На границе физики
элементарных частиц,
ядерной физики и физики
конденсированных сред»





Минск (Белоруссия), 19 ноября. Делегация ОИЯИ в Президиуме Национальной академии наук Белоруссии





Прага (Чехия), 21–24 октября. Дни ОИЯИ, посвященные 60-летию Института

Дубна, 23 декабря.
Торжественное открытие фотогалереи портретов ученых ОИЯИ в университете «Дубна»





Алушта (Россия), 6–13 июня. Участники IV Международной конференции молодых ученых и специалистов «Нейтрон и нейтрино: фундаментальные свойства, эксперименты и прикладные исследования»

Большие Коты (оз. Байкал, Россия), 5–12 июля.
15-я Международная Байкальская летняя школа по физике элементарных частиц и астрофизике



2015

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ПРОГРАММЫ ОИЯИ**

JOINT INSTITUTE
FOR NUCLEAR RESEARCH
JINR

The background of the page features a stylized logo of the Joint Institute for Nuclear Research (JINR). It includes a white circle representing a nucleus, connected by lines to a building with a dome, and the acronym 'JINR' in large letters. The full name 'JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH' is written in a circular path around the building.



ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н. Н. БОГОЛЮБОВА

В 2015 г. в лаборатории проводились исследования по четырем темам: «Теория фундаментальных взаимодействий», «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 исследовательских центрах с участием ОИЯИ. По результатам проведенных исследований опубликовано около 500 статей в рецензируемых журналах и трудах конференций. Ряд исследований был выполнен в сотрудничестве с учеными из стран-участниц ОИЯИ, Бразилии, Германии, Египта, Индии, Италии, Китая, Франции, Южной Африки и других стран. Лаборатория стала площадкой для проведения международных конференций, семинаров, школ для молодых ученых в различных областях теоретической физики. В 2015 г. более 1000 ученых приняли участие в 19 международных конференциях, семинарах и школах, организованных ЛТФ в Дубне и странах-участницах ОИЯИ. Международное сотрудничество ЛТФ в 2015 г. было поддержано грантами полномочных представителей правительств Болгарии, Чехии, Польши, Словакии, Венгрии, Румынии, дирекции ОИЯИ. Сотрудничество с теоретиками ряда стран проходило при поддержке специальных программ: «Гейзенберг–Ландау» (Германия), «Сморodinский–Тер-Мартиросян» (Армения), «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. 12 исследовательских проектов и 6 конференций и школ были поддержаны грантами РФФИ. Одна исследовательская группа выполняла работы в рамках государственной программы поддержки научных школ России. Один молодой ученый вел работу при поддержке грантом Президента РФ. 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 70 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 более трети научных сотрудников лаборатории 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: Индии, Японии, Мексики, Таджикистана и Турции.

Теория фундаментальных взаимодействий

В 2015 г. работа проводилась в рамках следующих проектов:

- Стандартная модель и ее расширения;
- КХД-партонные распределения для временных и будущих коллайдеров;
- физика тяжелых и экзотических адронов;
- смешанная фаза в столкновениях тяжелых ионов.

В квантово-полевых калибровочных теориях с максимальной суперсимметрией в шести-, восьми- и десятимерных пространствах изучена структура ультрафиолетовых расходимостей для элементов S -матрицы. Вычислены лидирующие расходимости в нескольких первых порядках теории возмущений, и получены рекуррентные соотношения, которые позволяют получать ответы в произвольном порядке алгебраическим путем без вычисления диаграмм. Эти соотношения являются обобщением уравнений ренормгруппы для теорий неперенормируемого типа. Для суммы всего ряда получено дифференциальное уравнение, решения которого определяются наличием фиксированных точек, где теория является конечной. В случае шести измерений найдена такая фиксированная точка, которая является устойчивой только при определенной кинематике. Для полной амплитуды условие конечности не выполняется [1].

Проведен явно калибровочно-инвариантный анализ стабильности вакуума Стандартной модели (СМ), включающий учет двухпетлевых соотношений между наблюдаемыми и параметрами модели и решение трехпетлевых ренормгрупповых уравнений для эволюции последних. Кроме того, чисто квантово-хромодинамические поправки учтены в четвертом порядке теории возмущений. Расчеты выполнены для случая безмассовых фермионов первых двух поколений. В работе применяется критерий нестабильности, связанный с обнулением константы хиггсовского самодействия и соответствующей бета-функции в MS -схеме, а также самосогласованный и калибровочно-независимый метод нахождения истинного минимума эффективного потенциала поля Хиггса. С использованием экспериментального значения массы бозона Хиггса в качестве исходных данных и с учетом требования стабильности СМ вплоть до планковского мас-

штаба получено ограничение сверху на полюсную массу топ-кварка и дана оценка соответствующих теоретических неопределенностей. Найденное ограничение оказывается совместным с приведенным в Particle Data Group экспериментальным значением массы топ-кварка на уровне $1,3\sigma$ [2].

Впервые вклады орбитального момента u -, d - и s -кварков и глюонного углового момента в спин протона были вычислены в рамках решеточной КХД. Было найдено, что суммарный вклад орбитального момента кварков равен 47%, а глюонов — 28%, что в точности соответствует недостающим вкладам в спин протона (вклад спина кварков, как известно из экспериментальных измерений и решеточных вычислений, равен 25%) [3].

Полученная в рамках дисперсионного подхода адронная функция поляризации вакуума хорошо согласуется с данными соответствующих решеточных расчетов. Вычисленные в рамках дисперсионного подхода значения адронных вкладов в электрослабые наблюдаемые (а именно, в аномальный магнитный момент мюона и в сдвиг постоянной тонкой структуры на масштабе массы Z -бозона) находятся в согласии с недавними оценками этих величин [4].

Установлена универсальная структура интегральной конформной аномалии эффективного действия в конформных теориях поля в 4-мерном пространстве-времени с границей. Два дополнительных граничных заряда вычислены явно при различных граничных условиях для ряда моделей [5].

Данные глубоконеупругого рассеяния для структурной функции F_2 , полученные коллаборациями BCDMS, SLAC и NMC в экспериментах с фиксированной мишенью, были проанализированы в несинглетном приближении в первых трех порядках теории возмущений. Получено значение для константы сильного взаимодействия $\alpha_s(M_Z) = 0,1157 \pm 0,0022$ (полная экспериментальная ошибка), которое находится в хорошем согласии со средним мировым значением. Результаты настоящей работы получены аналогично результатам наших предыдущих исследований, за исключением учета систематических ошибок в данных коллаборации BCDMS. Новый подход учета систематических ошибок не изменяет результатов наших предыдущих исследований и, таким образом, подтверждает их корректность [6].

В последнее время большой интерес был прикован к полулептонному распаду B -мезона с τ -лептоном в конечном состоянии. Было обнаружено, что измеренные ширины распадов заметно больше предсказаний СМ. Кроме того, в редком распаде B -мезона на векторный каон и лептонную пару коллаборацией LHCb было обнаружено расхождение от предсказаний СМ на уровне 3,7 стандартных отклонений. Вышеупомянутые распады были изучены в рамках ковариантной модели кварков с инфракрасным конфайнментом. Были вычислены необходимые формфакторы во всей кинематической области квадрата переданного дилептону импульса. Эти формфакторы были использованы для расчетов парциальных ширин и поляризационных наблюдаемых. Аналогичный анализ был выполнен для полулептонного распада Λ_b бариона с учетом переворота спина лептона и скалярных вкладов, которые исчезают в случае нулевой массы лептона. Было показано, что учет конечной массы лептона приводит к заметным эффектам в спектре лептон-нейтринной пары и поляризационных наблюдаемых [7].

Получен новый вклад в сверхтонкую структуру молекулярного иона H_2^+ , связанный с релятивистскими поправками второго порядка для вибрационных возмущений. Это позволило устранить расхождение с данными прецизионного эксперимента Джеффертса 1969 г. и достичь рекордной точности в 1 кГц (или в относительных единицах 10^{-6}) в переходах спин-флип [8].

Выполнен совместный анализ всех доступных данных по двухпионным переходам боттомониев. Многоканальное пион-пионное рассеяние описывается в нашем модельно-независимом подходе, основанном на аналитичности и унитарности с использованием процедуры униформизации [9].

Предложен класс моделей релятивистски-ковариантных волновых пакетов, которые могут использоваться для описания асимптотически свободных in- и out-состояний в квантово-полевой теории нейтринных флейворных осцилляций. Показано, что новые «асимметричные» волновые пакеты (АВП) являются подходящей альтернативой более известным «симметричным» волновым пакетам типа так называемых релятивистских гауссовых пакетов (РГП), широко используемых в основанных на квантовой теории поля подходах к проблеме нейтринных осцилляций. Доказано, что РГП не является частным случаем АВП, хотя многие свойства этих моделей почти одинаковы в квазистабильном режиме. Детально

изучены свойства нового типа волновых пакетов [10].

Исследовано влияние безнейтринного электрон-позитронного перехода на охлаждение сильно намагниченных железных белых карликов. Было показано, что они могут быть хорошими кандидатами для повторяющихся мягких гамма-вспышек и аномальных рентгеновских пульсаров [11].

Пересмотрено расширение механизма двойного безнейтринного бета-распада ($0\nu\beta\beta$), основанного на майорановской массе нейтрино, посредством включения правых лептонных и адронных токов. Особый акцент сделан на переформулировке скоростей распада и на новой, более общей оценке факторов фазового пространства. Из данных по $0\nu\beta\beta$ -распаду ^{76}Ge и ^{136}Xe получены верхние пределы на эффективную массу нейтрино и значения параметров, характеризующих механизм распада с участием правого тока. Описаны и обсуждены дифференциальные скорости распада, т.е. угловые корреляции и отдельные энергетические распределения электронов для различных комбинаций параметров нарушения лептонного числа, которые могут помочь прояснить возможный механизм распада [12].

Исследованы новые механизмы генерации фазовых сдвигов в квантовой хромодинамике, установлена их калибровочная инвариантность, и получены ограничения на матричные элементы, связанные с мягкими глюонами. Вычислены вклады в одиночные спиновые асимметрии в процессах Дрелла–Яна и образования прямых фотонов [13].

Завершено обобщение метода Бродского–Лепажжа–Мак-Кензи для оптимизации рядов теории возмущений КХД, полученных в схеме минимальных вычитаний для ренорм-групп инвариантных величин, на произвольный порядок по константе связи на основе предложенного β -разложения [14].

Используя КХД-анализ мировых данных по глубоконеупругому инклюзивному рассеянию COMPASS, HERMES и недавно представленных данных CLFS по рассеянию поляризованных лептонов на поляризованных нуклонах, подтвердили, что спиновое распределение странных кварков остается отрицательным. Это разрешает противоречие в более старых результатах анализа менее точных спиновых DIS- и SIDIS-данных [15].

Были вычислены поправки в аномальный магнитный момент мюона за счет механизма рассеяния света на свете с учетом обменов легкими псевдоскалярными и скалярными

ми мезонами, а также вклада петли динамических кварков. Показано, что данный механизм не устраняет расхождение между имеющимися данными по измерению аномального магнитного момента мюона и предсказаниями СМ [16].

Предложен новый механизм рождения пионов в реакциях при высоких энергиях, а также механизм потери энергии тяжелым кварком. Механизм базируется на рождении пионов за счет аномального кварк-глюон-пионного взаимодействия. Показано, что этот механизм дает больший вклад в потерю энергии при столкновениях по сравнению с пертурбативным вкладом, что показывает нетривиальную роль непертурбативных эффектов в сильновзаимодействующей кварк-глюонной плазме [17].

В рамках расширенной модели Намбу–Йона-Лазинио описаны процессы рождения $\eta\pi\pi$ и $\eta'\pi\pi$ на встречных электрон-позитронных пучках. Учтены вклады промежуточных векторных мезонов $\rho(770)$ и $\rho(1450)$. В рамках того же подхода описаны распады тау-лептона на $\eta(\eta')\pi\pi\nu_\tau$, $\rho(770)(\rho(1450))\nu_\tau$ и $K^*(892)(K^*(1410))\nu_\tau$ [18].

Современная математическая физика

Исследования по теме были сосредоточены на следующих направлениях:

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

На основе единого подхода были построены и изучены R -матрицы и L -операторы, обладающие симметриями относительно ортогональных и симплектических алгебр и удовлетворяющие соответственно уравнениям Янга–Бакстера и RLL -соотношениям. Получен явный вид ортогональных и симплектических симметричных R -матриц в спинорных и метаплектических представлениях. Построены L -операторы, подчиняющиеся RLL -соотношениям с ортогональными и симплектическими симметричными R -матрицами, которые выбраны в фундаментальных представлениях ортогональных и симплектических симметричных R -матриц. Изучена процедура слияния, при которой из нескольких R -матриц в спинорном и метаплектическом представлениях явно строятся R -матрицы и L -операторы в высших представлениях алгебр [19].

Найдены аналитические решения типа ударных волн и доменных стенок в пространствах с нарушенной масштабной инва-

риантностью (лифшицевых метриках), а также построена ловушечная поверхность, возникающая в результате их столкновения и характеризующая формирование кварк-глюонной плазмы в голографическом подходе. Сделана оценка множественности кварк-глюонной плазмы в рамках голографического подхода с помощью вычисления энтропии черной дыры в гравитационной теории. Показано, что результаты для метрик Лифшица с некоторыми значениями критических экспонент находятся в хорошем согласии с экспериментальными данными для множественности [20].

Построены компонентные действия суперсимметричной мембраны в $D = 5$, а также суперсимметричных 3-бран в $D = 6$ и $D = 8$, доказана их инвариантность относительно спонтанно нарушенной и ненарушенной суперсимметрий. Построение осуществлено с помощью метода нелинейных реализаций, позволяющего алгоритмическим способом найти необходимые для построения условия неприводимости соответствующего нелинейного супермультиплета, к которому принадлежат голдстоуновские поля, а также уравнения, позволяющие исключить вспомогательные поля. При построении компонентного действия оказывается возможным составить анзац для него, инвариантный относительно нарушенной суперсимметрии, содержащий обобщение бозонного действия, и член Весса–Зумино, сдвигающийся на полную дивергенцию при преобразованиях нарушенной суперсимметрии. Окончательно действие зафиксировано инвариантностью относительно ненарушенной суперимметрии [21].

Для определенного класса квантовых интегрируемых систем, чья матрица монодромии зависит от спектрального параметра некоторым фиксированным образом, предложен новый метод вычисления формфакторов локальных операторов [22].

Изучены классическая и квантовая задачи гармонического осциллятора на гиперболоиде $SO(2, 2)$. Получены ортонормированные волновые функции этого разделения переменных, решена задача Гамильтона–Якоби, и получены траектории движения для разных значений параметра разделения [23].

Предложен новый подход к гипотезе зеркальной симметрии, названный «специальной геометрией Бора–Зоммерфельда». В рамках этой новой геометрии была обнаружена двойственность «обильный алгебраический дивизор — его лагранжева тень» [24].

Косет $Sp(2, R)/U(1)$ можно параметризовать двумя вещественными скалярными по-

лями. Формализм со вспомогательными тензорными (биспинорными) полями в $U(1)$ самодуальных нелинейных моделях абелевых калибровочных полей обобщен на случай $Sp(2, R)$ -самодуальности. В новой формулировке $Sp(2, R)$ -дуальность нелинейных скаляр-калибровочных уравнений движения эквивалентна $Sp(2, R)$ -инвариантности вспомогательного взаимодействия. Этот результат получен двумя разными способами с целью его дальнейших применений в суперсимметричных теориях. Также рассмотрено обобщение на взаимодействия с высшими производными [25].

Заново рассмотрен вопрос о высших контрчленах для $N = (1, 1)$ суперсимметричной теории Янга–Миллса (SYM) в шестимерии с использованием $N = (1, 0)$ вне массовой оболочки и $N = (1, 1)$ на массовой оболочке гармонических подходов. Второй подход развит в полной общности и использован для решения связей $N = (1, 1)$ SYM-теории через $N = (1, 0)$ суперполя. Это обеспечивает удобный способ построения явных выражений для кандидатов в контрчлены и других $N = (1, 1)$ инвариантов, а также доказательство теорем о неперенормировке, необходимых для объяснения отсутствия определенных логарифмических расходимостей во вкладах высших петель в амплитуды рассеяния в $N = (1, 1)$ SYM-теории [26].

Построена новая модель инфляции с полем Янга–Миллса, являющаяся естественным дополнением к популярным инфляционным моделям со скалярным полем. Как известно, последние данные астрофизических наблюдений указывают на низкоэнергетическую инфляцию, при которой плотность энергии на десять порядков ниже планковской. Это приводит к возникновению проблемы определения начальных условий для наблюдаемой инфляции, которая может быть решена предварительной инфляцией на планковских масштабах энергии. Предложенная модель инфляции не только позволяет ввести сразу две стадии инфляции: первую, для решения проблемы начальных условий, и вторую, описывающую наблюдаемые данные, — но и делает это наиболее экономным способом: благодаря использованию типичного набора полей, скалярного и калибровочного, присутствующих как в СМ, так и в моделях супергравитации. Для реализации инфляции вводится неминимальное взаимодействие полей материи с гравитацией по механизму, сохраняющему калибровочную инвариантность теории и не приводящему к появлению дополнительных степеней свободы [27].

Уравнение Бельтрами в трех измерениях, играющее ключевую роль в гидродинамике несжимаемых жидкостей, имеет неожиданную связь с минимальной супергравитацией в семи измерениях. Мы показываем, что только 7-мерная супергравитация и никакая другая теория с тем же набором полей и с другими параметрами в лагранжиане допускает точные двубранные решения, включающие потоки Арнольда–Бельтрами в поперечных направлениях. Богатое разнообразие дискретных групп, которые классифицируют решения уравнения Бельтрами, вводится этим недавним обнаружением в мир бран. Новое довольно обширное направление открывается для супергравитации и для дуальных ей калибровочных теорий в трех измерениях, где все классические поля и все квантовые коммутаторы будут поставлены в соответствие неприводимым представлениям дискретным кристаллографическими группами [28].

В рамках модели Дирака с конечной массовой щелью и химическим потенциалом, применяемой для описания электронных возбуждений в графене с примесями, вычислен полный поляризационный тензор. С использованием методов квантовой теории поля удалось записать элементы поляризационного тензора через два формфактора, которые затем были впервые полностью учтены при вычислении коэффициентов отражения. Исследованы области на плоскости частот и поперечных импульсов, где могут существовать решения типа поверхностных плазмонов. Дисперсионные соотношения плазмонов получены численно. Показано, что такие решения могут существовать при любом отношении массы и химического потенциала как в поперечно-электрической, так и в поперечно-магнитной поляризациях. Исключение составляет случай нулевого химического потенциала, когда существует только TE -плазмон [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.

Введен дополнительный член в функционал плотности Скирма, учитывающий радиальную зависимость эффективной массы нуклонов. Показано, что радиальная зависимость эффективных масс на поверхности яд-

ра существенно влияет на период полураспада ^{132}Sn в отличие от ^{78}Ni , ^{100}Sn . Поэтому скорости β -распадов этих ядер можно использовать для проверки разных частей функционала плотности энергии [30].

Предложена новая интерпретация большого количества низколежащих состояний в ^{80}Ga . Как показано, связь между одно- и двухфононными членами в волновых функциях и тензорная сила важны для описания этого относительно слабо деформированного ядра [31].

Показано, что учет поправок, вызванных корреляциями в основном состоянии четно-четного остова, позволит лучше описать магнитные моменты низколежащих состояний в нечетных изотопах кадмия [32].

На примере ядер ^{56}Fe и ^{82}Ge исследовано [33] влияние температуры на силовую функцию гамов-теллеровских переходов, дающих основной вклад в нейтрино-ядерные реакции при низких энергиях. В гамов-теллеровской силовой функции при ненулевой температуре найдены новые пики, соответствующие переходам с возбужденных состояний. Рост температуры сдвигает центр масс силовой функции в область более низких энергий, что обусловлено главным образом ослаблением парных корреляций. Показано, что изменение гамов-теллеровской силовой функции с ростом температуры приводит к исчезновению порога реакции и значительно увеличивает сечение реакции при энергии (анти)нейтрино ниже 10 МэВ.

Рассчитаны энергии низколежащих состояний до 1,2 МэВ и их квазичастично-фононная структура в нечетных по нейтронам ядрах $^{245-251}\text{Cm}$, $^{249-255}\text{Cf}$, $^{249-259}\text{Fm}$, $^{253-259}\text{No}$ и $^{257-261}\text{Rf}$ [34]. Показана важная роль взаимодействия квазичастиц с фононами для правильного описания экспериментальных данных.

Рассчитаны спектры возбуждений сверхтяжелых ядер, принадлежащих цепочке α -распада ядра $^{288}\text{115}$, с использованием двух различных одночастичных потенциалов — модифицированного двухцентрового потенциала и потенциала, базирующегося на силах Скирма. Кроме $E1$ -переходов, сильные $M1$ - и $M2$ -переходы предсказываются в ^{276}Mt соответственно в подходе с силами Скирма и в подходе, основанном на двухцентральной модели [35].

Исследована роль спин-орбитального потенциала, спин-спиновых сил и скрытых угловых моментов в описании спиновых и орби-

тальных ядерных ножничных мод [36]. Обобщение метода моментов функции Вигнера на предмет одновременного учета спиновых степеней свободы и парных корреляций позволило существенно улучшить согласие теории с экспериментальными данными.

Рассмотрена соответствующая теория представлений протон-нейтронной симплектической модели коллективных ядерных движений в многочастичном гильбертовом пространстве. В рамках теоретико-группового подхода получена $U(6)$ -фононная модель коллективных движений как макроскопический (гидродинамический) предел протон-нейтронной симплектической модели [37].

Предложена теоретическая модель для описания недавно найденных коллективных протонных парных вибрационных состояний в ^{208}Pb . Было показано, что отталкивательное взаимодействие между фононами, отвечающими удалению пар протонов, сильнее, чем между фононами, отвечающими добавлению пар протонов. Анализ полученных результатов привел к общему заключению, что в тяжелых ядрах силы, действующие между протонами и между нейтронами, ответственные за парные корреляции, подобны друг другу [38].

Массовые параметры для коллективных координат двойных ядерных систем, образованных в реакциях холодного слияния, рассчитаны микроскопически с помощью теории линейного отклика, введения ширины одночастичных состояний и флуктуационно-диссипативной теоремы. Микроскопический массовый параметр для координаты, характеризующей размер шейки между ядрами, оказался значительно больше, чем значение, полученное в гидродинамической модели. Таким образом, время жизни двойной ядерной системы довольно большое и сравнимо с характерным временем слияния двойных ядерных систем [39].

Возможности получения новых нейтронно-избыточных изотопов Ca, Gd, Dy, Er, Yb, Hf, W, Os, Hg, Pb и Th изучены в различных реакциях многонуклонных передач со стабильными и радиоактивными ядрами. Комбинации сталкивающихся ядер и их кинетические энергии предложены для будущих экспериментов по получению этих нейтронно-избыточных изотопов [40].

Изучено влияние входного канала на образование остатков испарения в реакциях слияния, приводящих к ^{220}Th . Наибольшее значение сечения ядер отдачи наблюдается в сильно масс-асимметричной реакции $^{16}\text{O} + ^{204}\text{Pb}$. Из-за большой энергии возбуждения в реак-

ции $^{40}\text{Ar} + ^{180}\text{Hf}$ получается меньше ядер отдачи, чем в почти масс-симметричной реакции $^{82}\text{Se} + ^{138}\text{Ba}$ с меньшей энергией возбуждения составного ядра [41].

Найдены основные принципы самоорганизации конечного числа заряженных частиц, взаимодействующих посредством кулоновского потенциала, размещенных на диске. В результате выведена система уравнений, которая позволяет с высокой точностью определять равновесные конфигурации из нескольких сотен заряженных частиц. Для $n \geq 200$ предсказано образование гексагонального ковра и валентных колец для центрированных конфигураций [42].

Проведено теоретическое рассмотрение процессов однократной и двукратной ионизации атома гелия электронным ударом в присутствии низкочастотного лазерного излучения малой интенсивности. Показано, что в присутствии лазерного поля дифференциальные сечения рассеяния зависят от электрон-электронных корреляций в мишени существенно сильнее, чем в бесполовом случае [43].

Разработана количественная теория резонансных процессов в ограниченной геометрии атомных ловушек. В этом подходе впервые рассчитаны ширины и сдвиги магнитных резонансов Фешбаха и получены резонансные условия для «дипольных геометрических резонансов» в атомных волноводах. Подход обобщен на p -волновые резонансы Фешбаха [44].

Двухфлейворная модель Намбу–Йона-Лазинио, обобщенная [45] на учет петли Полякова с эффективным четырехкварковым взаимодействием векторного типа с константами связи, зависящими от поля Φ . Исследовано влияние дополнительного векторного и смешанного взаимодействия на положение критической конечной точки при данном химическом потенциале или плотности кварков. Показано, что конечная величина силы векторного G_V улучшает согласие модели с решеточными данными.

Доказано, что статистика Тсаллиса в большом каноническом ансамбле удовлетворяет требованиям равновесной термодинамики в термодинамическом пределе при условии, что термодинамический потенциал является однородной функцией первого порядка по отношению к экстенсивным переменным состояния системы и энтропийная переменная $z = 1/(q - 1)$ является экстенсивной переменной состояния. Показана эквивалентность канонического, микроканонического и большого

канонического ансамблей для нерелятивистского идеального газа адронов [46].

На основе предложенной ранее модели микроскопического оптического потенциала рассчитаны сечения рассеяния пи-мезонов и экзотических гало-ядер на протонах и ядрах. В предположении двухкластерной структуры ядер ^{11}Be и ^{11}Li сделаны заключения о структуре далекой периферии этих ядер и о механизме их развала на кластеры [47].

Теория конденсированных сред и новые материалы

Исследования по теме «Теория конденсированных сред и новые материалы» в 2015 г. продолжались в рамках следующих проектов:

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

Создание новых функциональных материалов и устройств с контролируемыми квантовыми свойствами в настоящее время во многом основано на идее орбитального инжиниринга в многослойных оксидных гетероструктурах. В данной работе показано, что эффекты межслоевого перераспределения заряда и изменения структуры лигандного окружения ионов переходных металлов обеспечивают возможность контроля последовательностью орбитальных электронных уровней (орбитальной реконструкции) в объеме слоистых оксидов. На примере слоистых оксидов Sr_2IrO_4 и Ba_2IrO_4 авторы работы впервые предложили и реализовали комбинированный количественный анализ указанных эффектов, основанный на результатах измерений спектров электронного парамагнитного резонанса и квантово-химических кластерных вычислений [48].

Предсказаны новые общие свойства фракталов. Наиболее значимый вывод состоит в том, что поверхностные фракталы можно представить как сумму массовых фракталов. Как следствие, амплитуда рассеяния поверхностного фрактала может быть вычислена как сумма амплитуд массовых фракталов [49].

Вычислены спектр спиновых возбуждений, намагниченность, восприимчивость и температура Нееля для квазидвумерной компас-модели Гейзенберга, предложенной для описания иридатов в антиферромагнитном и парамагнитном состояниях [50].

Теоретически сформулирована возможность обратного механизма Киббла–Цюрека для холодных бозе-атомов в ловушках. Проведено компьютерное моделирование, подтверждающее теоретическую картину [51].

Показано, что моттовская физика сильно-коррелированных почти локализованных электронов описывается модифицированной спин-фермионной моделью, в которой спиновый сектор представлен $(1 + 2)$ -нелинейной сигма-моделью. Эта модель существенно отличается от стандартной спин-фермионной модели, в которой доминируют флуктуации коллективных «мягких» спиновых мод. В результате показано, что сильные электронные корреляции существенно расширяют критическую область, в которой доминирует нефермижидкостное поведение, по сравнению с предсказанием стандартной спин-фермионной модели, описывающей слабокоррелированные электроны проводимости [52].

Показано, что квадрупольные $5-7-5-7$ дефекты оказывают заметное влияние на теплопроводность графена в области низких температур и не актуальны при комнатных температурах, что важно для практического использования графена в термоэлектронных устройствах [53].

Показано, что нескомпенсированный топологический заряд на краях графеновой ленты типа «зигзаг» приводит к возникновению щели в электронном спектре, инициируя переход в полупроводниковое состояние, что открывает перспективы использования таких лент в наноэлектронике [54].

Исследованы вольтамперные характеристики (ВАХ) системы связанных джозефсоновских переходов, моделирующих внутренние переходы в высокотемпературных сверхпроводниках во внешнем электромагнитном поле. Найдена лестничная структура в области ветвления ВАХ, обусловленная переключениями между осциллирующими и вращающимися состояниями. Этот вывод подтверждается детальным анализом ВАХ каждого перехода в стеке и ее сопоставлением с усредненной временной производной разности фаз между переходами. Экспериментальное подтверждение данных лестничных структур предоставляет метод прецизионного измерения величины связи между переходами и может быть использовано для диагностики джозефсоновских переходов, реализующихся в высокотемпературных сверхпроводниках [55].

Показано, что ВАХ джозефсоновских переходов, описываемых резистивно-емкостной моделью и обладающих локализованными субщелевыми майорановскими состояниями, обеспечивают фазово-чувствительный метод для регистрации данных состояний. В сравнении с резистивно-шунтированными переходами они демонстрируют нечетные ступе-

ни Шапиро, которые благодаря их субгармонической природе, качественно отличаются по своим свойствам. Джозефсоновские переходы с майорановскими состояниями проявляют дополнительную лестничную структуру на ВАХ [56].

Исследована новая квантово-полевая модель описания систем с бозе-конденсатом вблизи фазового перехода в сверхтекучее состояние и флуктуациями скорости. Стохастическое уравнение Навье–Стокса использовано для генерации флуктуаций скорости. Равновесный режим флуктуаций проанализирован методом ренормгруппы. Этот метод анализа указывает на недостаточность однопетлевого приближения для определенного вывода о стабильности фиксированных точек. Также было показано, что критические экспоненты в модели сильно зависят от фоновых флуктуаций турбулентности. Критическая экспонента эффективной вязкости была вычислена и согласуется с ожидаемым значением $4/3$ [57].

Рассмотрено интегрируемое обобщение асимметричного процесса с простыми запретами, в котором введено дополнительное взаимодействие, позволяющее контролировать степень кластеризации частиц. Построено распределение величины потока частиц, которое демонстрирует два типа универсального скейлингового поведения. Либо при конечной плотности кластеров частиц распределение имеет вид, характерный для класса универсальности KPZ, либо все частицы образуют единый кластер, и их поток описывается распределением Гаусса. Впервые построена функция, объединяющая два универсальных режима, и описан переход между ними [58].

Модель роторного маршрутизатора на графе описывает блуждание в дискретном времени, сопровождаемое детерминистической эволюцией конфигураций роторов, случайным образом помещенных в вершины графа. Мы доказали следующее свойство: если в некоторый момент времени роторы образуют на планарном графе замкнутый контур, направленный по часовой стрелке, то повороты роторов по часовой стрелке приводят к блужданию, которое заходит в контур в некоторой вершине v , делает некоторое число шагов внутри контура, так что контур, образованный роторами, становится направленным по часовой стрелке, а потом выходит из контура в той же вершине v . Это свойство обобщает теорему, ранее доказанную для случая, когда конфигурация роторов внутри контура — это остовное дерево с корнем на цикле, а все роторы внутри контура совершают полный оборот. Мы используем

доказанное свойство для анализа субдиффузионного поведения блуждания в модели роторного маршрутизатора [59].

Полностью асимметричный процесс с простым исключением (TASEP) изучен на открытых сетях, состоящих из трех последовательно связанных длинных цепей, внутренняя из которых шунтирована цепочкой произвольной длины. Методами эффективных вероятностных скоростей и моделирования Монте-Карло изучены условия появления пробок и их свойства в случае, когда внешние сегменты находятся в фазе максимального потока. Получены следующие основные результаты. При любой длине шунта и произвольных значениях скоростей ввода и вывода частиц в области фазы максимального потока существует положение шунта, при котором шунтированный сегмент находится в фазе сосуществования с полностью нелокализованной доменной стенкой. Основные свойства фазы сосуществования и

профили локальной плотности числа частиц во всей системе хорошо описываются теорией доменной стенки. Модель показывает неожиданные свойства: поток через длинный шунтированный сегмент больше, чем через шунт, и нелокализованная доменная стенка в шунтированном сегменте индуцирует поведение даже в шунтах из небольшого числа узлов [60].

Найдены новые решения соотношения звезда–треугольник и уравнения Янга–Бакстера для вершинных и IRF-моделей статистической механики. Они описываются q -специальными функциями, связанными с суперконформными индексами трехмерных суперсимметричных теорий поля [61].

Охарактеризована структура спектра оператора Лапласа на растянутой гексагональной сетке с дельта-потенциалом в вершинах. Определено количество запрещенных зон в зависимости от силы потенциалов и параметра растяжения [62].

ДУБНЕНСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКОЛА СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ (DIAS-TN)

В рамках DIAS-TN в 2015 г. были проведены 3 международных школы и 2 рабочих совещания (Research Workshop):

- 19-е рабочее совещание «Теория нуклеации и ее применения» (1–30 апреля);
- Гельмгольцевская международная летняя школа «Плотная материя» (29 июня – 11 июля);
- Гельмгольцевская международная школа «Теоретические вопросы физики на Боль-

шом адронном коллайдере» и рабочее совещание «Вычисления для современных и будущих коллайдеров» (20 июля – 30 июля);

- международная школа «Перспективные методы современной теоретической физики: интегрируемые и стохастические системы» (16–21 августа).

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

КОНФЕРЕНЦИИ, СОВЕЩАНИЯ, СОТРУДНИЧЕСТВО

Было организовано 15 международных конференций и совещаний, в том числе школы и форум, проведены 3 рабочих совещания, организован круглый стол и симпозиум:

- семинар «Избранные вопросы квантовой теории поля», посвященный памяти Э. А. Кураева, 6–8 апреля, Дубна;
- форум Бразилия–ОИЯИ «Рубежи физики атомного ядра, элементарных частиц и конденсированных состояний», 15–19 июня, Дубна;
- 23-я Международная конференция «Интегрируемые системы и квантовые симметрии», 23–27 июня, Прага;

• 9-е рабочее совещание Азиатско-Тихоокеанского центра теоретической физики и ЛТФ ОИЯИ «Современные проблемы ядерной физики и элементарных частиц», 27 июня – 4 июля, Алма-Ата, Казахстан;

- 15-е Международное совещание «Странность в кварковой материи», 6–11 июля, Дубна;

• 4-я Международная школа «Симметрия в интегрируемых системах и ядерной физике», 6–11 июля, Цахкадзор, Армения;

- 9-я Международная конференция «Квантовая теория и симметрия», 13–18 июля, Ереван;

- международная конференция «Структура ядра и смежные проблемы», 14–18 июля, Дубна;
- международная конференция «Симметрии и спин», 27 июля – 2 августа, Прага;
- международное совещание «Суперсимметрии и квантовые симметрии» (SQS-2015), 3–8 августа, Дубна;
- 6-я Международная школа по нейтринной физике им. Б. М. Понтекорво, 27 августа – 4 сентября, Верхний Смоковец, Высокие Татры, Словакия;

- 16-е рабочее совещание по физике спина при высоких энергиях (DSPIN-15), 8–12 сентября, Дубна;
- 4-й симпозиум ЮАР–ОИЯИ «Модели и методы в много- и малочастичных системах», посвященный 60-летию ОИЯИ, 21–25 сентября, Дубна;
- рабочее совещание SKLTP–BLTP/JINR «Физика сильновзаимодействующих систем», 29 октября – 3 ноября, Дубна;
- 7-й круглый стол Италия–Россия «Теория супергравитации входит в свои сороковые в год столетия теории гравитации», посвященный 60-летию ОИЯИ, 24–28 ноября, Дубна.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В 2015 г. все сервисы главного сервера ЛТФ (WWW, e-mail и др.) перенесены на новое, на порядок более производительное, оборудование. Устаревшие сетевые коммутаторы заменены на современные модели, что дало возможность увеличить скорость подключения к локальной сети ЛТФ со 100 до 1000 Мбит/с для еще около 200 рабочих мест и повысить пропускную способность

соединения сети ЛТФ с магистральной сетью ОИЯИ с 1 до 10 Гбит/с.

Для пополнения парка настольных персональных компьютеров приобретено 16 высокопроизводительных машин. Обновлены версии наиболее востребованных пакетов лицензионного программного обеспечения, таких как Wolfram Mathematica и Intel Parallel Studio XE.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bork L. V. et al. // JHEP. 2015. V. 1511. P. 059.
2. Bednyakov A. V. et al. // Phys. Rev. Lett. 2015. V. 115. P. 201802.
3. Deka M. et al. // Phys. Rev. D. 2015. V. 91. P. 014505.
4. Nesterenko A. V. // J. Phys. G. 2015. V. 42. P. 085004.
5. Fursaev D. // JHEP. 2015. V. 1512. P. 112.
6. Kotikov A. V., Krivokhizhin V. G., Shaikhatdenov B. G. // J. Phys. G. 2015. V. 42, No. 9. P. 095004;
Kotikov A. V., Krivokhizhin V. G., Shaikhatdenov B. G. // JETP Lett. 2015. V. 101, No. 3. P. 141–145.
7. Gutsche T. et al. // Phys. Rev. D. 2015. V. 92. P. 114008;
Ivanov M. A., Tran C. T. // Ibid. P. 074030;
Dubnička S. et al. // Few Body Syst. 2015. V. 57. P. 1–23.
8. Korobov V. I. et al. // Phys. Rev. Lett. 2016. V. 116. P. 053003.
9. Surovtsev Yu. S. et al. // Phys. Rev. D. 2015. V. 91. P. 037901;
Surovtsev Yu. S. et al. // Ibid. P. 036002.
10. Naumov V. A., Shkirmanov D. S. // Mod. Phys. Lett. A. 2015. V. 30. P. 1550110.
11. Belyaev V. B. et al. // Nucl. Phys. A. 2015. V. 937. P. 17.
12. Štefánek D. et al. // Phys. Rev. C. 2015. V. 92. P. 055502.
13. Anikin I. V., Teryaev O. V. // Eur. Phys. J. C. 2015. V. 75. P. 184;
Anikin I. V., Teryaev O. V. // Phys. Lett. B. 2015. V. 751. P. 495.
14. Kataev A. L., Mikhailov S. V. // Phys. Rev. D. 2015. V. 91. P. 014007.
15. Leader E., Sidorov A. V., Stamenov D. B. // Phys. Rev. D. 2015. V. 91. P. 054017.
16. Dorokhov A. E., Radzhabov A. E., Zhevla-kov A. S. // Eur. Phys. J. C. 2015. V. 75. P. 417.
17. Kochelev N. et al. // Phys. Rev. D. 2015. V. 92, No. 3. P. 034025;
Kochelev N. et al. arXiv:1510.00472 [hep-ph].

18. *Ahmadov A.I., Kalinovsky Yu.L., Volkov M.K.* // Intern. J. Mod. Phys. A. 2015. V. 30. P. 1550161.
19. *Isaev A.P., Karakhanyan D., Kirschner R.* // Nucl. Phys. B. 2016. V. 904. P. 124.
20. *Aref'eva Ya., Golubtsova A.A.* // JHEP. 2015. V. 1504. P. 011.
21. *Bellucci S. et al.* // Class. Quant. Grav. 2015. V. 32. P. 035025;
Bellucci S. et al. // Ibid. P. 115008.
22. *Pakuliak S., Ragoucy E., Slavnov N.A.* // Nucl. Phys. B. 2015. V. 893. P. 459.
23. *Petrosyan D.R., Pogosyan G.S.* // SIGMA. 2015. V. 11. P. 1.
24. *Tyurin N.A.* arXiv:1508.06804v1 [math.SG]. 2015.
25. *Ivanov E., Lechtenfeld O., Zupnik B.* // JHEP. 2015. V. 1503. P. 123.
26. *Bossard G., Ivanov E., Smilga A.* // Ibid. V. 1512. P. 085.
27. *Davydov E., Gal'tsov D.* arXiv: 1512.02164 [hep-th].
28. *Fre P., Sorin A.S.* // Fortsch. Phys. 2015. V. 63. P. 411.
29. *Bordag M., Pirozhenko I.* // Phys. Rev. D. 2015. V. 91. P. 085038.
30. *Severyukhin A.P. et al.* // Phys. Rev. C. 2015. V. 90. P. 034322.
31. *Etilé A. et al.* // Ibid. V. 91. P. 064317.
32. *Mishev S., Voronov V.V.* // Ibid. V. 92. P. 044329.
33. *Dzhioev A.A., Vdovin A.I., Wambach J.* // Phys. Rev. C. 2015. V. 92. P. 045804.
34. *Shirikova N.Yu. et al.* // Eur. Phys. J. A. 2015. V. 51. P. 21.
35. *Bezbakh A.N. et al.* // Phys. Rev. C. 2015. V. 92. P. 014329.
36. *Balbutsev E.B., Molodtsova I.V., Schuck P.* // Ibid. V. 91. P. 064312.
37. *Ganev H.G.* // Intern. J. Mod. Phys. E. 2015. V. 24. P. 1550039;
Ganev H.G. // Eur. Phys. J. A. 2015. V. 51. P. 84.
38. *Jolos R.V., Heusler A., von Brentano P.* // Phys. Rev. C. 2015. V. 92. P. 014329.
39. *Adamian G.G., Antonenko N.V., Lenske H.* // Ibid. V. 91. P. 054602.
40. *Myeong-Hwan Mun et al.* // Ibid. P. 054602.
41. *Kim K. et al.* // Ibid. P. 064608.
42. *Cerkaski M., Nazmitdinov R.G., Puente A.* // Phys. Rev. E. 2015. V. 91. P. 032312.
43. *Bulychev A.A., Kouzakov K.A.* // Phys. Rev. A. 2015. V. 91. P. 023413.
44. *Saeidian S., Melezhik V.S., Schmelcher P.* // J. Phys. B. 2015. V. 48. P. 155301.
45. *Friesen A.V., Kalinovsky Yu.L., Toneev V.D.* // Intern. J. Mod. Phys. A. 2015. V. 30. P. 1550089.
46. *Parvan A.S.* // Eur. Phys. J. A. 2015. V. 51. P. 108.
47. *Lukyanov V.K. et al.* // Phys. At. Nucl. 2015. V. 78. P. 147;
Lukyanov V.K. et al. // Phys. Rev. C. 2015. V. 91. P. 034606.
48. *Bogdanov N. et al.* // Nature Communications. 2015. V. 6. P. 7306.
49. *Cherny Yu. et al.* // Rom. J. Phys. 2015. V. 60. P. 658.
50. *Vladimirov A.A., Ihle D., Plakida N.M.* // Eur. Phys. J. B. 2015. V. 88. P. 148.
51. *Yukalov V.I., Novikov A.N., Bagnato V.S.* // Phys. Lett. A. 2015. V. 379. P. 1366;
Yukalov V.I., Novikov A.N., Bagnato V.S. // J. of Low Temp. Phys. 2015. V. 180. P. 53.
52. *Ferraz A., Kochetov E.* // Eur. Phys. Lett. 2015. V. 109. P. 37003.
53. *Krasavin S.E., Osipov V.A.* // J. Phys.: Cond. Matter. 2015. V. 27. P. 425302.
54. *Pinčák R., Smotlacha J., Osipov V.A.* // Physica B: Condensed Matter. 2015. V. 475. P. 61.
55. *Shukrinov Yu.M., Rahmonov I.R., Nashaat M.* // Pis'ma v ZhETF. 2015. V. 102. P. 919.
56. *Maiti M. et al.* // Phys. Rev. B. 2015. V. 92. P. 224501.
57. *M. Dančo et al.* // Phys. Rev. E. 2016. V. 93. P. 012109.
58. *Derbyshev A.E., Povolotsky A.M., Priezhev V.B.* // Phys. Rev. E. 2015. V. 91. P. 022125.
59. *Papoyan V.Vl., Poghosyan V.S., Priezhev V.B.* // J. Phys. A. 2015. V. 48. P. 285203.
60. *Bunzarova N., Pesheva N.C., Brankov J.G.* // Physica A. 2015. V. 438. P. 645.
61. *Gahramanov I., Spiridonov V.P.* // JHEP. 2015. V. 08. P. 040.
62. *Exner P., Turek O.* // Integral Equations and Operator Theory. 2015. V. 81. P. 535.



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

Деятельность Лаборатории физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина в 2015 г. была сосредоточена на реализации и дальнейшем развитии проекта NICA (подпроекты «Нуклотрон–NICA», MPD и

BM@N), на участии в текущих исследованиях на нуклотроне и в экспериментах, проводимых в ведущих ускорительных центрах мирового класса.

НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ В РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСА NICA

Развитие ускорительного комплекса ЛФВЭ в 2015 г. было направлено на создание систем и элементов комплекса NICA.

Во время ускорительных сеансов велись работы, направленные на повышение возможностей существующего комплекса при реализации текущей программы исследований и на тестирование элементов оборудования и режимов работы для создаваемых бустера и коллайдера.

Проект «Нуклотрон–NICA»

Наиболее важные результаты и события 2015 г.

- 18 сентября дирекцией ОИЯИ и компанией «Strabag» подписан договор на возведение строительных объектов комплекса NICA. Строительные работы начались и должны быть выполнены в течение 43 месяцев.

- Продолжались работы по модернизации и созданию линейных ускорителей легких и тяжелых ионов. 6 октября в ОИЯИ были доставлены RFQ- и RF-усилители для модернизируемого ускорителя ЛУ-20. 16 октября данное оборудование было установлено на испытательном стенде и успешно прошло проверку.

Все элементы нового линейного ускорителя тяжелых ионов NICA ($z/A \geq 0,14$) достав-

лены в лабораторию и смонтированы. Начаты испытания его подсистем.

- В рамках дальнейшего развития криогенного комплекса был установлен и подготовлен для испытаний новый гелиевый ожижитель Helium Liquefier OG-1000. Два гелиевых винтовых компрессора «Kaskad-110/30» были доставлены в лабораторию и готовы к сборке.

- Продолжались работы по развитию технологической линии по изготовлению сверхпроводящих магнитов для NICA и SIS-100 SC. Для проекта NICA необходимо изготовить более 250 сверхпроводящих магнитов. Сборка и испытания одного занимают около 3 недель. В настоящее время технологическая линия находится в стадии завершения.

Оставшиеся несмонтированными 2-й и 3-й гелиевые рефрижераторы введены в эксплуатацию. Из 6 тестовых стендов были установлены 3-й и 4-й, два последних стенда будут введены в эксплуатацию в первом квартале 2016 г. Начато серийное производство ярма магнитов. 26 из 48 ярм квадрупольных магнитов доставлены, одобрены для сборки криостата и последующих испытаний.

Проект MPD

Работы над НИОКР практически завершены. Для большинства подсистем подготовлены

и представлены для утверждения технические проекты. Идет подготовка к производству детекторов.

Магнит MPD. График реализации проекта MPD в значительной степени зависит от своевременного создания сверхпроводящего соленоидального магнита. Договор на изготовление и поставку магнита был подписан 21 декабря 2015 г. ОИЯИ и «ASG Superconductors S.p.A.» (Италия). Компания ASG должна изготовить и доставить базовые элементы магнита не позднее чем через 34 месяца с момента подписания договора.

Времяпроекционная камера TPC. Работы по созданию TPC ведутся в соответствии с планом-графиком. Разработана и изготовлена пэддовая плоскость детектора считывания (ROC) TPC. Успешно проведены ее испытания.

Изготовлен и доставлен в Дубну полный набор микрозеркал для лазерной системы ка-

либровки TPC. Все элементы лазерной оптики находятся в процессе сборки и калибровки.

В сотрудничестве с ПИЯФ (Санкт-Петербург) создается газовая система. Все компоненты газовой системы доставлены в ПИЯФ и проходят стендовые испытания.

Времяпролетная система TOF. В феврале 2015 г. на установке «Тестовый канал MPD» испытывались два больших прототипа многозачерной резистивной пропорциональной камеры (МРПК) со стриповым считыванием (стрип 600×10 мм) с резистивными электродами толщиной 280 и 400 мкм. Впервые была использована новая симметричная трехстековая конструкция детектора. Были оценены временное разрешение и эффективность регистрации при различных порогах дискриминации усилителей. Временное разрешение обоих детекторов превышало 50 пс при эффективности выше 98% (рис. 1).

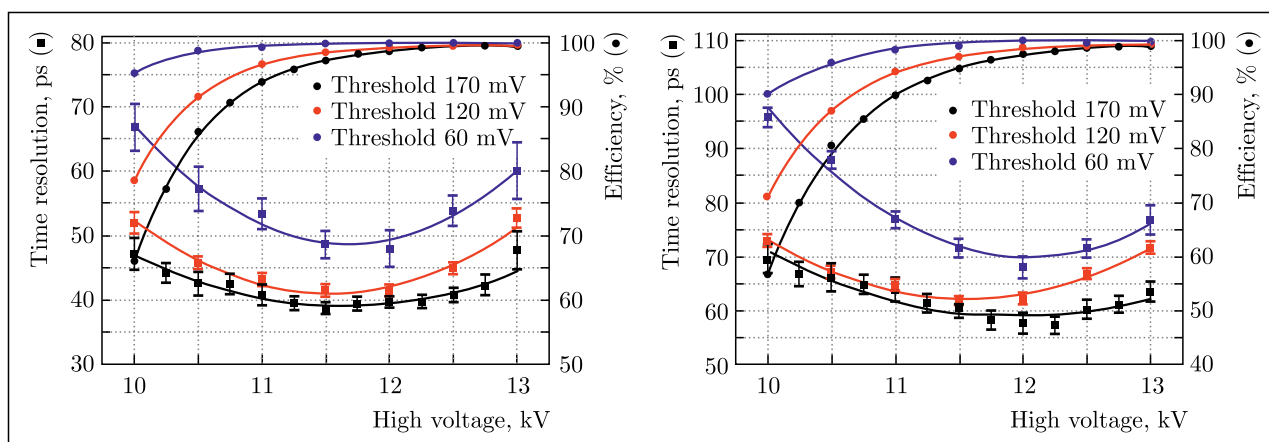


Рис. 1. Эффективность и временное разрешение МРПК: при ширине электродов 280 мкм (слева) и 400 мкм (справа)

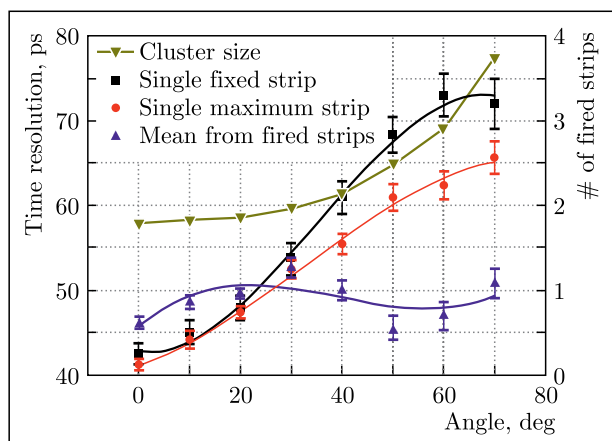


Рис. 2. Влияние угла пролета частицы через МРПК перпендикулярно стрипам на ее временное разрешение

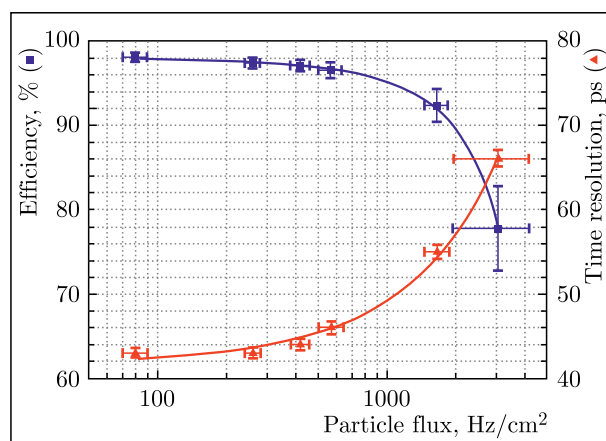


Рис. 3. Загрузочная способность стриповой МРПК с резистивным электродом толщиной 280 мкм

При помощи прецизионного устройства позиционирования было исследовано влияние угла пролета частицы через МРПК на ее временное разрешение (рис. 2). При правильном вычислении времени пролета частицы временное разрешение детектора остается около 50 пс даже при углах пролета до 70°.

Также было проведено исследование нагрузочных способностей МРПК с тонким стеклом — резистивным электродом толщиной 280 мкм (рис. 3). При потоке частиц до 2 кГц/см² временное разрешение детектора лучше 60 пс при эффективности регистрации выше 90%.

Полностью готовы к работе: участок ультразвуковой мойки и сушки, комната сборки детекторов и устройство автоматической покраски стекол полупроводниковой краской.

Детектор FFD. В 2015 г. были созданы и протестированы на канале установки BM@N 12 модулей детектора TO (прототипы модулей FFD) на основе MCP-PMTs XR85012/A1-Q. Для управления детектором была создана электроника LO-триггера, разработаны программное обеспечение и система Slow control.

Выполнены экспериментальные исследования в сеансах на выведенных пучках дейтронов и ядер углерода на площадках MPD-test и BM@N.

Временное разрешение черенковских модулей оценивалось в TOF-измерениях на пуч-

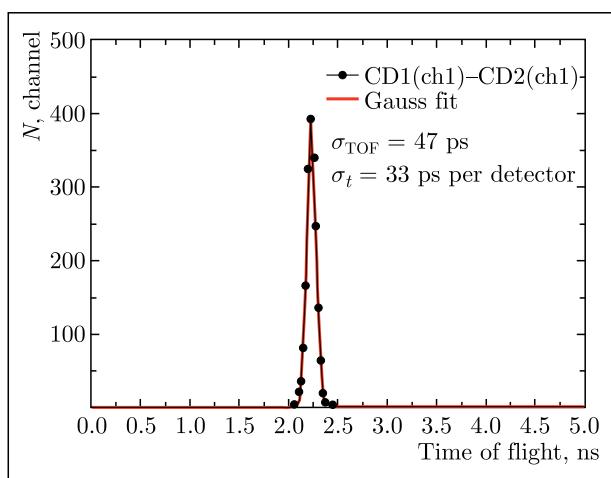


Рис. 4. Измерение временного разрешения черенковского модуля на пучке дейтронов с энергией 3,5 ГэВ/нуклон

ке дейтронов с парой модулей CD1 и CD2 и оцифровщиком CAEN mod.N6742. Пример результатов испытания показан на рис. 4.

Достижения, связанные с MPD TDR.

Текущее состояние технического проектирования MPD представлено в таблице.

Подсистема	Состояние
TPC	Завершено
Газовая система TPC	Завершено
TOF	Завершено
ZDC	Завершено
FFD	Завершено
Система сбора данных	Завершено
Электромагнитный калориметр	В процессе завершения
Slow control	В процессе завершения
MPD-интеграция	В процессе завершения
Магнит MPD	Завершено

Проект BM@N

Проведен первый технический сеанс установки BM@N на пучках дейтронов и ядер углерода ускорителя нуклотрон в феврале–марте 2015 г. Измерены временная и пространственная структуры пучка. В сеансе протестированы следующие детекторы BM@N: система идентификации адронов по времени пролета (TOF), детекторы для выработки триггера и стартового сигнала TOF, внешние дрейфовые

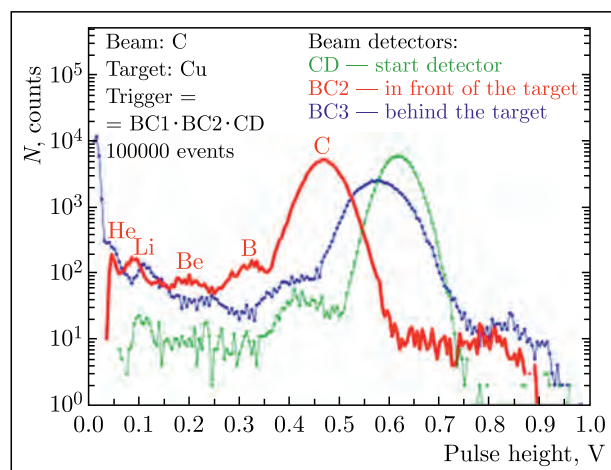


Рис. 5. Части/доли легких ядер в пучке углерода до взаимодействия (красный спектр) и после взаимодействия (синий спектр) в амплитудных распределениях счетчиков пучка, расположенных до и после мишени. Зеленый спектр иллюстрирует амплитуду отклика черенковского запускающего детектора, расположенного перед мишенью

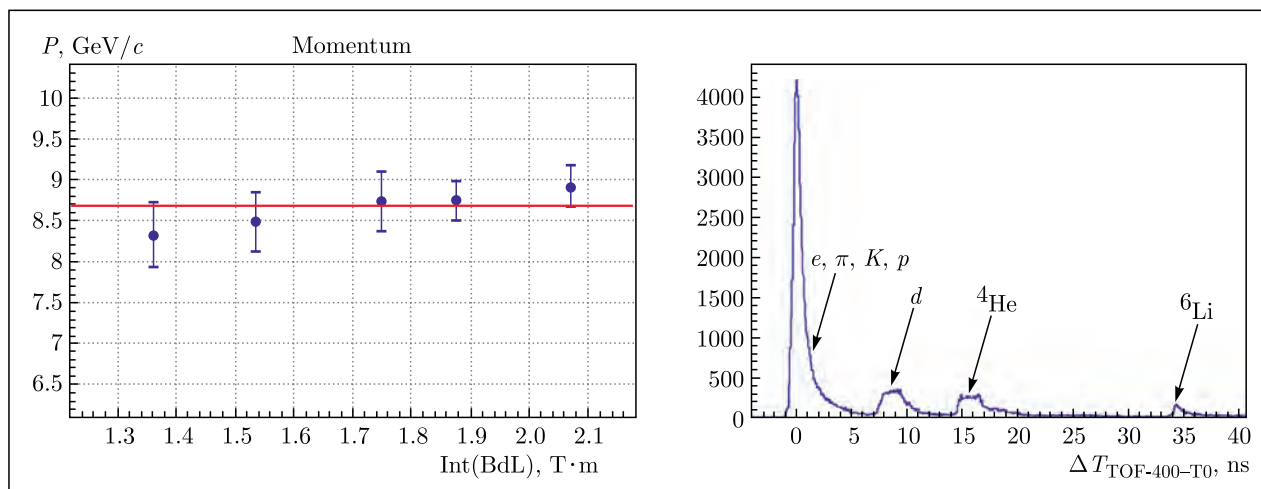


Рис. 6. Импульс пучка дейтронов (вертикальная шкала), измеренный в BM@N при различных значениях интеграла магнитного поля (горизонтальная шкала). Красная линия показывает номинальное значение импульса пучка дейтронов 8,68 ГэВ/с (слева). TOF-спектры TOF-400–T0 получены при взаимодействии пучка ядер углерода с импульсом 3,5 А ГэВ с углеродной мишенью (справа)

камеры (DCH), адронный калориметр (ZDC), мониторы и профилометры пучка. В ходе сеанса была протестирована и использована интегрированная система приема данных (DAQ).

Во время запуска были измерены временная и пространственная структуры пучка. Содержание ядра пучка углерода до и после взаимодействия в мишени показаны на рис. 5. Импульс пучка дейтронов, измеренный в BM@N, представлен в левой части рис. 6.

В правой части рис. 6 показаны TOF-спектры, полученные в ходе запуска с пучком ядер углерода и углеродной мишенью.

Расширение международного сотрудничества

В декабре 2015 г. Министерство образования и науки РФ, Министерство науки и технологий КНР, Академия наук КНР и ОИЯИ подписали соглашение о сотрудничестве в рамках проекта NICA.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА НУКЛОТРОНЕ

DSS

В 2015 г. в рамках проекта DSS были получены следующие результаты.

- В весеннем сеансе на внутренней мишени нуклотрона получены экспериментальные данные по угловой зависимости сечения упругого дейтрон-протонного рассеяния при энергиях дейтрона 1600 и 1700 МэВ. Предварительные результаты представлены на международных конференциях.

- В том же сеансе получены уникальные данные по дейтрон-протонному безмезонному развалу в так называемой sparse star-конфигурации при энергии 400 МэВ. Ведется анализ данных.

- В рамках релятивистской модели многократного рассеяния выполнены теоретические

расчеты по интерпретации полученных экспериментальных данных по дейтрон-протонному упругому рассеянию и для реакции $dd \rightarrow {}^3\text{H}p$ при энергиях дейтрона 2000 и 200 МэВ соответственно [1].

HyperNIS

В рамках подготовки проекта была изготовлена аналоговая электроника для считывания данных с пропорциональных камер спектрометра HyperNIS. В сеансе нуклотрона в марте 2015 г. она была успешно испытана.

В том же сеансе был настроен триггер для регистрации гиперъядер водорода, продемонстрирована его стабильная работа в течение 40 ч. На пучках ядер ${}^7\text{Li}$ и ${}^{12}\text{C}$ были проведены тесты пиксельного детектора TimePix.

«Квинта»

В 2015 г. установка «Квинта» облучалась пучками протонов с энергией $E_p = 660$ МэВ. Целью было измерение пространственно-энергетического распределения нейтронного поля как внутри ядерной сборки, так и на ее поверхности. Для этих целей использовались каналы ядерных реакций на Со-мишени с разными порогами чувствительности.

На рис. 7 показано пространственное распределение по радиусу плотности потока нейтронов разных энергий от минимальной $E \leq 0,1$ МэВ до максимальной. Из рисунка видно, что наблюдается сильная анизотропия в радиальном направлении. И, возможно, вследствие этого в конце мишени на расстоянии $Z = 650$ мм обнаруживается появле-

ние высокоэнергетического факела с энергией $E_n \geq 20$ МэВ [2].

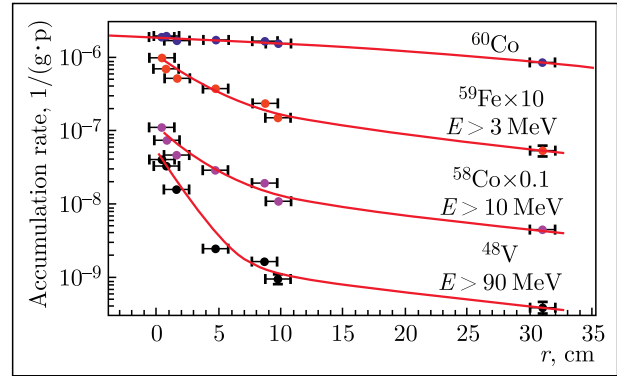


Рис. 7. Радиальное распределение темпов накопления нейтронов после пятой секции установки «Квинта» для ^{60}Co , ^{59}Fe , ^{58}Co и ^{48}V

УЧАСТИЕ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ В ДРУГИХ УСКОРИТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРАХ

Эксперименты в ЦЕРН на LHC

ALICE. Новые результаты по трехмерному анализу фемтоскопических корреляций пар каонов, рожденных в Pb–Pb-столкновениях при 2,76 ТэВ (на пару нуклонов), сравнивались с результатами для заряженных пионов и с предсказанием гидрокинетической модели (НКМ). Рис. 8 показывает зависимости от поперечной массы (m_T) трех компонент (R_{out} , R_{site} , R_{long}) радиуса источника эмиссии каонов и пионов для центральных событий. Модель НКМ с перерассеяниями частиц хорошо описывает каонные данные и большую часть пионных результатов. Отклонение от идеального m_T -скейлинга (радиусы для каонов систематически выше пионных) объясняется в

модели существенным поперечным потоком и фазой перерассеяния.

Также были опубликованы результаты одномерного фемтоскопического анализа заряженных каонов, полученных группой ОИЯИ; проведено сравнение с результатами, полученными для нейтральных каонов, пионов, протонов и антипротонов [3, 4]. Основные результаты проведенного анализа:

- фемтоскопические инвариантные радиусы (R_{inv}) для каонов и протонов показывают m_T -скейлинг в согласии с предсказанием гидродинамики, предполагающей коллективные потоки;
- наблюдаемое отклонение от скейлинга для пионов может быть следствием увеличе-

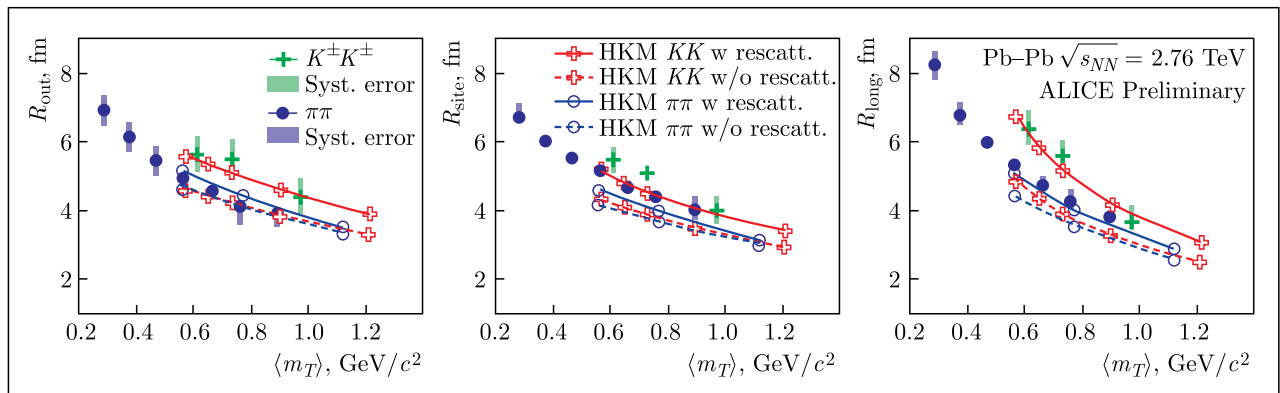


Рис. 8. Три компонента (R_{out} , R_{site} , R_{long}) радиуса источника эмиссии каонов и пионов в зависимости от m_T для Pb–Pb центральных событий. Результаты НКМ-модели показаны для сравнения

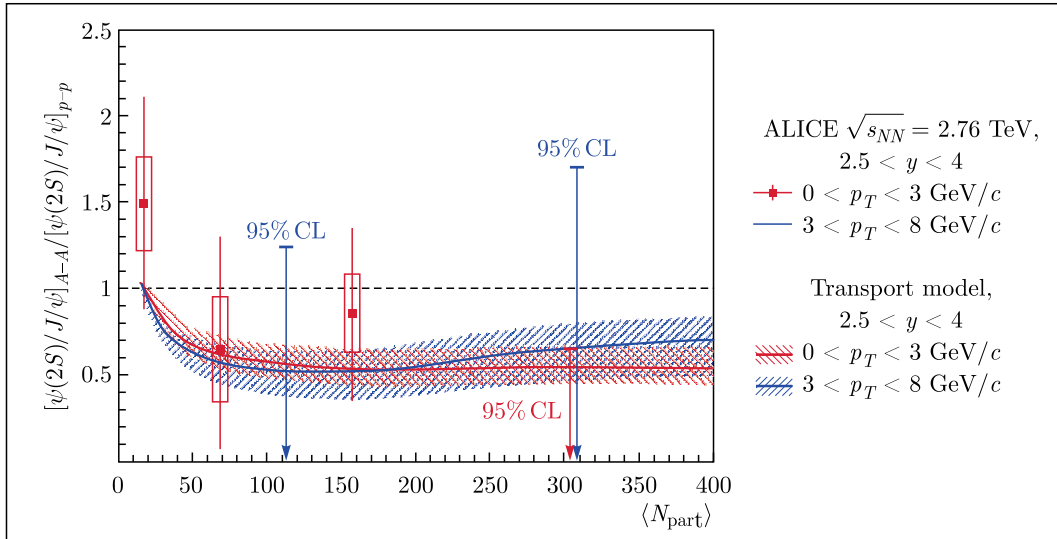


Рис. 9. Двойное отношение между $\psi(2S)$ и J/ψ в зависимости от $\langle N_{\text{part}} \rangle$ для Pb–Pb- и p – p -столкновений при энергии 2,76 ТэВ

ния лоренц-фактора с уменьшением массы частицы при переходе в систему покоя пары;

- предсказания НКМ-модели для R_{inv} хорошо согласуются с наблюдениями.

В 2015 г. были опубликованы полученные при участии группы ОИЯИ новые результаты инклюзивного J/ψ - и первые результаты $\psi(2S)$ -рождения в Pb–Pb-столкновениях при энергии 2,76 ТэВ [5].

Рис. 9 показывает результат ALICE по двойному отношению $([\psi(2S)/J/\psi]_{\text{Pb-Pb}} / [\psi(2S)/J/\psi]_{pp})$, измеренному между выходами $\psi(2S)$ и J/ψ при $(s_{NN})^{1/2} = 2,76$ ТэВ в Pb–Pb- и p – p -столкновениях для двух интервалов p_T и в зависимости от центральности Pb–Pb-столкновений, выраженной через среднее число участвующих нуклонов $\langle N_{\text{part}} \rangle$. Из-за малой статистики по $\psi(2S)$ показаны только пределы для 95% доверительного уровня при наибольших значениях p_T ($3 < p_T < 8$ ГэВ/с).

ATLAS. Работа группы ОИЯИ ATLAS в 2015 г. велась в нескольких направлениях: анализ экспериментальных данных с установки ATLAS; моделирование деградации адронного жидкоаргонового калориметра ATLAS при высокой светимости LHC; проведение радиационных испытаний на реакторе ИБР-2М в рамках проекта модернизации детектора ATLAS.

Продолжался анализ экспериментальных данных с установки ATLAS с целью поиска процессов ассоциативного рождения бозона Хиггса и W/Z -бозона. Отношение наблюдаемого и ожидаемого в Стандартной моде-

ли (СМ) выходов событий оказалось равным $0,74 \pm 0,09$ (стат.) $\pm 0,14$ (сист.).

CMS. В 2015 г. группа ОИЯИ в эксперименте CMS принимала участие в получении, обработке и анализе данных сеанса LHC, проводимого на встречных пучках протонов при энергии 13 ТэВ в с.ц.м. при светимостях до $4 \cdot 10^{33} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$.

Анализировались данные сеанса, набранные как при нулевом магнитном поле, так и при его номинальном значении. На первых данных, полученных с магнитным полем, на статистике, соответствующей интегральной светимости $\sim 2 \text{ фб}^{-1}$, проведены измерения спектра инвариантных масс событий с парой мюонов. Получено хорошее согласие результатов измерений и предсказаний СМ с учетом различных фоновых процессов [6, 7].

Эксперименты в ЦЕРН на SPS

COMPASS. В 2015 г. на экспериментальной установке COMPASS набирались данные по регистрации процессов Дрелла–Яна во взаимодействии пучка пионов с энергией 160 ГэВ с поляризованной водородной мишенью. Ведется анализ данных.

В 2015 г. коллаборация COMPASS представила результат по измерению поляризуемости пиона. Целью работы была проверка киральной пертурбативной теории (КПТ) сильного взаимодействия, предсказывающей значения электрической и магнитной поляризуемостей для заряженного пиона: $\alpha_\pi = (2,9 \pm 0,5) \cdot 10^{-4} \text{ фм}^3$ и $\beta_\pi = (-2,8 \pm 0,5) \times 10^{-4} \text{ фм}^3$ соответственно [8].

Измерения проводились на пучках пионов и мюонов. Последний использовался для изучения и контроля различных систематических эффектов. На рис. 10 показано отношение измеренного энергетического спектра испущенных фотонов к ожидаемому для точечной частицы: сверху — для пионов, на статистике в 63 000 событий, внизу — для мюонов. Величина x_γ является отношением энергии испущенного фотона к энергии пучка. Отклонение данного отношения для пиона от константы в области больших значений энергий соответствует значению поляризуемостей пиона: $\alpha_\pi = -\beta_\pi = (2,0 \pm 0,6_{\text{стат.}} \pm 0,7_{\text{сист.}}) \cdot 10^{-4} \text{ фм}^3$ (в предположении $\alpha_\pi + \beta_\pi = 0$) [9]. Этот результат находится в хорошем согласии с предсказанием КПТ.

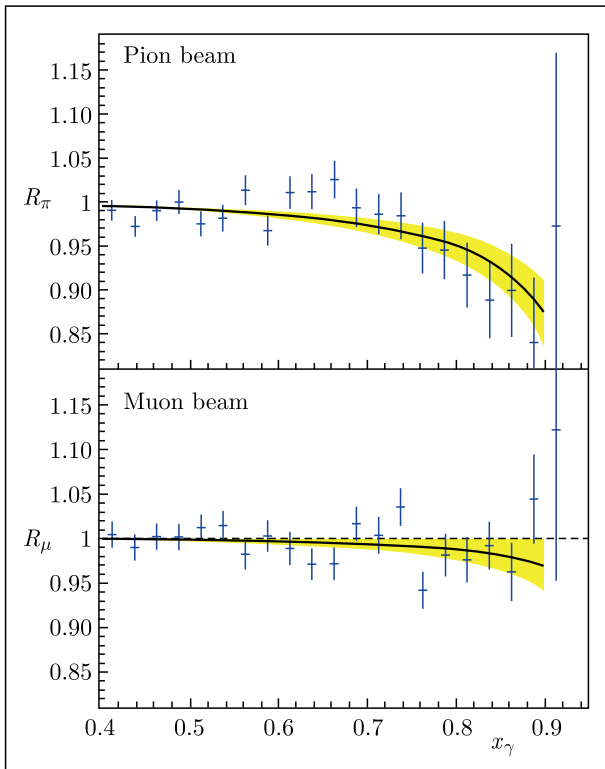


Рис. 10. Отношение измеренного энергетического спектра испущенных фотонов к ожидаемому для точечной частицы пиона в зависимости от x_γ

Существенный вклад сотрудники группы ОИЯИ внесли в получение новых результатов по измерению спиновой асимметрии A_1^p и структурной функции g_1^p . Анализировались данные, набранные в 2011 г. во взаимодействии пучка поляризованных мюонов с энергией 200 ГэВ с продольно поляризованной NH_3 -мишенью, и данные 2007 г., полученные для пучка с энергией 160 ГэВ. В области бьеркеновского $x \leq 0,02$ статистическая точ-

ность $g_1(x)$ была увеличена почти в два раза [7]. Кроме того, был выполнен КХД-анализ, построен фит мировых данных на $g_1(x)$ в следующем к лидирующему порядку и определена величина вклада кварков в спин нуклона. Полученное значение $\Delta\Sigma$ находится в интервале от 0,26 до 0,36. Неопределенность $\Delta\Sigma$ в основном связана с неопределенностью знания глюонных спин-зависимых распределений. Также была проведена новая оценка правила сумм Бьеркена, основанная на результатах COMPASS по несинглетной структурной функции $g_1^{\text{NS}}(x, Q^2)$. Получено значение отношения аксиальной и векторной констант связи $|g_A/g_V| = 1,22 \pm 0,05$ (стат.) $\pm 0,10$ (сист.), которое подтверждает правило сумм с точностью на уровне 9%.

NA62/NA48-2. Основные результаты группы ОИЯИ, полученные при анализе данных эксперимента NA48/2.

• По данным эксперимента NA48/2 выполнен поиск гипотетического калибровочного бозона (темного фотона) с априорно неизвестными массой и параметром смешивания ϵ , который появляется в скрытом секторе с дополнительной калибровочной симметрией $U(1)$. Параметр смешивания определяет взаимодействие темного фотона с видимым сектором. Ожидается, что основной модой распада темного фотона является распад на e^+e^- -пару. Анализ данных для инвариантной массы системы e^+e^- в диапазоне от 10 до 125 МэВ/ c^2 , проведенный по цепи распадов $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0$ с последующим распадом π^0 на γe^+e^- в конеч-

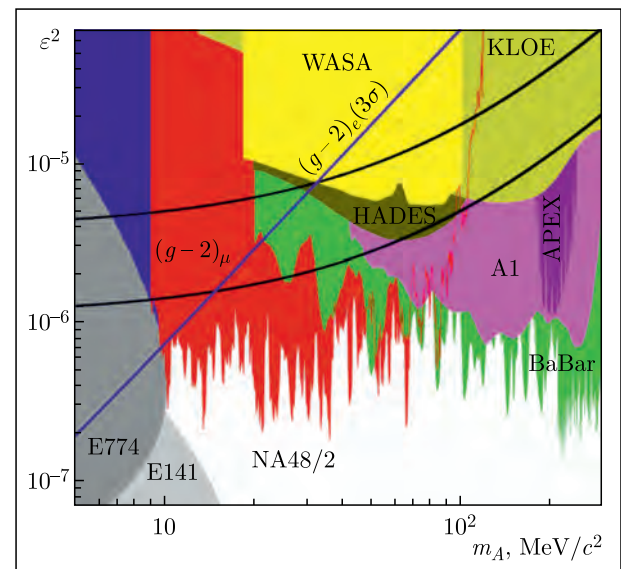


Рис. 11. Ограничения на параметр смешивания (ϵ^2) и массу (m_A) для темного фотона. Красная область соответствует расчетам NA48/2

ном состоянии, показал отсутствие существенного сигнала. В результате был значительно уточнен верхний предел на вероятность рождения темного фотона, с 90%-м уровнем достоверности, в диапазоне возможной массы 10–60 МэВ/с² [10] (рис. 11).

- Продолжалось исследование ранее не наблюдаемого редкого распада $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0 e^+ e^-$. Предварительное значение измерения парциальной ширины распада составляет $\text{Br}(\pi^\pm \pi^0 e^+ e^-) = (4,06 \pm 0,17) \cdot 10^{-6}$.

- Эксперимент NA62 в ЦЕРН посвящен изучению сверхредкого распада заряженного каона на заряженный пион, нейтрино и антинейтрино. В нем ОИЯИ, в сотрудничестве с ЦЕРН, отвечал за разработку и создание трековых камер — строу-детекторов для магнитного спектрометра, работающих в вакууме, а также за создание соответствующего программного обеспечения для моделирования и реконструкции событий в спектрометре. Работа успешно выполнена. В 2015 г. состоялся первый сеанс по набору данных, в котором группа ОИЯИ отвечала за систему контроля питания строу-детекторов.

NA61/SHINE. В течение 2015 г. группа ЛФВЭ, участвующая в эксперименте NA61/49, выполняла обязательства по обслуживанию времяпролетного детектора установки во время набора данных, занималась разработкой программного обеспечения и анализом экспериментальных данных.

В феврале–апреле 2015 г. в ходе сеанса были набраны данные по Ag–Sc-столкновениям при энергии 13, 19, 30, 40, 75 и

150 АГэВ/с. Эти данные завершили энергетическое сканирование взаимодействий Ag–Sc.

В настоящее время главной целью программы энергетического сканирования в эксперименте NA61 является поиск критической точки (Critical End Point — CEP) ядерной материи [11, 12]. Графическое представление статуса поиска критической точки в эксперименте NA61/SHINE показано на рис. 12.

Анализ флуктуаций поперечных импульсов в Be–Be- и p – p -взаимодействиях не показывает структуры, которая могла бы соответствовать критической точке. Результаты взаимодействий Be–Be близки к результатам неупругих p – p -взаимодействий. Данные по Ag–Sc-взаимодействиям находятся в процессе анализа.

Эксперименты на RHIC, BNL

STAR. В 2015 г. коллаборация STAR выполнила первые измерения функции корреляции системы $\Lambda\Lambda$ в Au–Au-столкновениях при $\sqrt{s_{NN}} = 200$ ГэВ [13]. Эти измерения важны для понимания гиперон-гиперонных взаимодействий, которые используются как начальные данные для описания барион-барионного взаимодействия, а также для изучения уравнения состояния нейтронных звезд. $\Lambda\Lambda$ -взаимодействие тесно связано с существованием H -дибариона, экзотического адрона, поиск которого ведется наиболее активно в ядерных столкновениях.

В 2015 г. группа ОИЯИ в STAR представила результаты исследований корреляционной функции системы из двух антипротонов [14].

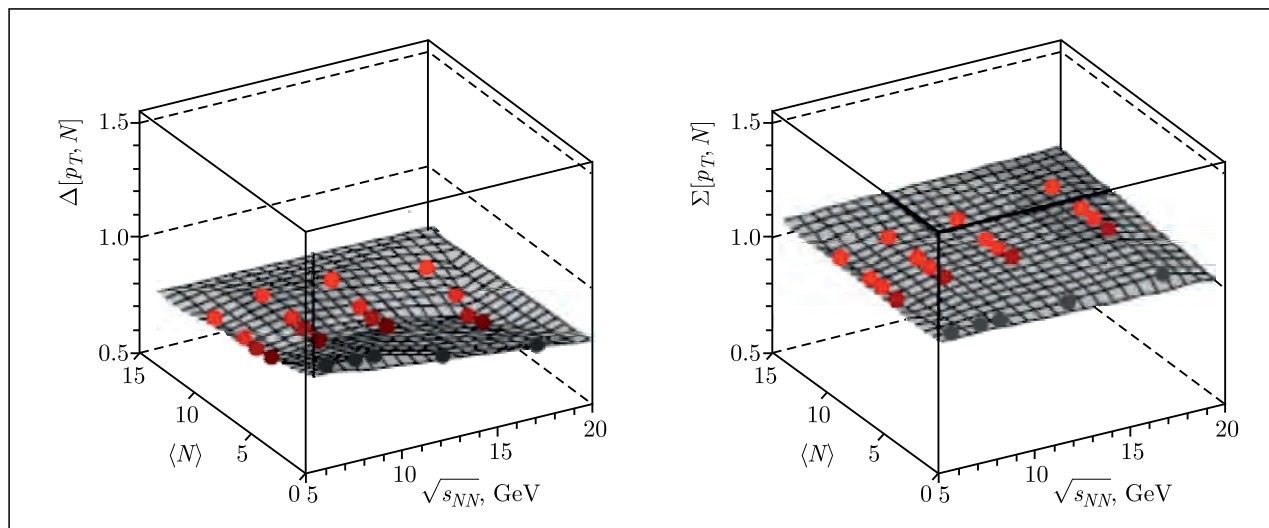


Рис. 12. Графическое представление статуса поиска критической точки в эксперименте NA61/SHINE. Поперечный импульс и многочисленные флуктуации не показывают критическую точку

Полученные результаты дают информацию о ядерных силах между антипротонами и представляют измерение величин двух ключевых параметров, характеризующих сильное взаимодействие, — длины рассеяния (f_0) и эффективной области взаимодействия (d_0) — фундаментальную информацию, необходимую для понимания структуры и свойств антиядер.

Эксперимент на FAIR

СВМ. В рамках проекта СВМ в 2015 г. выполнены следующие работы:

- продолжалась подготовка технической документации на сверхпроводящий дипольный магнит установки СВМ. Изготовлены чертежи основных узлов магнита в стандартах ГОСТ и ISO, необходимые для проведения тендеров с российскими и зарубежными компаниями;

- состоялся физический пуск участка сборки модулей и STS-супермодулей кремниевых детекторов для экспериментов VM@N (предполагаемый ввод в эксплуатацию в 2019 г.), СВМ (2021 г.) и MPD со всеми вспомогательными помещениями.

СОБЫТИЯ

Международная конференция «Странность в кварковой материи»

6 июля 2015 г. в ЛФВЭ им. В. И. Векслера и А. М. Балдина открылась 15-я Международная конференция «Странность в кварковой материи». Тематика конференции — странность и рождение тяжелых кварков в столкновениях тяжелых ионов. На конференции обсуждались новые экспериментальные и теоретические разработки, роль странных и тяжелых кварков в протон-протонных и ион-ионных столкновениях, а также в астрофизических явлениях. Были представлены новые результаты, полученные на LHC, RHIC и других ускорителях.

Международное совещание по адронной структуре и спектроскопии

18–20 мая 2015 г. в Суздале состоялось ежегодное международное рабочее совещание по адронной структуре и спектроскопии. В качестве организаторов выступили коллаборация COMPASS-II (ЦЕРН) и Объединенный институт ядерных исследований.

В работе совещания приняли участие 80 физиков из России, Европы, Азии и Америки. В течение трех дней было заслушано двадцать шесть обзорных докладов.

Широкое обсуждение проблем и задач в области адронной структуры открылось несколькими докладами ведущих физиков-теоретиков: А. Дешпанде (США), А. Бачетта (Италия), Ю. Хатта (Киото, Япония) и М. Дека (ОИЯИ). Далее коллаборацией COMPASS были представлены результаты по исследованиям поперечной спиновой структуры нуклонов (А. Мартин, Италия) и по адронной спектроскопии (С. Пауль, Германия).

Совещание «Перспективы экспериментальных исследований на пучках нуклотрона»

Третье совещание, посвященное теме «Перспективы экспериментальных исследований на пучках нуклотрона», было проведено 8–9 сентября 2015 г. в ЛФВЭ. Обсуждалось текущее состояние и будущее нуклотрона, который предоставляет уникальные возможности для исследований в релятивистских ионных пучках в кинетическом диапазоне энергий от сотен МэВ до нескольких ГэВ на нуклон. Дирекция ОИЯИ, представители стран-участниц, дирекции ЛФВЭ и руководители экспериментов подписали протокол о политике реализации научной программы и эффективного использования пучкового времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Terekhin A. A. *et al.* Study of the dp -Elastic Scattering at 2 GeV // Phys. Part. Nucl. Lett. 2015. V. 12. P. 695.
2. Asquith N. L. *et al.* Study of $^{232}\text{Th}(n, \gamma)$ and $^{232}\text{Th}(n, f)$ Reaction Rates in a Graphite Moderated Spallation Neutron Field Produced by 1.6 GeV Deuterons on Lead Target // Nucl. Instr. Meth. B. 2015. V. 344. P. 51–58.
3. Adam J. *et al.* (ALICE Collab.). One-Dimensional Pion, Kaon, and Proton Femtoscopy in Pb–Pb Collisions at $(s_{NN})^{1/2} = 2.76$ TeV. arXiv:1506.07884. 2015.
4. Rogochaya E. Bose–Einstein Correlations of Charged and Neutral Kaons in p – p and Pb–Pb

- Collisions with ALICE Experiment at the LHC // ICNFP2015, Crete, 2015.
5. *Adam J. et al. (ALICE Collab.)*. Differential Studies of Inclusive J/ψ and $\psi(2S)$ Production at Forward Rapidity in Pb–Pb Collisions at $(s_{NN})^{1/2} = 2.76$ TeV. arXiv:1506.08804[nucl-ex]. 2015.
 6. *CMS Collab.* Search Strategy for High-Mass Resonances Decaying to Muon Pairs at 13 TeV in Preparation of the Run2. CMS AN-2015/061. 2015.
 7. *CMS Collab.* Search for High-Mass Resonances Decaying to Muon Pairs in pp Collisions at 13 TeV. CMS AN-2015/223. 2015.
 8. *Gasser J., Ivanov M.A., Sainio M.E.* Revisiting $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-$ at Low Energies // Nucl. Phys. B. 2006. V. 745. P. 84.
 9. *Adolph C. et al. (COMPASS Collab.)* // Phys. Rev. Lett. 2015. V. 114. P. 062002.
 10. *Batley J.R. et al. (NA48/2 Collab.)*. Search for the Dark Photon in π^0 Decays // Phys. Lett. B. 2015. V. 746. P. 178.
 11. *Turko L. for the NA61 Collab.* Search for the Critical Point of the Strongly Interacting Matter at the CERN SPS NA61/Shine Experiment // J. Phys. Conf. Ser. 2015. V. 623, No. 1. P. 012027.
 12. *Anticic T. et al.* Measurement of Event-by-Event Transverse Momentum and Multiplicity Fluctuations Using Strongly Intensive Measure $\Delta[p_T, N]$ and $\Sigma[p_T, N]$ in Nucleus–Nucleus Collisions at the CERN Super Proton Synchrotron // Phys. Rev. C (in press).
 13. *STAR Collab.* The First High Statistics Measurement of $\Lambda\Lambda$ Correlation // Phys. Rev. Lett. 2015. V. 114. P. 022301.
 14. *STAR Collab.* Observation of Interaction between Anti-Nucleons // Nature. 2015 (submitted).



ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ ИМ. В. П. ДЖЕЛЕПОВА

ФИЗИКА НЕЙТРИНО И РЕДКИХ ПРОЦЕССОВ, АСТРОФИЗИКА

Наиболее важным результатом эксперимента «Байкал» в 2015 г. является развертывание первого кластера в составе 8 гирлянд (192 оптических модуля) нейтринного телескопа кубокилометрового класса (проект GVD). Начат сбор данных и накопление статистики событий. Этот первый кластер, который начал работу 30 марта, получил собственное имя «Дубна». В процессе работ по сборке кластера были подтверждены расчетные темпы монтажа (1, а в дальнейшем 2 кластера в год), что позволит закончить создание детектора в предусмотренные проектом сроки. В течение 2015 г. в ОИЯИ были созданы производственные мощности для ежегодного изготовления 300–600 оптических модулей, чего должно быть достаточно для обеспечения всех потребностей эксперимента, а именно — создания за экспедиционный сезон одного (а в дальнейшем — двух) кластеров увеличенной высоты. Помимо собственно изготовления, работа модулей будет проверяться в составе секции из 12 оптических модулей — минимальной единицы системы сбора данных — на специально созданных для этого стендах. Проведена работа по подготовке нового управляющего центра Байкальского нейтринного телескопа: изготовлены системы электроснабжения, управления, первичной обработки и хранения данных, вписанные в габариты транспортных контейнеров. Они будут доставлены на озеро Байкал и введены в действие в течение следующей экспедиции.

В 2015 г. группой ЛЯП в составе коллаборации **Daya Bay** после обновления энергетической модели эксперимента были

уточнены значения осцилляционных параметров θ_{13} и Δm_{ee}^2 : $\sin^2 2\theta_{13} = 0,084 \pm 0,005$, $\Delta m_{ee}^2 = (2,44 \pm 0,11) \cdot 10^{-3} \text{ эВ}^2$ [1]. На основе данных, набранных только на ближних детекторах в эксперименте «Daya Bay», были измерены поток и спектр реакторных электронных антинейтрино. Как и в других реакторных экспериментах, в «Daya Bay» наблюдается общий дефицит потока антинейтрино 5,4% [2] относительно модели спектров антинейтрино Huber + Mueller. 9 ноября 2015 г. было объявлено, что коллаборация «Daya Bay» разделила самую крупную премию в науке Breakthrough Prize 2016 в области фундаментальной физики «за открытие и исследование нейтринных осцилляций». Со стороны ОИЯИ премию получили: М. О. Гончар, Ю. А. Горнушкин, Д. В. Наумов, И. Б. Немченко, А. Г. Ольшевский, Е. А. Якушев, В. А. Матвеев и Б. А. Попов.

В рамках подготовки эксперимента **JUNO** в ОИЯИ было разработано техническое задание, проведены: проектирование, изготовление и монтаж системы токовой коррекции магнитного поля Земли в лаборатории испытания фотоумножителей (ФЭУ). Проведено несколько циклов измерений магнитного поля, и выполнена оптимизация величин токов в обмотках коррекции. В месте расположения ФЭУ начальное значение поля Земли 0,45 Гс скорректировано до значений 0,02–0,03 Гс, что позволяет проводить испытания ФЭУ без деградации их чувствительности.

В 2015 г. дубненская группа проекта **Borexino** принимала активное участие в физическом анализе накопленных данных в соста-

ве рабочих групп «антинейтрино», «солнечные pp -нейтрино» и «физика редких процессов». В 2015 г. по полученным данным с детектора «Борексина» опубликованы новые результаты по измерению потока геонейтрино [3]. Измерение потока геонейтрино произведено на статистике 2056 сут, наблюдаемый сигнал от геонейтрино находится в согласии с ожидаемым для большинства геофизических моделей. Вероятность отсутствия вклада от геонейтрино в наблюдаемом спектре ничтожно мала и составляет $3,6 \cdot 10^{-9}$. При этом впервые в истории наблюдения геонейтрино с определенной долей вероятности (98 %) можно утверждать, что геонейтринный сигнал имеет ненулевой вклад от мантии. Вторым важным результатом — это лучшее ограничение на время жизни электрона по отношению к распаду с нарушением электрического заряда $e \rightarrow \nu + \gamma$ [4]. Полученный нижний предел на время жизни электрона $\tau \geq 6,6 \cdot 10^{28}$ лет на два порядка превышает предыдущий результат для данной моды распада.

В рамках эксперимента **NOvA** были измерены следующие параметры осцилляций: $\sin^2 \theta_{23} = 0,51 \pm 0,10$, $\Delta m_{32}^2 = (2,37_{-0,15}^{+0,16}) \times 10^{-3}$ эВ² (NH), $\Delta m_{32}^2 = (-2,40_{-0,17}^{+0,14}) \times 10^{-3}$ эВ² (IH) [5]. В 2015 г. в ЛЯП ОИЯИ был создан стенд для проверки и измерения параметров электроники, а также введен в эксплуатацию центр удаленного контроля (ROC-Dubna), позволяющий контролировать работу и управлять экспериментом из Дубны. Был проведен анализ систематических ошибок эксперимента, а также разработано программное обеспечение для регистрации в детекторе сигнала от сверхновой.

В эксперименте **OPERA** коллаборация, продолжая анализ данных, набор которых закончился в конце 2012 г., обнаружила пятое событие взаимодействия τ -нейтрино. С учетом ожидаемого фона в 0,25 события статистическая значимость свидетельства нейтринных осцилляций $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ составила $5,1\sigma$ [6]. Таким образом, главная задача эксперимента — доказательство существования этого типа осцилляций, ответственных за дефицит атмосферных мюонных нейтрино, путем прямого обнаружения τ -нейтрино в пучке — успешно выполнена. Также в 2015 г. опубликованы новые ограничения на существование стерильных нейтрино и их вклад в осцилляции $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$. При определяющем участии группы ЛЯП ОИЯИ продолжается анализ осцилля-

ций $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ на полной статистике событий. В настоящее время найдено 53 события [7].

Основной целью эксперимента **NEMO-3**, в котором осуществлялся набор данных с 2003 по 2010 г., являлся поиск безнейтринного двойного β -распада. Уникальная методика NEMO-3 дает возможность полностью восстанавливать кинематику событий, что позволяет существенно уменьшить фоны и исследовать механизмы мод двойного β -распада. За время измерений 4,96 эффективных лет для 6,91 кг ^{100}Mo не было найдено событий $0\nu\beta\beta$ -распада и было определено ограничение на период полураспада ^{100}Mo для механизма обмена легким майорановским нейтрино $T_{1/2}(0\nu\beta\beta) > 1,1 \cdot 10^{24}$ лет (90 %-й CL). Это соответствует эффективной майорановской массе нейтрино в диапазоне $|m_{\beta\beta}| < 0,33\text{--}0,62$ эВ в зависимости от используемой величины ядерного матричного элемента [8]. Результат NEMO-3 сравним с наилучшими имеющимися экспериментальными ограничениями.

В 2015 г. основные работы группы ЛЯП в составе эксперимента **EDELWEISS** были связаны со сборкой, отладкой и пуском установки, с установкой и тестированием новых детекторов, наладкой электроники, а также с моделированием детекторов, экспериментальным изучением фона и анализом данных. В 2015 г. обнародованы (конференция TAUP-2015) первые результаты, полученные в ходе третьей фазы эксперимента EDELWEISS. Результат, основанный на статистических данных в 582 кг·сут чувствительного объема, является улучшением на фактор 40 результата предыдущей фазы эксперимента EDELWEISS-II для WIMP массой 7 ГэВ/ c^2 . Уже первые результаты, полученные в EDELWEISS-III, полностью закрывают области предположительной регистрации частиц темной материи в ряде других экспериментов. Ограничение на сечение взаимодействия WIMP–нуклон позволило проверить положительные результаты, полученные с тем же ядром (Ge) в эксперименте CoGeNT.

Целью проекта **νGeN** является детектирование когерентного рассеяния нейтрино при помощи низкороговых HPGe-детекторов, разработанных в ЛЯП ОИЯИ (Дубна) в коллаборации с BSI (Рига) [9]. Эксперимент будет проводиться на Калининской атомной станции (КАЭС). В рамках проекта ведутся исследования и создаются низкороговые полупроводниковые детекторы из различных ма-

териалов (HPGe, CZT, SiC) с целью производства новых детекторов с энергетическим порогом ~ 200 эВ и ниже, что откроет перспективу изучения когерентного рассеяния нейтрино на ядрах в деталях.

В 2015 г. работы были сконцентрированы на создании криостата ν GeN с четырьмя HPGe-детекторами (масса каждого порядка 400 г). Созданный после проведения отбора радиоактивно чистых материалов криостат ν GeN был доставлен в подземную лабораторию LSM в августе 2015 г. Были проведены исследования характеристик HPGe-детекторов и собственного фона криостата. Получены характеристики детекторов (энергетическое разрешение, порог регистрации, чувствительность, стабильность и т. д.), энергетические пороги и индексы фона сравнимы с лучшими мировыми результатами. В дальнейшем использование техники отбора по форме импульса, пассивной нейтронной защиты, активной NaI-защиты позволит еще понизить как фон, так и энергетический порог. После окончания тестов криостат ν GeN был доставлен в Дубну (декабрь 2015 г.).

Эксперимент **GERDA** нацелен на поиск безнейтринного двойного β -распада ($0\nu\beta\beta$) ^{76}Ge . В 2015 г. получены и опубликованы новые пределы на время жизни по безнейтринному двойному β -распаду ^{76}Ge на возбужденные уровни дочернего ядра ^{76}Se $T_{1/2}(0^+ \rightarrow 0_1^+) > 1,5 \cdot 10^{24}$ лет, $T_{1/2}(0^+ \rightarrow 2_1^+) > 0,9 \cdot 10^{24}$ лет (90 %-й CL) [10] и двухнейтринному двойному β -распаду $T_{1/2}(0^+ \rightarrow 0_1^+) > 3,7 \cdot 10^{23}$ лет, $T_{1/2}(0^+ \rightarrow 2_1^+) > 1,6 \cdot 10^{23}$ лет (90 %-й CL) [11]. Эти результаты почти в 100 раз превышают полученные ранее ограничения и исключают несколько теоретических моделей. Из дополнительного анализа данных GERDA Phase I также получены но-

вые ограничения на параметры возможного $\beta\beta$ -распада с испусканием майорона: предел на $T_{1/2}(0\nu\chi)(n=1) > 4,2 \cdot 10^{23}$ лет, а также пределы по другим майоронным модам являются пока наиболее строгими ограничениями [12]. В 2015 г. проводилась интенсивная подготовка и начат запуск 2-й фазы эксперимента (GERDA Phase II). Целью является двукратное увеличение массы детекторов и снижение уровня фона еще на один порядок величины.

В 2015 г. проводилась разработка конструкторской документации и начато изготовление опытного образца гамма-телескопа №0 в рамках эксперимента **TAIGA**. На основе программы CORSIKA проведено моделирование методом Монте-Карло телескопа совместно с широкоугольными черенковскими детекторами HiSCORE. В начале 2016 г. предполагается завершить изготовление гамма-телескопа №0 и провести его испытания в ОИЯИ. Затем телескоп будет перевезен и смонтирован на площадке эксперимента в долине Тунка, а также начаты измерения. Кроме того, предполагается изготовление в ОИЯИ гамма-телескопа №1.

26 декабря 2014 г. в рамках эксперимента **NUCLEON** проведен запуск детектора в составе спутника «Ресурс-П» №2; срок набора данных на орбите — 3–5 лет. После проведения летных испытаний детектор начал набор данных о спектре и составе космических ливней в области 10^{11} – 10^{15} эВ.

В 2015 г. проводились заключительные комплексные испытания аппаратуры **TUS** в составе космической платформы в космическом центре НИИЭМ (Москва). Запуск детектора TUS на орбиту спутника Земли предполагается весной 2016 г. в составе спутника «Михаил Ломоносов»; набор данных будет производиться в течение 3–5 лет.

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Группой сотрудников ОИЯИ в рамках эксперимента **ATLAS** проведены исследования по поиску тяжелых нейтральных резонансов в мюонном канале распада. Показано, что рассматриваемые модели резонансов исключены при значениях их масс ниже 2,5–3 ТэВ. Исследована возможность инклюзивного поиска суперсимметричных частиц глюино и скварков первого и второго поколений. Для того чтобы отделить собы-

тия рождения SUSY-частиц от фона Стандартной модели, в исследованиях используются такие критерии отбора, как большое значение потерянной поперечной энергии из-за присутствия легкой SUSY-частицы или нейтрино, большое количество высокоэнергетичных адронных струй и большое значение поперечной энергии в событии. Никаких отклонений от Стандартной модели обнаружено не было [13].

Впервые на LHC был исследован распад $\Lambda_b^0 \rightarrow \psi(2S)\Lambda^0$, а также измерено отношение вероятностей распада $\Lambda_b^0 \rightarrow \psi(2S)\Lambda^0$ к $\Lambda_b^0 \rightarrow J/\psi\Lambda^0$. Мезоны $J/\psi X$ и $\psi(2S)X$ восстанавливаются в распадах на мюонную пару, в то время как распад $\Lambda^0 \rightarrow p\pi^-$ используется для восстановления Λ^0 -бариона. Измеренное значение отношения вероятностей распада

$$\begin{aligned} \Gamma(\Lambda_b^0 \rightarrow \psi(2S)\Lambda^0)/\Gamma(\Lambda_b^0 \rightarrow J/\psi\Lambda^0) = \\ = 0,501 \pm 0,033 \text{ (стат.)} \pm \\ \pm 0,016 \text{ (сист.)} \pm 0,011(B) \end{aligned}$$

согласуется с отношением вероятностей распада для B -мезонов, измеренным в пределах 0,5–0,8. Единственное теоретическое предсказание для отношения рассматриваемых распадов ($0,8 \pm 0,1$) превышает измеренное значение [14].

Проект **SANC** включает теоретические предсказания для многих 3- и 4-частичных процессов Стандартной модели на однопетлевом уровне точности (QCD и EW NLO). Важнейшим результатом за 2015 г. является работа по внедрению поправок высших порядков в интегратор и генератор MCSANC для процессов одиночного W - и Z -рождения типа Дрелла–Яна. Одновременно с этим начата работа по расчету и внедрению подпроцессов с обратными фотонами и глюонами в интегратор MCSANC для процессов: ZH , $ud \rightarrow WH$, $ud \rightarrow tb$ (s -канал) и $bd \rightarrow tu$ (t -канал) [15].

В рамках проектов **CDF** и **Mu2e** основными результатами 2015 г. были завершение обработки данных по измерению массы топ-кварка на полной статистике эксперимента CDF в дилептонной моде, испытания кристаллов LYSO и CsI (чистый) на электронных пучках ускорителей во Фраскати (Италия), Ереване и Дубне, работы по визуализации системы сбора данных эксперимента «Муон $g-2$ ».

Дилептонный канал распада характеризуется низким фоном и неполной информацией для реконструкции события из-за двух нейтрино от W -бозонов. Это делает невозможным провести корректировку энергий адронных струй в отличие от каналов, в которых W -бозон распадается адронным образом. Для компенсации этой особенности был оптимизирован «шаблонный» метод для дилептонного канала, который использует «гибридную» переменную, чувствительную к массе топ-кварка. Полученное значение массы топ-кварка ($171,46 \pm 3,15$) ГэВ/ c^2 является наиболее точным результатом CDF в данной моде распада

и хорошо согласуется с мировым средним значением ($173,34 \pm 0,76$) ГэВ/ c^2 [16].

Ведутся работы по выбору типа кристалла (LYSO, BaF2 или CsI) для калориметра Mu2e. Кристаллы типа LYSO изучались с применением гамма-источников и электронных пучков. Измерения выполнены на электронном пучке Beam Test Facility (BTF) во Фраскати (Италия) в диапазоне энергий пучка от 100 до 400 МэВ. Результат показал, что временное разрешение калориметра составляет (162 ± 3) пс для 100-МэВ сигнальных электронов эксперимента «Mu2e». Также матрица из 9 кристаллов CsI протестирована на электронном пучке ереванского ускорителя ЛЭУ-75. Получено хорошее энергетическое разрешение $\sigma/E = 8,2\%$.

В 2015 г. в эксперименте **BES-III** были продолжены исследования чармонийподобных резонансов. В реакции $e^+e^- \rightarrow \pi^0\pi^0 J/\psi$ была обнаружена нейтральная частица $Z_c^0(3900)$, которая предположительно является изоспиновым партнером заряженного состояния $Z_c^\pm(3900)$. Около порога рождения DD^* в реакции $e^+e^- \rightarrow (DD^*)\pi^0$ была найдена нейтральная структура $Z_c^0(3885)$, которая предположительно является изоспиновым партнером заряженного состояния $Z_c^\pm(3885)$. Таким образом, все известные к настоящему времени экзотические состояния Z_c формируют 4 изоспиновых триплета с массами 3885, 3900, 4020 и 4025 ГэВ [17, 18].

Впервые выполнено абсолютное измерение относительной вероятности полулептонного распада $\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda e^+\nu_e$ при энергии аннигиляции 4,599 ГэВ (выше порога $\Lambda_c^+\Lambda_c^-$). Полученное значение более чем вдвое выше существующей точности. Измеренное значение относительной вероятности распада $B(\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda e^+\nu_e) = (3,63 \pm 0,38 \text{ (стат.)} \pm \pm 0,20 \text{ (сист.)})$ [19].

Резонанс $X(3823)$ был обнаружен в реакции $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-X(3823) \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma\chi_{c1}$ со статистической значимостью $6,2\sigma$. Измерена масса данного резонанса, равная ($3821,7 \pm 1,3 \pm 0,7$) МэВ, и установлен предел на ширину, равный 16 МэВ (90 %-й CL). Полученные результаты согласуются с данными BELLE и подтверждают предположение об интерпретации $X(3823)$ в качестве состояния $\psi(1^3D_2)$ [20].

В сеансах набора статистики в эксперименте **PEN** было зарегистрировано около $2,3 \cdot 10^7$ распадов $\pi^+ \rightarrow e^+\nu$ и более $1,5 \cdot 10^8$ распадов $\pi \rightarrow \mu \rightarrow e$, а также большое

количество радиационных распадов мюонов и пионов. В настоящее время проводится комплексный анализ этих данных методом максимального правдоподобия с использованием слепой идентификации для определения нового экспериментального значения $R_{e/\mu}^\pi$. Ожидаемая точность измерения вероятности распада $5 \cdot 10^{-4}$. Первые результаты обработки планируется получить в 2016 г. Полная обработка данных по $\pi^+ \rightarrow e^+\nu$ позволит получить ограничение на $F_V - F_A$ из SD-структурно-зависимой амплитуды, а из данных по $\mu \rightarrow e\nu\nu\gamma$ уточнить значение параметра Мишеля η .

Эксперимент по поиску распада $\mu^+ \rightarrow e^+\gamma$ проводится международной коллаборацией **MEG** на мюонном пучке ускорителя PSI в Швейцарии. Методом измерения асимметрии углового распределения позитронов из распада Мишеля в зависимости от энергии была определена остаточная поляризация пучка в тонкой останавливающей мишени [21]. Начальная поляризация пучка мюонов $P_\mu = -1$ по предсказанию Стандартной модели с безмассовыми нейтрино. Была получена оценка остаточной поляризации мюонов в останавливающей мишени $P_\mu = -0,85 \pm 0,03$ (стат.) $_{-0,05}^{+0,04}$ (сист.), находящаяся в соответствии с предсказаниями Стандартной модели с учетом деполяризационных эффектов во время рождения мюонов и их движения и торможения в мишени. Знание величины поляризации пучка имеет фундаментальное значение для определения фона при поиске распада $\mu^+ \rightarrow e^+\gamma$.

На установке ANKE на ускорителе COSY в Юлихе в рамках проекта **SPRING** выполнялись эксперименты в области адронной физики промежуточных энергий с применением поляризованных пучков и поляризованных струйных мишеней. Измерены векторная и тензорная анализирующие способности A_y и A_{yy} в зарядово-обменной реакции $pd \uparrow \rightarrow n\{pp\}s$ при энергии протонов 600 МэВ с использованием дейтериевой струйной поляризованной мишени при передачах импульса более 160 МэВ/с [22]. Полученные данные хорошо согласуются с прежними измерениями при меньших передачах, выполненными на поляризованном пучке дейтронов, и с предсказаниями импульсного приближения.

На большой статистике исследован зарядово-обменный процесс взаимодействия векторно-поляризованных дейтронов с поляризованной водородной мишенью $d \uparrow p \uparrow \rightarrow \{pp\}sn$ при энергии дейтронов 726 МэВ [23]. Исполь-

зовалась струйная поляризованная мишень с накопительной ячейкой. Измерены векторные анализирующие способности дейтрона A_y^d и протона A_y^p , а также коэффициенты спиновой корреляции $C_{y,y}$ и $C_{x,x}$. Данные хорошо описываются в импульсном приближении. Начаты работы по новому направлению проекта **SPRING** — подготовке эксперимента **JEDI** по поиску электрического дипольного момента заряженных частиц.

В рамках проекта **NN-GDN** в эксперименте по комптоновскому рассеянию поляризованных фотонов на поляризованных протонах, проведенном совместно с коллаборацией **A2** на ускорителе **MAMI** (Майнц, Германия), в рамках задачи «полного опыта» в фоторождении мезонов на нуклонах получены первые в мире данные по спиновым асимметриям для реакции $\gamma p \rightarrow \pi^0 n p$ при энергиях фотонов от 1050 до 1450 МэВ. Данные подтверждают предположение о доминировании в этой реакции амплитуды $\Delta 3/2$. Результаты чувствительны к небольшим вкладам от других парциальных волн [24].

Выполнены измерения асимметрий комптоновского рассеяния на протоне в области энергий Δ -резонанса с использованием пучка циркулярно/линейно-поляризованных фотонов и продольно/поперечно-поляризованной протонной мишени «Дубна–Майнц». Из данных измерений впервые получены экспериментальные значения всех четырех спиновых поляризуемостей протона, которые описывают реакцию спина протона на воздействие налетающего поляризованного фотона [25].

На пучке меченых фотонов от ускорителя **MAMI-C** коллаборацией **A2** измерены дифференциальные сечения реакции $\gamma p \rightarrow \pi^0 p$ вплоть до энергии в системе центра масс $W = 1,9$ ГэВ. Новые результаты, полученные с высоким энергетическим и угловым разрешением, увеличивают существующую базу данных по фоторождению π^0 на $\sim 47\%$. Благодаря беспрецедентной статистической точности и покрытию полного углового диапазона результаты чувствительны к высшим парциально-волновым амплитудам [26].

Целью проекта **COMET** является поиск на ускорителе **J-PARC** безнейтринной конверсии мюона в электрон, которая может быть объяснена лишь за пределами Стандартной модели. Методом ультразвуковой сварки изготовлен полный комплект строу-трубок в количестве 2800 шт. для фазы 1 эксперимента. Трубки, которые имеют толщину стенок 20 мкм, диаметр 9,8 мм, длину до 1,6 м,

необходимые для уменьшения многократного рассеяния, были изготовлены впервые. Для их производства участниками проекта модифицирована технология изготовления, разработаны новые процедуры и стандарты для тестирования трубок на давление и растяжение. После проведения испытаний трубки отправлены в Японию, где будет проводиться сборка трека. При создании калориметра группа ОИЯИ взяла на себя обязательство провести испытания и паспортизацию всех кристаллов. Тип кристалла — LYSO — был выбран после измерений на пучке и последующей обработки результатов. В 2015 г. для проверки кристаллов изготовлен новый испытательный стенд, включающий прецизионное механическое устройство для перемещения кристаллов, необходимую электронную и компьютерную аппаратуру.

Наиболее значимым результатом мюонной группы проекта **COMPASS** в 2015 г. стало

завершение подготовки к публикации результатов по измерению поляризуемости заряженного π -мезона в реакции электромагнитного рассеяния пиона на ядре никеля с испусканием жесткого фотона. Полученный результат является наиболее точной оценкой данной величины и принципиально важен для проверки границ применимости киральной теории возмущений [27]. Вклад группы ЛЯП в данный результат является определяющим. Продолжается работа по проверке предсказаний киральной теории возмущений для других процессов. Завершена подготовка к публикации результатов по поиску эксклюзивного фоторождения экзотического адрона $Z_c(3900)$, открытого два года назад коллаборациями BES-III и BELLE [28]. Следует отметить, что это была первая попытка обнаружить прямое рождение данной частицы, все предыдущие наблюдения были выполнены в распадах более массивных состояний.

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И УСКОРИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА

В НЭОНУ ЛЯП в ходе реализации договора между Институтом физики плазмы (ИФП) Китайской академии наук (Хэфэй, КНР) и ОИЯИ разрабатывается проект сверхпроводящего изохронного циклотрона **SC200**, предназначенного для лечения онкологических заболеваний с помощью протонных пучков. Циклотрон будет ускорять протоны до энергии 200 МэВ с максимальной интенсивностью пучка 1 мкА. Планируется изготовить в Китае два ускорителя, один из которых будет работать в новом Медицинском центре в г. Хэфэе, другой придет на смену фазотрону Медикотехнического комплекса ЛЯП ОИЯИ и будет использоваться для дальнейших исследований и лечения методом протонной терапии. Результаты разработки циклотрона SC200 будут применены при организации массового производства циклотронов в ИФП. К настоящему времени проведены расчеты основных систем ускорителя, динамики пучка в зоне вывода, выбраны ключевые параметры циклотрона.

В 2015 г. ОИЯИ стал официальным членом международной коллаборации **Medipix**, что открывает новые перспективы для проведения разработок новых полупроводниковых детекторов с использованием уникальных микросхем Medipix и Timerix. Группа ОИЯИ совместно с коллегами из STU-Prague

и CERN представила в ATLAS одобренный летом 2015 г. новый проект расширения существующей системы мониторинга светимости и фона путем установки в шахте дополнительных пиксельных GaAs-детекторов. Первые 4 детектора собраны, будут откалиброваны и установлены в шахте ATLAS в начале 2016 г.

Три ПЭД GaAs:Cr сенсора (4×4 мм, 300 мкм толщиной) были облучены интенсивным пучком нейтронов на установке ИБР-2 ОИЯИ. Были измерены характеристики сенсоров до и после облучения. Один из образцов был облучен общим потоком $2,3 \cdot 10^{14}$ нейтронов, остальные — потоком $8,8 \cdot 10^{15}$ нейтронов. Эффективность сбора заряда образца после облучения потоком $2,3 \cdot 10^{14}$ нейтронов упала в ~ 33 раза.

В 2015 г. был собран пиксельный детектор с сенсором из GaAs:Cr толщиной 1000 мкм с очень высоким числом активных пикселей после процедуры сборки — 99,9%. Детектор был откалиброван по процедуре попиксельной калибровки, выработанной группой ОИЯИ. Энергетическое разрешение откалиброванного детектора составило 12% для энергии гамма-квантов 20 кэВ и $\sim 7\%$ для энергии 60 кэВ и точностью энергетической шкалы лучше 1% в диапазоне энергии гамма-квантов до 100 кэВ.

На базе **медико-технического комплекса (МТК) ЛЯП** проводятся медико-биологические и клинические исследования по лечению онкологических больных, совершенствование оборудования и аппаратуры и разработка новых методов лучевой терапии и сопутствующей диагностики онкологических больных на медицинских адронных пучках фазотрона ОИЯИ.

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 26 недель. За это время курс фракционированного лучевого лечения прошли 53 пациента, при этом общее количество протонных терапевтических облучений (полей) превысило 4000. Кроме того, на гамма-аппарате «Рокус-М» были пролечены еще 27 пациентов.

Продолжались работы по разработке и созданию программно-аппаратного комплекса для макета многолепесткового коллиматора протонного пучка на 4 пары пластин. Макет послужит прообразом полномасштабного варианта устройства на 33 пары пластин, необходимого для реализации так называемого динамического метода облучения протонным пучком различных новообразований. С этой же целью за отчетный период было завершено создание компьютеризированного замедлителя переменной толщины протонного пучка [29].

Совместно с сотрудниками отдела радиационной дозиметрии Института ядерной физики (Прага, Чехия) проводились работы по измерению фоновых условий в кабине протонной терапии ЛЯП ОИЯИ и на сканирующем

клиническом протонном пучке в Центре протонной терапии в Праге (ЦПТ) с использованием термолюминесцентных детекторов и радиохромных пленок. В результате измерений было показано, что поглощенные дозы за пределами первичного пучка в Дубне оказались несколько выше, чем в ЦПТ, в результате рассеяния протонов на элементах системы формирования пучка в кабине.

Проводились эксперименты по изучению действия фракционированного облучения голов мышей γ -лучами и протонами на параметры их периферической крови и поведение по тесту «Открытое поле». Мыши облучались ионизирующими излучениями в двух вариантах фракционированного облучения: первый — традиционное фракционирование (2 Гр один раз в сутки, 5 раз в неделю, суммарная доза облучения 20 Гр); второй — «экстремальное» гипофракционирование (10 Гр один раз в неделю, суммарная доза облучения 20 Гр). Результаты исследования показали, что облучение голов мышей в обоих использованных вариантах фракционирования не влияет на параметры их периферической крови, а поведение мышей не зависит от вида ионизирующего излучения и варианта использованного фракционированного облучения [30]. На основании полученных результатов можно заключить, что выбранный вариант экстремального гипофракционирования может успешно заменить традиционное фракционирование, которое в ряде случаев применяется при проведении радиотерапии для лечения опухолей головного мозга. Использование данного вида фракционирования может привести к укорачиванию срока проведения радиотерапии, а также увеличить пропускную способность медицинских центров, проводящих радиотерапию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *An F.P. et al. (Daya Bay Collab.).* New Measurement of Antineutrino Oscillation with the Full Detector Configuration at Daya Bay // *Phys. Rev. Lett.* 2015. V. 115, No. 11. P. 111802; arXiv:1505.03456 [hep-ex].
2. *An F.P. et al. (Daya Bay Collab.).* Measurement of the Reactor Antineutrino Flux and Spectrum at Daya Bay. arXiv:1508.04233 [hep-ex]; *Phys. Rev. Lett.* (submitted).
3. *Agostini M. et al. (Borexino Collab.).* Spectroscopy of Geoneutrinos from 2056 Days of Borexino Data // *Phys. Rev. D.* 2015. V. 92. P. 031101.
4. *Agostini M. et al. (Borexino Collab.).* A Test of Electric Charge Conservation with Borexino // *Phys. Rev. Lett.* 2015. V. 115. P. 231802.
5. *Adamson P. et al.* First Measurement of Muon-Neutrino Disappearance in NOvA.

- Fermilab-pub-16-007-ND, arXiv: 1601.05037v1 [hep-ex]. 2016.
6. *Agafonova N. et al.* Discovery of τ Neutrino Appearance in the CNGS Neutrino Beam with the OPERA Experiment // *Phys. Rev. Lett.* 2015. V. 115, No. 12. P. 121802.
 7. *Agafonova N. et al.* Limits on Muon–Neutrino to Tau–Neutrino Oscillations Induced by a Sterile Neutrino State Obtained by OPERA at the CNGS Beam // *JHEP.* 2015. V. 1506. P. 069.
 8. *Arnold R. et al. (NEMO-3 Collab.)*. Results of the Search for Neutrinoless Double-Beta Decay in ^{100}Mo with the NEMO-3 Experiment // *Phys. Rev. D.* 2015. V. 92. P. 072022.
 9. *Belov V. et al.* The νGeN Experiment at the Kalinin Nuclear Power Plant // *J. Instrumentation (JINST).* 2015. V. 10. P. P12011.
 10. *Agostini M. et al.* New Limits on $0\nu\beta\beta$ Decay of ^{76}Ge to Excited States of ^{76}Se // *Phys. Rev. Lett.* 2016 (in press).
 11. *Agostini M. et al.* $2\nu\beta\beta$ Decay of ^{76}Ge into Excited States with GERDA Phase I // *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.* 2015. V. 42. P. 115201.
 12. *Agostini M. et al.* Results on $\beta\beta$ Decay with Emission of Two Neutrinos or Majorons in ^{76}Ge from GERDA Phase I // *Eur. Phys. J. C.* 2015. V. 75. P. 416.
 13. *Khramov E. (ATLAS Collab.)*. Summary of the Searches for Squarks and Gluinos Using $\sqrt{s} = 8$ TeV pp Collisions with the ATLAS Experiment at the LHC // *JHEP.* 2015. V. 10. P. 054.
 14. *Gladilin L., Lyubushkin V. (ATLAS Collab.)*. Measurement of the Branching Ratio $\Gamma(\Lambda^0 \rightarrow \psi(2S)\Lambda^0)/\Gamma(\Lambda_b^0 \rightarrow J/\psi\Lambda^0)$ with the ATLAS Detector // *Phys. Lett. B.* 2015. V. 751. P. 63–80.
 15. *Bardin D. et al.* J Functions for the Process $ud \rightarrow WA$ // *JETP Lett.* 2015. V. 103, issue 2.
 16. *Aaltonen T. et al. (CDF Collab.)*. Measurement of the Top-Quark Mass in the $t\bar{t}$ Dilepton Channel Using the Full CDF Run II Data Set // *Phys. Rev. D.* 2015. V. 92. P. 032003.
 17. *Ablikim M. et al.* // *Phys. Rev. Lett.* 2015. V. 115, No. 11. P. 112003.
 18. *Ablikim M. et al.* // *Phys. Rev. Lett.* 2015. V. 115, No. 18. P. 182002.
 19. *Ablikim M. et al.* arXiv:1510.02610.
 20. *Ablikim M. et al.* // *Phys. Rev. Lett.* 2015. V. 115. P. 011803.
 21. *Baldini A.M. et al.* Muon Polarization in the MEG Experiment: Predictions and Measurements. arXiv:1510.04743. 2015; *Eur. Phys. J* (submitted).
 22. *Gou B. et al.* Study of the $p\bar{d} \rightarrow n\{pp\}$ Charge-Exchange Reaction Using a Polarized Deuterium Target // *Phys. Lett. B.* 2015. V. 741. P. 305.
 23. *Dymov S. et al.* Analyzing Powers and Spin Correlations in Deuteron–Proton Charge Exchange at 726 MeV // *Phys. Lett. B.* 2015. V. 744. P. 391.
 24. *Annand J.R.M. et al.* First Measurement of Target and Beam-Target Asymmetries in the $\gamma p \rightarrow \pi^0 \eta p$ Reaction // *Phys. Rev. C.* 2015. V. 91. P. 055208.
 25. *Martel P.P. et al.* Measurements of Double-Polarized Compton Scattering Asymmetries and Extraction of the Proton Spin Polarizabilities // *Phys. Rev. Lett.* 2015. V. 114. P. 112501.
 26. *Adlarson P. et al.* Measurement of π^0 Photoproduction on the Proton at MAMI C // *Phys. Rev. C.* 2015. V. 92, No. 2. P. 024617.
 27. *Adolph C. et al.* Measurement of the Charged-Pion Polarizability // *Phys. Rev. Lett.* 2015. V. 114. P. 062002.
 28. *Adolph C. et al.* Search for Exclusive Photoproduction of $Z_c^\pm(3900)$ at COMPASS // *Phys. Lett. B.* 2015. V. 742. P. 330.
 29. *Shipulin K.N. et al.* Technology for Bolus Verification in Proton Therapy // *Phys. Part. Nucl. Lett.* 2015. V. 12, No. 1. P. 190–194.
 30. *Voskanyan K. et al.* The Effectiveness of Radiation Damage Reduction in Mice by Laser Light in Dependence of the Time Interval between Exposures // *J. Phys. Sci. Appl.* 2015. V. 5, No. 4.



ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ ИМ. Г. Н. ФЛЕРОВА

В 2015 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, сверхтяжелых 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 (9 проектов);
- радиационные эффекты и физические основы нанотехнологий, радиоаналитические и радиоизотопные исследования на ускорителях ЛЯР (5 проектов);
- ускорительный комплекс пучков ионов стабильных и радиоактивных нуклидов (проект DRIBs-III) (9 проектов).

Время работы основных ускорителей ЛЯР — У-400 и У-400М — в 2015 г. составило 11 140 ч.

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

Одним из основных проектов ОИЯИ является проект DRIBs-III (Dubna Radioactive Ion Beams). В рамках реализации проекта в 2015 г., в соответствии с решениями Ученого совета ОИЯИ и ПКК по ядерной физике, были выполнены следующие работы.

1. Сооружение нового циклотрона ДЦ-280: выполнено изготовление узлов и систем нового циклотрона. Более 90% оборудования ускорителя находится на складских площадках ЛЯР и готово к монтажу.

2. Строительство экспериментального корпуса комплекса «Фабрика сверхтяжелых элементов»: выполнено на 50%. Окончание строительства и ввод в эксплуатацию нового корпуса планируется в 2016 г.

3. Создание экспериментальных установок комплекса «Фабрика сверхтяжелых эле-

ментов»: заключен контракт с компанией «SigmaPhi» на изготовление газонаполненного сепаратора ядер отдачи. Контрактом предусмотрена поставка сепаратора в середине 2017 г.

4. ACCULINNA-2 — новый фрагмент-сепаратор, состоящий из каналов транспортировки первичного и вторичного пучков, — был полностью смонтирован; проведены вакуумные тесты и магнитные измерения. В декабре 2015 г. состоялся пробный пуск установки с проводкой первичного пучка ^{32}S . Таким образом, компания «SigmaPhi» полностью выполнила свои контрактные обязательства. Первый эксперимент на установке ACCULINNA-2 ожидается в 2016 г. В дальнейшее развитие проекта, а именно в реализацию спектрометра нулевого угла, в системы вакуумного кон-

троля и мониторинга пучка, вовлечены несколько институтов Польши и Чешской Республики.

5. Создание сепаратора на основе резонансной лазерной ионизации (установка GaLS): в сотрудничестве с учеными ЮАР, Польши, Словакии, Египта, Бельгии и ЦЕРН продолжены работы по созданию установки GaLS, предназначенной для сепарации продуктов ядерных реакций методом селективной лазерной ионизации. В 2015 г. была заверше-

на разработка полной схемы оптической части установки GaLS. Первые четыре лазера (два Nd:YAG-лазера накачки и два лазера на красителе) испытаны и подготовлены к установке. Подготовлены и оборудованы помещения для лазерной лаборатории и комнаты управления. Размещен заказ на изготовление реакционной камеры и газовой ячейки. Проведены расчеты вариантов мишенной части. Укомплектованы и подготовлены к установке основные компоненты газовой и вакуумной систем.

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ЯДЕР НА ГРАНИЦАХ СТАБИЛЬНОСТИ

Синтез новых элементов. 30 декабря 2015 г. было объявлено официальное решение IUPAC о признании открытия элементов с атомными номерами 113, 115, 117 и 118. Приоритет в открытии элементов 115 и 117 был отдан коллаборации ОИЯИ – Ливерморская национальная лаборатория (LLNL) – Ок-Ридж (ORNL). Приоритет в открытии 118-го элемента отдан коллаборации ОИЯИ–LLNL. Элементы с атомными номерами 113–118 были впервые синтезированы на ускорительном комплексе У-400 ЛЯР им. Г. Н. Флерова ОИЯИ. Элемент 118 завершает 7-й период таблицы Менделеева и является самым тяжелым из известных сегодня.

В 2015 г. начаты эксперименты по синтезу изотопов элемента 118 с массой 293–296 и изучению их радиоактивных свойств. Эксперименты проводятся на газонаполненном сепараторе ЛЯР ОИЯИ в сотрудничестве с лабораториями в Ок-Ридже (ORNL), Ноксвилле (UT), Ливерморе (LLNL) и Нэшвилле (VU). Мишень толщиной 0,35 мг/см² изготовлена в ORNL и состоит из смеси изотопов ²⁴⁹Cf (50,7%), ²⁵⁰Cf (12,9%) и ²⁵¹Cf (36,4%). Энергия ионов ⁴⁸Ca в середине слоя мишени составляет 252 МэВ, что соответствует ожидаемому максимуму сечения реакции полного слияния ^{249–251}Cf + ⁴⁸Ca с испарением трех нейтронов.

К настоящему времени при дозе ионов ⁴⁸Ca $1,4 \cdot 10^{19}$ зарегистрирована одна цепочка распада ядра ²⁹⁴118, которое, вероятно, является продуктом 3n-канала реакции ²⁴⁹Cf + ⁴⁸Ca. В той же реакции четыре ядра этого изотопа нами были синтезированы в 2002, 2005 и 2012 гг. [1]. Радиоактивные свойства всех ядер ²⁹⁴118, ²⁹⁰Lv и ²⁸⁶Fl

хорошо согласуются с результатами, полученными как в реакции с ²⁴⁹Cf, так и в перекрестных реакциях ²⁴⁵Cm(⁴⁸Ca, 3n)²⁹⁰Lv и ²⁴²Pu(⁴⁸Ca, 4n)²⁸⁶Fl [1] (рис. 1). Сечение реакции ²⁴⁹Cf(⁴⁸Ca, 3n)²⁹⁴118 также соответствует величине, измеренной в 2005 г. при близкой энергии ⁴⁸Ca (около 0,5 пб).

Эксперименты продолжаются.

Химия трансактиноидов. Продолжены эксперименты по изучению химических свойств сверхтяжелых элементов Sn, 113 и Fl. Для исследования влияния релятивистских эффектов на химические свойства элемента 113 на газонаполненном сепараторе ЛЯР была создана установка, объединившая возможности физической и химической сепарации продуктов ядерных реакций. Для синтеза изотопов ²⁸⁴113 и ²⁸⁵113 с временами жизни соответственно 1,0 и 6,0 с использовалась реакция слияния ⁴⁸Ca + ²⁴³Am. Сверхтяжелые ядра, получаемые в 2n и 3n испарительных каналах, предварительно отделялись на сепараторе, что позволило существенно уменьшить фон от продуктов реакций передач (в основном актиниды), от аэрозолей мишенного материала и от ядерных реакций на примесях в мишенном материале. Аппаратура для химического разделения размещалась в фокальной плоскости сепаратора. В эксперименте исключалось образование гидроксида 113ОН, что позволило впервые провести измерения летучести 113-го элемента в атомарном состоянии методом газовой хроматографии на золоте в среде инертных газов.

Результаты термохимических расчетов показывают образование стабильных селенидов Sn и Fl, имеющих противоположные тренды

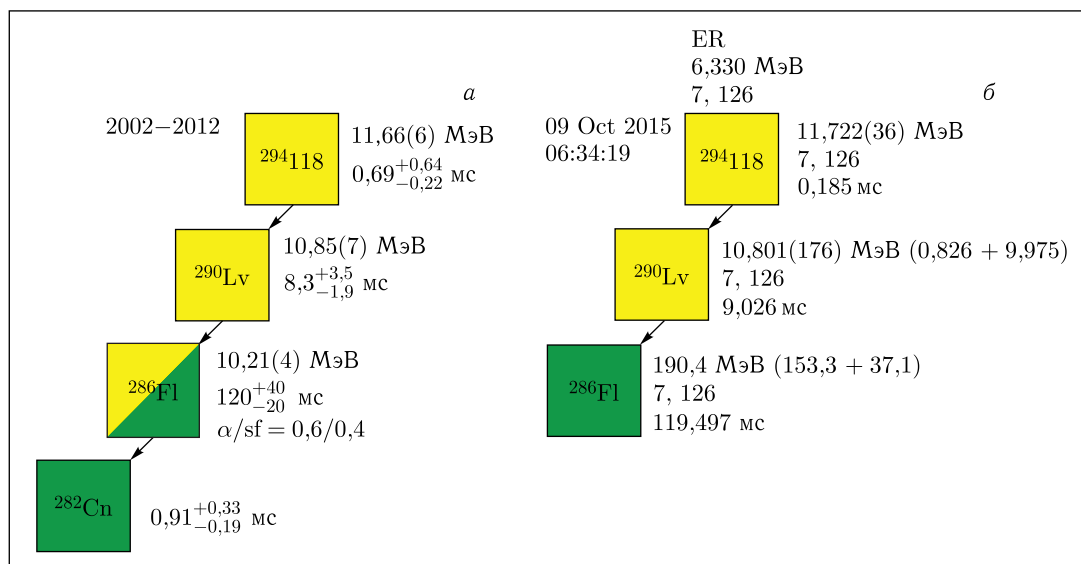


Рис. 1. а) Радиоактивные свойства ядер $^{294}_{118}\text{Lr}$, $^{290}_{\text{Lv}}$, $^{286}_{\text{Fl}}$ и $^{282}_{\text{Cn}}$. Указаны энергии α -частиц (величина ошибки дана в скобках), периоды полураспада и ветви α -распад/спонтанное деление (α/sf) для изотопа $^{286}_{\text{Fl}}$. б) Цепочка распада ядра $^{294}_{118}\text{Lr}$, зарегистрированная в данных экспериментах. Приведены энергии ядра отдачи (ER), α -частиц и спонтанного деления (α -частица $^{290}_{\text{Lv}}$ и осколки деления $^{286}_{\text{Fl}}$ зарегистрированы фокальным и боковым детекторами), номера переднего и заднего стрипов и времена распада ядер

стабильности. Это впервые позволит разделить зоны осаждения этих элементов в термохроматографической колонке. В 2015 г. на ускорителе У-400 проведены тестовые эксперименты по исследованию химического взаимодействия радиоизотопов Сп с селеном в сравнении с его гомологом Hg.

Продолжаются исследования, направленные на изготовление мишеней из обогащенных изотопов актинидов для проведения экспериментов на ускорителе ДЦ-280 с интенсивностью пучков ионов до 10 мкА частиц. Результаты, полученные ранее, были опубликованы в работе [2].

Сепаратор SHELS. Завершена разработка новой детекторной камеры и новой антикомptonовской защиты ВГО для детектирующей системы в фокальной плоскости сепаратора SHELS. Детали вакуумной камеры были получены весной 2015 г. Проведен конкурс на производство ВГО-защиты, который выиграла компания SCIONIX (Франция). В настоящее время ВГО-защиты находятся в стадии производства.

В мае 2015 г. выполнен тестовый эксперимент по повторному измерению эффективности трансмиссии сепаратора SHELS для случая асимметричных реакций с пучком ^{22}Ne и мишенью ^{198}Pt . Была получена величина 12% для медленных ядер отдачи.

Изучено спонтанное деление изотопа ^{250}No , получаемого при слиянии ядер пучка ^{48}Ca и мишени ^{204}Pb . Нейтронный детектор с

$62\ ^3\text{He}$ -счетчиками позволил измерить множественность нейтронов для двух активностей — короткоживущей (5 мкс) и долгоживущей (50 мкс, соответствующей, предположительно, изомерному состоянию ^{250}No). Значения множественности мгновенных нейтронов для двух активностей составили: $\nu = 4,48 \pm 0,21$ и $\nu = 3,93 \pm 0,26$ (для коротко- и долгоживущей активностей соответственно).

В ноябре 2015 г. были проведены первые тестовые эксперименты с новой детекторной камерой. Детально изучены свойства распада изотопов ^{207}Rn , ^{216}Th и ^{254}No с использованием пучка ^{48}Ca и мишеней ^{164}Dy , ^{174}Yb и ^{208}Pb . Были зарегистрированы новые низколежащие уровни для ядра ^{207}Rn . Общая эффективность регистрации гамма-квантов составила от 34 до 12% в зависимости от их энергии (от 100 до 600 кэВ).

Современное состояние сепаратора SHELS и новой детекторной камеры представлено в работах [3, 4].

Масс-спектрометр MASHA. В течение 2015 г. группой масс-спектрометра MASHA были выполнены следующие основные работы.

1. Продолжена работа по модернизации системы сбора данных для многострипового детектора фокальной плоскости, основанной на современной платформе от компании National Instruments — PXI и PXIe с высокоскоростными многоканальными амплитудно-цифровыми преобразователями от XIA (250 МГц, 12 бит, 16 каналов), позволяющими оцифро-

вывать форму сигнала. В настоящее время система имеет 704 спектрометрических канала. Также было создано новое программное обеспечение для сбора и обработки экспериментальных данных. Данная модернизация в целом расширяет возможности по измерению альфа-распадов и/или спонтанного деления ядер, а также улучшает работу установки при регистрации редких событий распада.

2. Для системы измерения энергии пучка были внедрены высокоскоростные амплитудно-цифровые преобразователи (4 ГГц, 10 бит, 2 канала) и времяцифровой преобразователь (TDC) (разрешение 5 пс) стандарта PXI и PXIe от фирмы «Agilent». Данная модернизация существенно повысила стабильность работы всей системы и позволила достичь разрешения при измерении энергии пучка $\Delta E/E \approx 0,6\%$.

3. Начата модернизация системы управления установки MASHA. Изучена система WAGO-I/O-SYSTEM, закуплено и протестировано оборудование, необходимое для новой системы управления. Начата работа над созданием и внедрением этой системы на установке MASHA. Одновременно начат поэтапный перевод всего управления установки MASHA на современную модульную систему, основанную на стандарте compactRIO. Было закуплено несколько модулей стандарта compactRIO для изучения и тестирования.

4. Выполнен эксперимент по измерению массы ядра ^{283}Sn , получающегося после альфа-распада ядра ^{287}Fl , образующегося в реакции $^{48}\text{Ca} + ^{242}\text{Pu}$. В период с 1 апреля по 5 июня было проведено два сеанса облучения. Полное время облучения составило 1170 ч. За это время был набран интеграл $3 \cdot 10^{18}$. В фокальной плоскости спектрометра не было зарегистрировано ни одного события распада ядра ^{283}Sn . Это означает, что полная эффективность сепарации 112-го элемента не превышает 8%. Результаты проанализированы, намечен план работ, направленный на повышение эффективности сепарации.

Динамика взаимодействия тяжелых ядер, деление тяжелых и сверхтяжелых ядер. В 2015 г. основное внимание было уделено изучению динамики процессов полного слияния и квазиделения в реакциях с тяжелыми ионами [5]. В феврале 2015 г. на ускорителе У-400 с помощью установки CORSET выполнено измерение массово-энергетических распределений бинарных фрагментов, образованных в реакции $^{48}\text{Ti} + ^{238}\text{U}$. Результаты сравнивались с данными по реак-

ции $^{48}\text{Ca} + ^{244}\text{Pu}$, полученными нами ранее. Показано, что вклад симметричных фрагментов с массами $A/2 \pm 20$ а.е.м. в сечение захвата составил 8,5% в случае реакции с ионами Ca и 4,5% с ионами Ti. Установлено, что при околосбарьерной энергии оцененное сечение слияния-деления падает на порядок при переходе от ионов ^{48}Ca к ионам ^{48}Ti .

Продолжены исследования влияния оболочечных эффектов на формирование нейтронобогащенных бинарных фрагментов, образованных в реакциях многонуклонных передач. Завершен анализ массово-энергетических и угловых распределений бинарных фрагментов, образованных в реакциях $^{156,160}\text{Gd} + ^{186}\text{W}$ при энергиях вблизи кулоновского барьера. Сечения образования свинцовоподобных фрагментов в этих реакциях составили порядка 10–100 мкб. Максимумы выходов свинцовоподобных ядер наблюдаются под углами, близкими к углам касательных столкновений (28° для ^{160}Gd и 30° для ^{156}Gd). Полученные результаты подтверждают, что реакции многонуклонных передач при энергиях вблизи кулоновского барьера являются перспективным способом получения новых нейтронобогащенных изотопов тяжелых и сверхтяжелых ядер.

В рамках сотрудничества между ОИЯИ (Дубна) и IN2P3 (Франция) в мае 2015 г. в GANIL (Франция) был проведен совместный тестовый эксперимент, посвященный изучению оболочечных эффектов и кластеризации гигантской ядерной системы $^{238}\text{U} + ^{238}\text{U}$ при энергии налетающего иона 6,2 МэВ/нуклон. Полученные экспериментальные данные находятся в стадии обработки.

Также в мае 2015 г. в рамках протокола о выполнении совместной научно-исследовательской работы между ОИЯИ и ИЯФ (Алма-Ата, Казахстан) был проведен совместный эксперимент по изучению массово-энергетических распределений осколков деления в реакции $^{232}\text{Th}(p, f)$ при подбарьерных энергиях. Эксперимент направлен на изучение свойств мультимодального деления актинидных ядер, обусловленного оболочечными эффектами в массах ядер.

Исследование экзотических мод распада. Проанализированы корреляционные массовые распределения осколков деления для реакции $^{235}\text{U}(n_{\text{th}}, f)$. Полученные экспериментальные данные содержат события, которые являются, по-видимому, результатом задержанного деления изомеров формы после эмиссии легкой заряженной частицы (тройное де-

ление). Выполненные модельные расчеты в рамках такой гипотезы согласуются с большинством экспериментальных точек. Времена жизни наблюдаемых делящихся изомеров находятся в наносекундной области.

Структура экзотических ядер. Основные усилия группы ACCULINNA ЛЯР в 2015 г. были нацелены на монтаж и запуск фрагмент-сепаратора нового поколения ACCULINNA-2. Вместе с тем на установке ACCULINNA-1 в сотрудничестве с учеными Университета Варшавы выполнены экспериментальные исследования β -задержанной эмиссии частиц для ядра ^{27}S , находящегося на границе протонной стабильности. Эксперимент был нацелен на регистрацию не наблюдавшихся ранее каналов распада (β - $3p$, β - ^3He и др.) ядра ^{27}S с использованием оптической времяпроекционной камеры (ОВПК). Примеры прямого наблюдения β -задержанной эмиссии одного и двух протонов для ^{27}S приведены на рис. 2. Высокая статистика, набранная в канале β - $2p$, поможет уточнить вероятность этой ветви распада, а также определить угловые корреляции испущенных протонов. Кроме того, были зарегистрированы несколько событий, которые могут быть событиями β - $3p$ -распада. Анализ данных продолжается. В течение 2015 г. данные предыдущих совместных экспериментов с ОВПК, полученные в ЦЕРН, MSU, GSI для экзотических ядер ^6He , ^{59}Ge , ^{31}Ag , были проанализированы и опубликованы в работах [6–8] соответственно.

При участии группы ACCULINNA ЛЯР выполнен совместный эксперимент на установке FRS в GSI (Дармштадт, Германия) по изучению мод распада ядер ^{30}Ag и ^{29}Cl , на-

ходящихся на границе протонной стабильности. Зарегистрирован двухпротонный распад из основного состояния ядра ^{30}Ag , являющийся комбинацией процессов как истинного двухпротонного распада, так и последовательного [9]. Впервые определены энергии основных состояний ядер ^{30}Ag и ^{29}Cl , расположенные на 2,5 и 1,8 МэВ выше порогов двух- и однопротонного распадов соответственно.

Реакции с пучками легких стабильных и радиоактивных ядер. На установке ACCULINNA-1 и фрагмент-сепараторе COMBAS был выполнен цикл исследований легких нейтроноизбыточных ядер (изотопов гелия $^{6,8}\text{He}$ и лития $^{8,9,11}\text{Li}$). Были измерены дифференциальные сечения упругого и неупругого рассеяния и полные сечения реакции. Определены параметры потенциала исследованных ядер, распределения плотностей и эффективные радиусы взаимодействия. Показано сильное различие этих параметров для ядер с нейтронным гало по сравнению с обычными ядрами, а также для основных и возбужденных состояний изученных ядер. Для измерения полного сечения реакций регистрировалось нейтронное и гамма-излучение ядер спектрометром 4π -геометрии. Впервые использовались новые сцинтилляторы (LaBr_3), изготовленные в коллаборации с ИЯФ (Краков, Польша).

В рамках создания и проверки работоспособности новых детекторов магнитного спектрометра высокого разрешения МАВР проведены тестовые эксперименты по измерению выходов нейтроноизбыточных изотопов кислорода в двух типах реакций: в реакции чистого нейтронного подхвата с пучком ионов ^{18}O

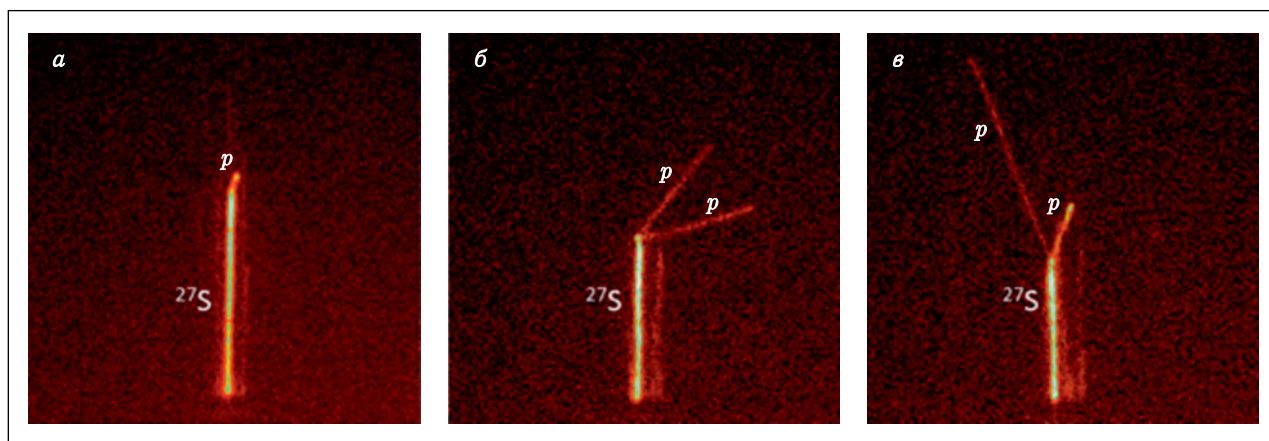


Рис. 2. Примеры β -задержанной эмиссии частиц из ^{27}S : а) β - p -распад с протоном малой энергии; б) и в) β - $2p$ -распады

в сравнении с реакциями многонуклонных передач с пучком ионов ^{22}Ne . Были измерены сечения образования изотопов $^{20-24}\text{O}$, и проведен анализ по систематике Q_{gg} . Обнаружено, что реакции многонуклонных передач с пучком ^{22}Ne позволяют получать изотопы $^{20-24}\text{O}$ с большим сечением (10 мб для ядра ^{24}O), чем в реакциях с пучком ионов ^{18}O .

Наиболее значимые результаты, полученные в 2015 г., опубликованы в работах [10, 11].

Теоретическая и вычислительная физика. В 2015 г. был предложен новый подход к описанию сечения слияния тяжелых ионов и соответствующих функций распределения по барьерам в рамках квантовой модели связи каналов в комбинации с квазиклассическим методом учета процессов перераспределения нейтронов между сталкивающимися ядрами [12]. На примере нескольких реакций ^{40}Ca , $^{32}\text{S} + ^{90,94,96}\text{Zr}$ и $^{60,64}\text{Ni} + ^{100}\text{Mo}$ продемонстрировано хорошее согласие выполненных расчетов с имеющимися экспериментальными данными. Использование микроскопической модели для описания связи коллективных степеней свободы и относительного

движения позволило также детально описать структуру функции распределения по барьерам. Это шаг к решению важной проблемы учета каналов нейтронных передач в рамках квантового метода связи каналов.

В рамках программы сотрудничества ОИЯИ–ЮАР исследован канал развала легких ядер в процессах ядро-ядерных столкновений. Расчеты выполнены в рамках метода сильной связи с дискретизацией континуума на примере реакций $^8\text{B} + ^{58}\text{Ni}$, $^8\text{B} + ^{208}\text{Pb}$ и $^{19}\text{C} + ^{208}\text{Pb}$ при энергиях 29,3, 170,3 и 1273 МэВ соответственно [13]. Детально изучен вклад диагональных и недиагональных компонент матрицы связи каналов в дифференциальное сечение развала.

При частичной поддержке РФФИ и программы сотрудничества ОИЯИ–ЮАР расширена база знаний по низкоэнергетической ядерной физике (<http://nr.v.jinr.ru>). В частности, база знаний пополнилась новыми моделями, в том числе кодом FRESCO, позволяющим в рамках метода связи каналов проводить расчеты сечений различных прямых процессов, происходящих при столкновении атомных ядер.

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

Трековые мембраны

1. Разработаны методы модификации поверхности трековых мембран низкотемпературной плазмой, магнетронным напылением диоксида титана и химической направленной адсорбции наночастиц хитозана и серебра [14].

2. Начаты комплексные исследования наноструктурированных и композитных трековых мембран на введенном в эксплуатацию оборудовании Наноцентра ЛЯР с использованием методов растровой электронной микроскопии высокого разрешения и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии [15].

Наноразмерные структуры в материалах

1. Методами высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопии изучена морфология латентных треков ионов криптона и ксенона с энергиями осколков деления в $\text{Y}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ -наночастицах в стали мар-

ки ЭП450. Определены пороговое значение удельных ионизационных потерь образования аморфных латентных треков в наночастицах; диаметр треков в диапазоне уровней электронного торможения 10–24 кэВ/нм [16].

2. Изучены процессы образования микроструктур с делением и синтезом элементов в плотных газах — водороде, дейтерии, гелии, ксеноне — при облучении тормозным излучением с пороговыми энергиями 10 и 23 МэВ [17].

3. Исследовано воздействие высокотемпературной плазмы на установке «Плазменный фокус» ПФ-4 на сборки из разнородных металлических фольг, содержащих водород и дейтерий в различных состояниях [18].

4. Изучен эффект подавления образования гелиевых блистеров на поверхности кремния, ионно-легированного гелием, в результате облучения высокоэнергетическими ионами висмута [19].

Радиоаналитические и радиоизотопные исследования. Разработаны методы разделения и концентрирования радиоактивных изотопов ^{99}Mo (^{99}Tc), ^{117}mSn , ^{225}Ac , ^{237}U , ^{236}Pu ,

^{236}Np для использования в ядерной медицине и экологических исследованиях [20].

Исследования, проводимые в ЛЯР в 2015 г., были поддержаны 14 грантами РФФИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Oganessian Yu. Ts., Utyonkov V. K.* Super-Heavy Element Research // Rep. Prog. Phys. 2015. V. 78. P. 036301.
2. *Dmitriev S. N., Popoko A. G.* High-Power Radioactive Targets as One of the Key Problems in Further Development of the Research Program on Synthesis of New Super-heavy Elements // J. Radioanal. Nucl. Chem. 2015. V. 305. P. 927.
3. *Yeremin A. et al.* First Experimental Tests of the SHELS Separator // Phys. Part. Nucl. Lett. 2015. V. 12. P. 35.
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 // Phys. Part. Nucl. Lett. 2015. V. 12. P. 43.
5. *Itkis M. G. et al.* Fusion and Fission of Heavy and Superheavy Nuclei (Experiment) // Nucl. Phys. A. 2015. V. 944. P. 204.
6. *Pfützner M. et al.* β Decay of ^6He into the $\alpha + d$ Continuum // Phys. Rev. C. 2015. V. 92. P. 014316.
7. *Ciemny A. A. et al.* First Observation of ^{59}Ge // Ibid. P. 014622.
8. *Lis A. A. et al.* β -Delayed Three-Proton Decay of ^{31}Ar // Ibid. V. 91. P. 064309.
9. *Mukha I. et al.* Observation and Spectroscopy of New Proton-Unbound Isotopes ^{30}Ar and ^{29}Cl : An Interplay of Prompt Two-Proton and Sequential Decay // Phys. Rev. Lett. 2015. V. 115. P. 202501.
10. *Denikin A. et al.* Inelastic Scattering and Clusters Transfer in $^{3,4}\text{He} + ^9\text{Be}$ Reactions // Phys. Part. Nucl. Lett. 2015. V. 12. P. 703.
11. *Sobolev Yu. G. et al.* Total Reaction Cross Section Excitation Function Studies for ^6He Interaction with ^{181}Ta , ^{59}Co , ^{nat}Si , ^9Be Nuclei // Proc. of the Intern. Symp. on Exotic Nuclei / Eds.: Yu. Penionzhkevich, Yu. Sobolev. World Sci., 2015. P. 147.
12. *Karpov A. V., Rachkov V. A., Samarin V. V.* Quantum Coupled-Channel Model of Nuclear Fusion with Semiclassical Consideration of Neutron Rearrangement // Phys. Rev. C. 2015. V. 92. P. 064603.
13. *Mukeru B., Lekala M. L., Denikin A. S.* Role of the Diagonal and Off-Diagonal Continuum-Continuum Couplings in the Breakup of ^8B and ^{19}C on ^{58}Ni and ^{208}Pb Targets // Nucl. Phys. A. 2015. V. 935. P. 18.
14. *Kravets L. I., Gilman A. B., Dinescu G.* Modification of Polymer Membrane Properties by Low-Temperature Plasma // Rus. J. Gen. Chem. 2015. V. 85. P. 1284.
15. *Apel P. Yu. et al.* Production of Multi-, Oligo- and Single-Pore Membranes Using a Continuous Ion Beam // Nucl. Instr. Meth. B. 2015. V. 365. P. 641.
16. *Skuratov V. A. et al.* Swift Heavy Ion Tracks in $\text{Y}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ Nanoparticles in EP450 ODS Steel // J. Nucl. Mater. 2015. V. 456. P. 111.
17. *Didyk A. Yu., Wiśniewski R., Wilczynska-Kitowska T.* The Carbon-Based Structures Synthesized through Nuclear Reactions in Helium at 1.1 kbar Pressure under Irradiation with Braking γ -Rays of 10 MeV Threshold Energy // Eur. Phys. Lett. 2015. V. 109. P. 22001.
18. *Didyk A. Yu. et al.* Hydrogen and Deuterium Distribution in Tungsten Foils Irradiated with High Temperature Deuterium Plasma in H_2O or D_2O Filled Hermetic Chambers // J. Surf. Invest. X-Ray, Synchrotron and Neutron Techniques. 2015. V. 9. P. 859.
19. *Reutov V. F. et al.* Influence of the Ionization Energy Losses of High Energy Bismuth Ions on the Development of Helium Blisters in Silicon // Semiconductors. 2015. V. 49. P. 1290.
20. *Tran Duc Thiep et al.* Study of the Isomeric Ratios in Photonuclear Reactions of Natural Platinum Induced by End-Point Bremsstrahlung Energies in the Giant Dipole Resonance Region // J. Radioanal. Nucl. Chem. 2015. V. 303. P. 477.



ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ ИМ. И. М. ФРАНКА

Научная программа Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка в 2015 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 конденсированного состояния вещества с использованием современных методов нейтронографии», 04-4-1121-2015/2017, руководители В. Л. Аксенов, А. М. Балагуров и Д. П. Козленко); по нейтронной ядерной физике («Исследования в области нейтронной ядерной

физики», 03-4-1104-2011/2016, руководители В. Н. Швецов, Ю. Н. Копач, Е. В. Лычагин и П. В. Седышев); по развитию базовых установок лаборатории («Развитие исследовательской ядерной установки ИБР-2 с комплексом криогенных замедлителей нейтронов», 04-4-1005-2011/2016, руководители А. В. Белушкин и А. В. Виноградов); по развитию комплекса спектрометров ИБР-2 («Развитие экспериментальной базы для проведения исследований конденсированных сред на пучках ИЯУ ИБР-2», 04-4-1122-2015/2017, руководители С. А. Куликов и В. И. Приходько).

НЕЙТРОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

Основная часть научных экспериментальных работ проводилась на базе комплекса спектрометров реактора ИБР-2.

В 2015 г. в рамках пользовательской программы получено 197 заявок на проведение экспериментов из 19 стран мира. Свыше 40% заявок были направлены на решение физических задач, 26% были посвящены проблемам материаловедения, остальные 34% охватывали исследования в области химии, геологических наук, биологии и прикладные задачи. 174 поданных заявки были приняты к реализации.

Научные результаты. Проведено исследование кристаллической, магнитной структуры и колебательных спектров несовершенного мультиферроика YMn_2O_5 с сильной магнитоэлектрической связью методами нейтронной дифракции, рентгеновской дифракции и

рамановской спектроскопии в диапазоне высоких давлений 0–30 ГПа и температуры 10–300 К [1] (рис. 1).

С повышением давления в области $P > 1$ ГПа наблюдалось подавление соразмерной и несоизмерной антиферромагнитных (АФМ) фаз с вектором распространения $q = (\sim 1/2, 0, \sim 1/4)$ и появление новой соразмерной АФМ-фазы с вектором распространения $q_p = (1/2, 0, 1/2)$. Такое поведение сильно контрастирует с другими системами RMn_2O_5 , в которых под давлением наблюдается противоположное поведение — стабилизация соразмерной АФМ-фазы с вектором распространения $q = (1/2, 0, 1/4)$. В области более высоких давлений $P > 16$ ГПа наблюдался структурный фазовый переход, сопровождающийся аномалиями в барическом поведении некоторых параметров элементарной ячейки и колебательных мод. Полученные данные позво-

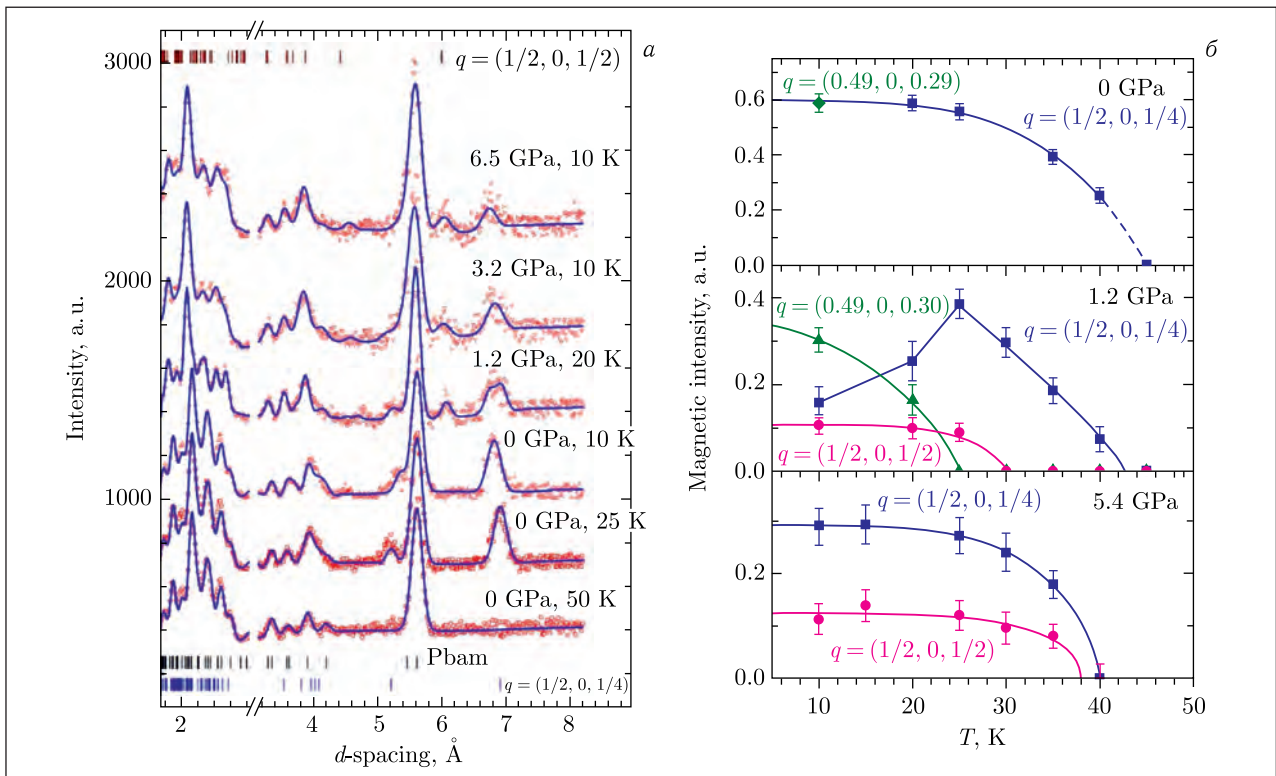


Рис. 1. Нейтронные дифракционные спектры YMn_2O_5 , измеренные при различных давлениях и температурах на дифрактометре ДН-12 и обработанные по методу Ритвельда (а). Температурные зависимости интегральной интенсивности пиков $(1 - q_x, -1, -q_z)/(1 - q_x, 1, -q_z)/(\pm q_x, 1, \pm q_z)$ соразмерной и несоизмерной АФМ-фазы с вектором распространения $q = (\sim 1/2, 0, \sim 1/4)$ и пика $(-q_x, 1, 1 - q_z)$ соразмерной АФМ-фазы с вектором распространения $q_p = (1/2, 0, 1/2)$ при различных давлениях (б)

лили проанализировать роль конкурирующих магнитных взаимодействий в формировании основного магнитного состояния мультиферроиков RMn_2O_5 .

Проведено исследование эволюции кристаллической структуры катодного материала типа $LiNi_{0.8}Co_{0.1}Al_{0.1}O_2$ в процессе электрохимического циклирования с помощью дифракции нейтронов (рис. 2). Эксперименты выполнены на дифрактометре RTD (Real-Time-Diffractometer). Составы типа $LiNi_xCo_yAl_{1-x-y}O_2$ только начинают массово внедряться в производство литий-ионных аккумуляторов в качестве положительного электрода (катада), постепенно вытесняя широко распространенный кобальтат лития. Ранее подобные соединения в режиме реального времени при электрохимическом циклировании исследовались только в модельных ячейках методом рентгеновской дифракции. Дифракция нейтронов позволяет исследовать структурные изменения в материалах электродов как в специализированных электрохимических ячейках, так и непосредственно в готовых к эксплуатации изделиях. Изучен

готовый литий-ионный аккумулятор цилиндрического типоразмера 18650. Роль отрицательного электрода в нем выполняет графит, положительным электродом является состав $LiNi_xCo_yAl_{1-x-y}O_2$ с $x \approx 0,8$ и $y \approx 0,1$ (эти величины были уточнены при обработке полученных дифракционных данных). Кристаллическая структура $LiNi_xCo_yAl_{1-x-y}O_2$ в полностью разряженном аккумуляторе соответствует пр. гр. R-3m с параметрами элементарной ячейки: $a = 2,8453(1) \text{ \AA}$ и $c = 14,1878(2) \text{ \AA}$. На основе анализа экспериментальных данных, полученных в ходе нескольких циклов заряда-разряда, выполненных с разной скоростью ($C/3$ и $C/10$, где C — полная емкость аккумулятора), показано, что процесс внедрения лития в графит происходит с последовательным образованием нескольких LiSp-фаз. Образование при заряде конечной LiC₆-фазы хорошо фиксируется по скачкообразному появлению дифракционного пика при $d \approx 3,67 \text{ \AA}$. Фазового расслоения в материале катада $LiNi_{0.8}Co_{0.1}Al_{0.1}O_2$, наблюдающегося, например, в $LiNi_{0.8}Co_{0.15}Al_{0.05}O_2$, нами не обнаружено. В то же время параметры элемен-

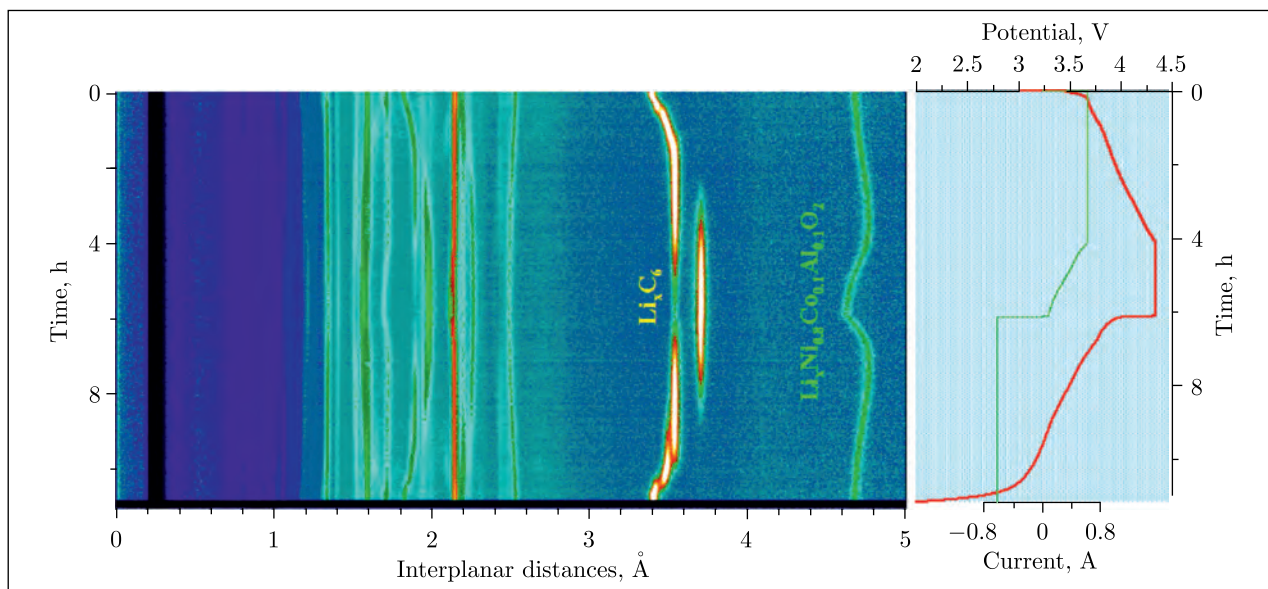


Рис. 2. Эволюция нейтронных дифракционных спектров, полученная при исследовании в режиме реального времени (*operando*) катодного материала $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.1}\text{Al}_{0.1}\text{O}_2$ с помощью высокоинтенсивной дифракции нейтронов. Справа показана зарядно-разрядная кривая перезаряжаемого источника тока во время эксперимента

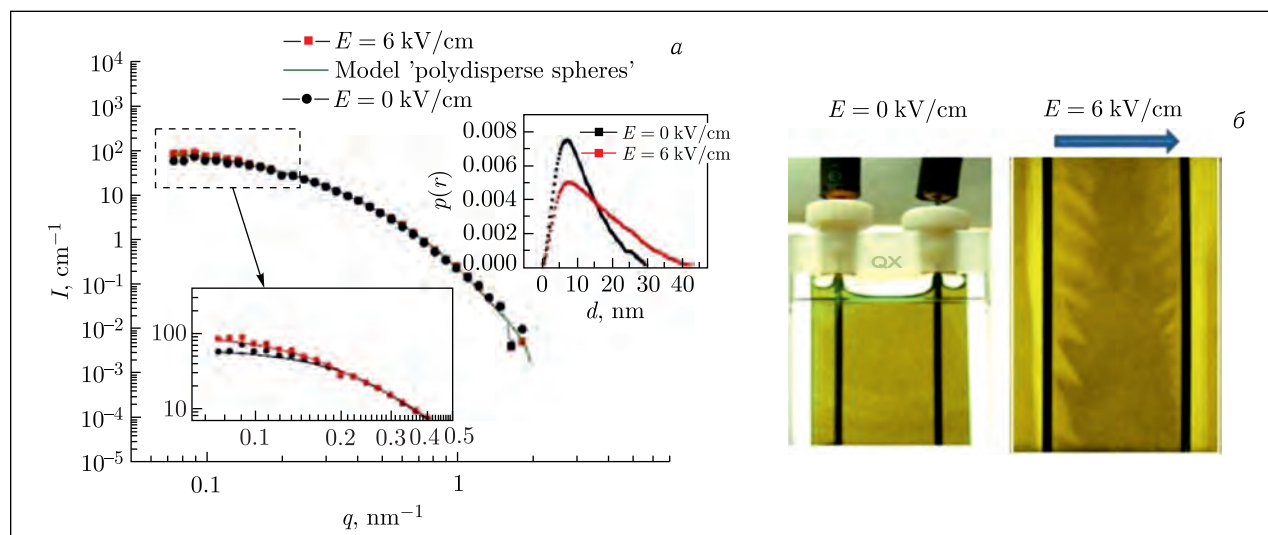


Рис. 3. Эффект внешнего электрического поля, влияющий на структуру магнитной жидкости магнетит/олеиновая кислота/трансформаторное масло, для наноуровня (малоугловое рассеяние нейтронов (ЮМО, ИБР-2), концентрация магнетита 1%) (а) и макроуровня (визуальное наблюдение фазового расслоения в кварцевой кювете (толщина 1 мм), концентрация магнетита 0,05%) (б). Вкладка на рис.а показывает восстановленные из кривых рассеяния корреляционные функции (в виде функций распределения парных расстояний) для жидкости в двух состояниях «без поля» и «с полем», которые указывают на увеличение характерного размера в результате образования агрегатов при приложении поля, а также на наличие анизотропии в форме агрегатов

тарных ячеек этих двух материалов изменяются в ходе заряда аналогичным образом, причем расширение и последующее сжатие элементарной ячейки происходит анизотропно. При заряде ячейка сначала расширяется вдоль гексагональной c -оси и несколько сжимается в

базисной плоскости (оси a и b). Ближе к концу заряда происходит резкое сжатие вдоль c -оси и некоторое расширение по осям a и b .

С помощью малоуглового рассеяния нейтронов обнаружены изменения (рис.3) в структурной организации магнитных жидкостей

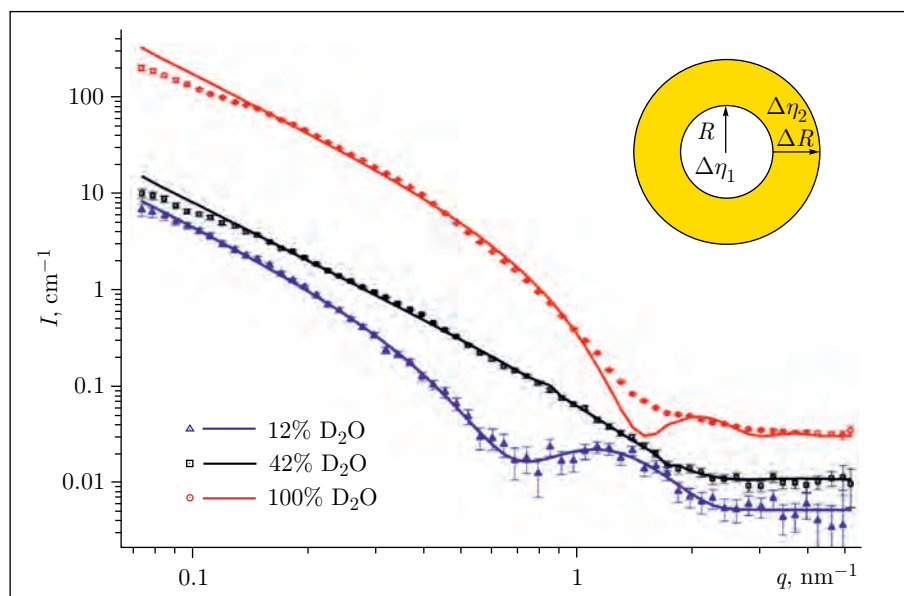


Рис. 4. Кривые малоуглового рассеяния нейтронов на фоторецепторной мембране, измеренные с вариацией контраста

тей на основе трансформаторного масла под действием внешнего постоянного и переменного электрического поля [2]. Задача выполнялась в рамках прояснения эффекта повышения напряжения пробоя в жидкостных трансформаторах при добавлении в жидкий носитель наночастиц, в частности наночастиц магнетита, стабилизированных олеиновой кислотой. Показано, что при приложении постоянного электрического поля наряду с макроскопическим фазовым разделением имеет место образование агрегатов на уровне ~ 100 нм с сильной зависимостью от напряженности поля. При выключении электрического поля система через некоторое время (порядка нескольких часов) возвращается в исходное состояние. Для переменного электрического поля показано, что при достаточно малых частотах агрегаты также образуются, однако данный процесс прекращается при превышении некоторой критической частоты. Таким образом, в дополнение к агрегационным эффектам во внешнем магнитном поле, типичным для магнитных жидкостей, обнаружена аналогичная чувствительность к электрическому полю для магнитных жидкостей на основе диэлектрических носителей, что открывает новые потенциальные возможности регулирования свойств данных комплексных систем с использованием внешних управляющих параметров. Работа выполнялась совместно с Институтом экспериментальной физики Словацкой академии наук (Кошице, Словакия), физическим факультетом Киевского национального

университета им. Т. Шевченко (Киев, Украина) и Исследовательским центром FZJ (Юлих, Германия) — Отделением нейтронных исследований (Мюнхен, Германия).

Зрительный пигмент родопсин является типичным представителем огромного семейства рецепторов, сопряженных с G-белками (GPCR). GPCR в мембране функционируют в димерном или олигомерном состоянии. Однако для родопсина и всего класса A родопсинподобных GPCR функциональная роль димерного состояния до сих пор не установлена. Супрамолекулярная организация родопсина в фоторецепторных мембранах является в настоящее время предметом острой дискуссии. Структурная организация фоторецепторной мембраны исследовалась при помощи метода малоуглового рассеяния нейтронов с вариацией контраста (рис. 4). Установлено, что родопсин имеет необычно высокую плотность упаковки в фоторецепторной мембране с расстоянием между белковыми молекулами около 56 \AA [3]. Полученные данные позволяют с высокой вероятностью предполагать мономерный характер молекул родопсина в фоторецепторной мембране.

В последнее время наблюдается большой интерес к исследованию супрамолекулярных сокристаллов типа донор–акцептор с водородными связями, имеющих широкие перспективы в качестве функциональных материалов с полупроводниковыми и/или сегнетоэлектрическими свойствами, возникающими вследствие явлений переноса электронов и протонов. Про-

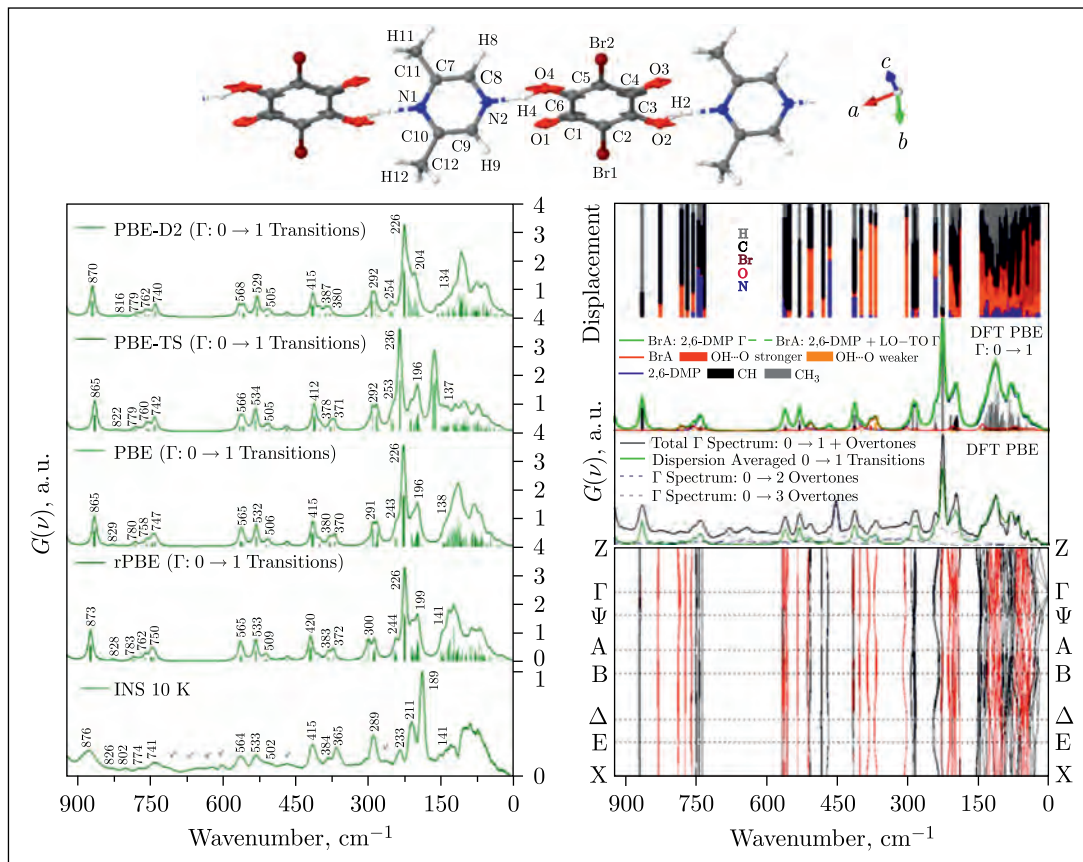


Рис. 5. Молекулярная структура, спектры неупругого рассеяния нейтронов (НЭРА, 10 К) и теоретические расчетные колебательные спектры (для переходов $0 \rightarrow 1$) BrA:2,6-DMP (1:1) в диапазоне частот ниже 925 cm^{-1} . Теоретические спектры приведены для моделей кристаллической структуры, рассчитанных как с граничными условиями (rPBE; PBE), так и в условиях полной оптимизации (PBE-TS; PBE-D). Также выборочно представлены рассчитанные фоновые дисперсионные кривые вместе с плотностью колебательных состояний, разложенных на парциальные плотности для каждого молекулярного фрагмента. Также представлен усредненный по кривым дисперсии спектр вместе с общим спектром для Γ -точки, включающим вклады от обертонов

ведено комплексное исследование кристаллической структуры и молекулярной динамики сокристалла броманилиновой кислоты: 2,6 диметипиразина (BrA:2,6-DMP) 1:1 — с помощью методов монокристаллической рентгеновской дифракции, нейтронной спектроскопии (спектрометр НЭРА) и комплементарных спектроскопических методов (рис. 5) [4]. Для интерпретации экспериментальных результатов также было проведено теоретическое моделирование. Структурный анализ показал, что исследуемая система кристаллизуется в моноклинной структуре симметрии $P2_1/c$ с четырьмя молекулярными единицами в элементарной ячейке. Кристаллическая структура содержит сетку антипараллельно ориентированных молекулярных цепочек с водородными связями (рис. 5). В ходе интермолекулярного анализа обнаружена неэквивалентность водородных связей промежуточной силы и присутствие

множественных специфических межмолекулярных сил. Теоретические расчеты с использованием приближений поверхности Хиршфелда и уменьшенного градиента плотности выявили роль слабых формирующих взаимодействий и ван-дер-ваальсовых сил в стабилизации кристаллической структуры. При анализе колебательных свойств использовались методы нейтронной и оптической спектроскопии (средний, дальний и терагерцовый диапазоны).

Теоретический анализ колебательных спектров производился в рамках теории DFT в полулокальном приближении с учетом полуэмпирических ван-дер-ваальсовых поправок. Несмотря на квазигармоническое приближение, получено хорошее согласие между теоретическими и экспериментальными спектрами. В частности, обнаружено сильное влияние диполь-дипольных взаимодействий дальнего

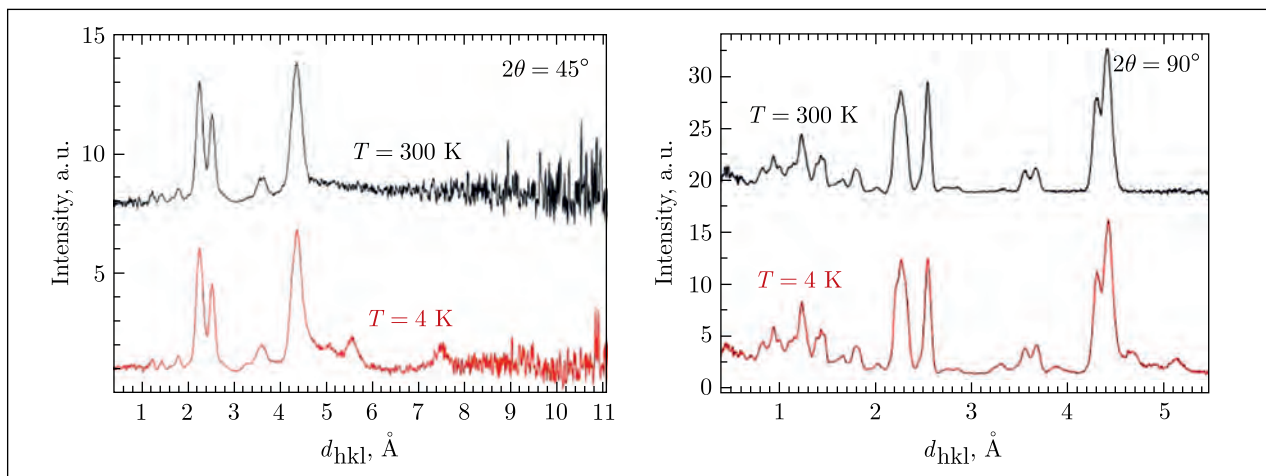


Рис. 6. Нейтронные дифракционные спектры соединения $\text{LiMn}_2\text{TeO}_6$, измеренные при углах рассеяния $2\theta = 45^\circ$ (слева) и 90° (справа)

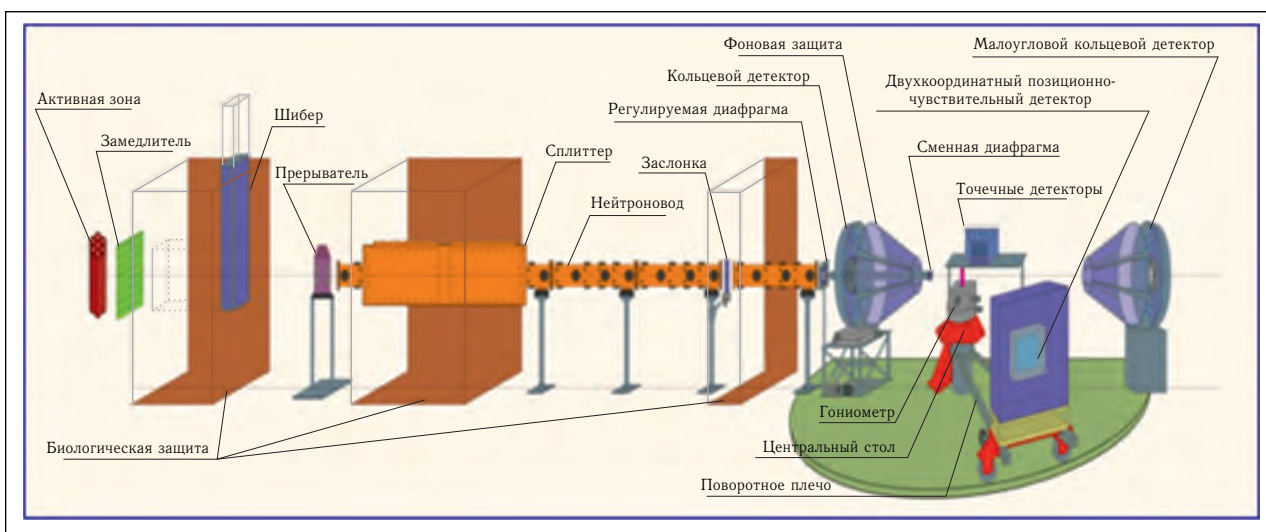


Рис. 7. Основные узлы дифрактометра RTD на реакторе ИБР-2. Показаны (слева направо): активная зона реактора и замедлитель, биологическая защита, прерыватель для уменьшения фона между импульсами реактора, сплиттер для раздвоения пучка нейтронов на два канала, зеркальный нейтроновод с заслонкой для закрытия пучка, регулируемая диафрагма на выходе нейтроновода, центральный стол с местом для образца и детекторами. Используются 4 блока детекторов: двухкоординатный ПЧД на поворотной платформе, два кольцевых детектора на малых и больших углах рассеяния и батарея ^3He -счетчиков вблизи $2\theta = 90^\circ$

порядка на инфракрасный отклик и влияние структуры на колебания с малыми волновыми числами.

Методические результаты. Продолжены работы по созданию окончательной конфигурации нового дифрактометра ДН-6. Совместно с отделом НЭО КС изготовлен второй кольцевой детектор, состоящий из 96 независимых гелиевых счетчиков. Для этого детектора были разработаны и изготовлены зарядочувствительные предусилители (96 каналов), три блока 32-канальных амплитудных дискриминаторов и 192-канальный цифровой блок сбо-

ра и накопления данных (MPD). Выполнены комплексная настройка электроники и проверка всей аппаратуры вместе с программным обеспечением дифрактометра. Проведены первые успешные методические и научные эксперименты с новой двухдетекторной системой (рис. 6).

Завершена реализация проекта создания основной конфигурации дифрактометра на канале ба для нейтронографических исследований переходных процессов в реальном времени (дифрактометр RTD — Real Time Diffractometer). Дифрактометр (рис. 7) предназначен для изучения переходных, необрати-

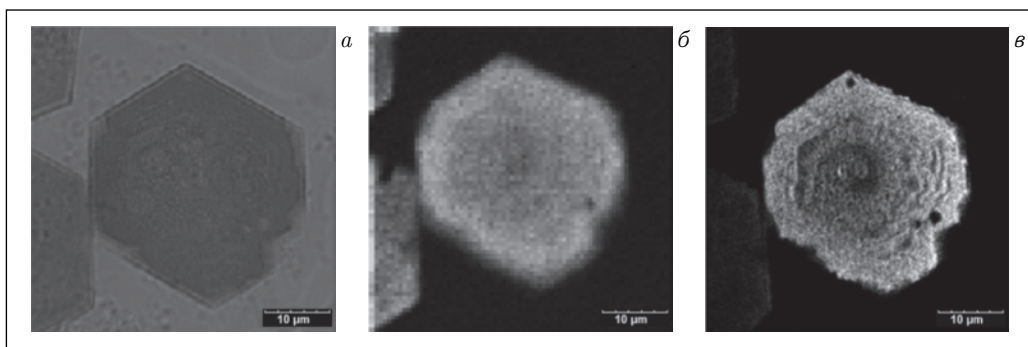


Рис. 8. Изображения кристаллов БР: а) микрофотография с микроскопа; б) рамановская карта ($\lambda_{\text{возб}} = 785 \text{ нм}$) кристалла БР; в) П-КАРС-изображение того же кристалла ($\lambda_{\text{возб}} = 915,5 \text{ нм}$, $\lambda_{\text{Ст}} = 1064 \text{ нм}$). Область сканирования — $48 \times 48 \text{ мкм}$

мых процессов с характерными временами от долей секунды до десятков минут. В благоприятных случаях временное разрешение RTD будет составлять доли миллисекунды. Созданная детекторная система — малоугловой детектор, детекторы на средних углах рассеяния $30\text{--}90^\circ$ и детектор на больших углах рассеяния совместно с доступным интервалом длин волн $0,5\text{--}20 \text{ \AA}$ — обеспечивает регистрацию дифракционных спектров в широком диапазоне межплоскостных расстояний ($d_{\text{min}}, d_{\text{max}} = (0,5\text{--}300) \text{ \AA}$). Для исследований с монокристаллами и мультислойными структурами используются трехосный гониометр и двухкоординатный ПЧД с чувствительной площадью регистрации $225 \times 225 \text{ мм}$ и пространственным разрешением $2 \times 2 \text{ мм}$.

Мультимодальная платформа рамановской и нелинейной оптической микроскопии и микроспектроскопии для исследования конденсированных сред. В 2015 г. основные усилия сектора рамановской спектроскопии (центр «Нанобиофотоника») были направлены на дальнейшее развитие и расширение возможностей по спектроскопии и микроскопии на оптической платформе «КАРС-микроскоп». Основные методы реализации современных оптических модальностей для достижения высокоселективной спектральной визуализации образцов и ультрачувствительной усиленной рамановской спектроскопии:

- поляризованное когерентное антистоксово рассеяние света (П-КАРС);
- гигантское (или поверхностно-усиленное) комбинационное рассеяние (ГКР);
- рамановское рассеяние с возбуждением на длине волны 532 нм .

Оптические характеристики модернизированной платформы позволяют получать изображения образцов в спектральном диапазоне ($1000\text{--}3580 \text{ см}^{-1}$), который охватывает все

наиболее важные колебательные моды биомолекул. В отчетный период в оптическую систему был интегрирован также лазер с диодной накачкой на длине волны 532 нм .

Визуализация мембранных белков методом поляризационной КАРС-микроскопии. В 2015 г., совместно с Институтом физики сложных систем-6 (Германия), Институтом структурной биологии Университета Гренобля (Альпы, Франция), Московским физико-техническим институтом и Институтом физиологии им. Л. А. Орбели (Армения), были начаты работы по структурным исследованиям мембранных белков методами нелинейной оптической микроскопии. Впервые получены КАРС-изображения таких белков с субмикронным разрешением и высоким контрастом.

На рис. 8 представлены сравнительные спектральные изображения кристаллов БР в режиме спонтанного комбинационного рассеяния и КАРС-микроскопии, а также их микрофотография.

Гигантское комбинационное рассеяние (ГКР): первые эксперименты. В рамках сотрудничества с партнерами из Республики Белоруссии (БГУИР и ГО «НПЦ НАН РБ по материаловедению») были получены спектры спонтанного комбинационного рассеяния и ГКР для красителя родамина R6G и белка лизоцима с использованием подложек на основе пористого кристаллического кремния.

В 2015 г. основными направлениями исследований по ГКР были:

- определение предела концентрационной чувствительности на ГКР активных подложках на основе серебра/пористого кремния (Ag/ПК);
- определение максимального коэффициента усиления на ГКР активных подложках на основе плазмонных структур Si/SiO₂/(Ag).

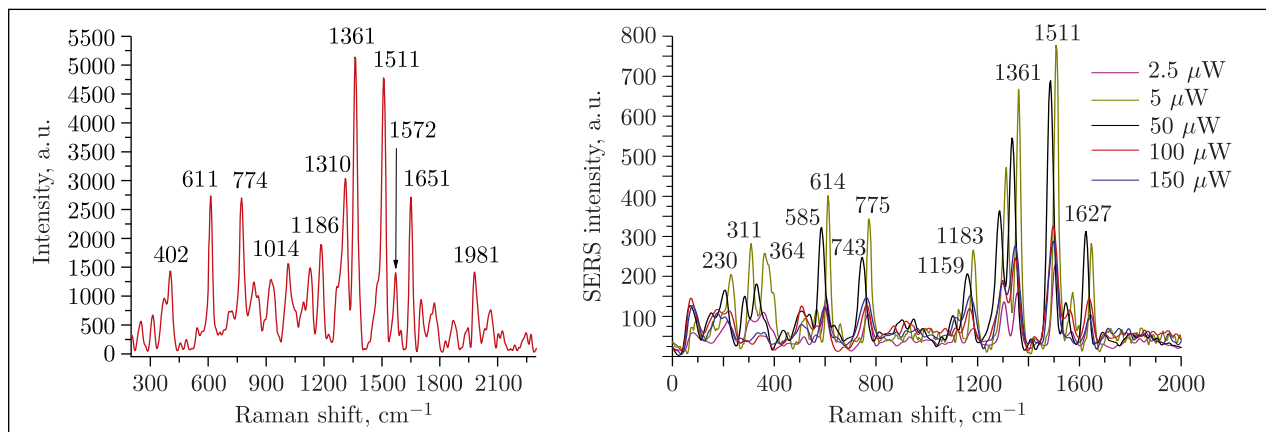


Рис. 9. Слева: рамановский спектр 10^{-2} М раствора родамина R6G (контроль); справа: ГКР-спектр 10^{-6} М раствора R6G на плазмонных структурах Si/SiO₂/(Ag) с временем травления 35 мин

Плазмонные структуры типа Si/SiO₂/(Ag). Также для ГКР-исследований были использованы плазмонные структуры Si/SiO₂/(Ag), изготовленные по ионно-трековой технологии. Полученные результаты приведены на рис.9. Получен фактор усиления рамановского сигнала на уровне 10^7 – 10^8 (рис.9 справа). Результаты исследований показали, что наилучшей плазмонной структурой является подложка с временем травления 35 мин. При этом оптимальная мощность лазерного излучения составляет порядка 5 мкВт.

Фото- и ап-конверсионная люминесценция оксифторидной наностеклокерамики, допированной РЗЭ. В 2015 г. в рамках международного сотрудничества с Институтом физики твердого тела Латвийского университета (Рига), с Белорусским государственным технологическим университетом (Минск) и Институтом физики твердого тела

и полупроводников (Минск) были исследованы структурные и спектральные характеристики оксифторидных стекол, активированных ионами европия и иттербия с различными молярными концентрациями.

Люминесцентные характеристики. Получены спектры фотолюминесценции исходных и термообработанных стеклокерамик при возбуждении лазерным излучением на длинах волн 325, 405 и 457 нм, а также ксеноновой лампой на длине волны 440 нм. При всех длинах волн возбуждения наблюдалась ярко выраженная эмиссия фотонов с максимумом в красной области, характерная для $4f$ – $4f$ -переходов иона Eu^{3+} .

Спектры ап-конверсионной люминесценции были зарегистрированы на КАРС-микроскопе при длине волны возбуждающего лазера 976 нм, соответствующей максимуму значения коэффициента поглощения иона Yb^{3+} .

НЕЙТРОННАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

В 2015 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; γ -спектроскопия нейтронно-ядерных взаимодействий; структура атомного ядра; получение новых данных для реакторных приложений и для ядерной астрофизики; эксперименты с ультрахолодными нейтронами; прикладные работы, связанные с применением нейтронно-

го активационного анализа. Успешно реализуется научная программа по исследованию неупругого рассеяния быстрых нейтронов, выделенная в отдельный проект TANGRA. Ряд экспериментов в области фундаментальной физики и физики ультрахолодных нейтронов проводился на установках ядерных центров Германии, Китая, США, Франции, Швейцарии.

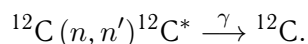
Особенно следует отметить четкое выполнение запланированных работ по модернизации установки ИРЕН, направленных на то, чтобы в 2016 г. ускоритель работал в составе двух ускоряющих секций.

Модернизация установки ИРЕН. В апреле–мае 2015 г. на установке ИРЕН группой сотрудников ЛФВЭ и ЛНФ совместно со специалистами компании «Dawonsys» (Республика Корея) была проведена финальная стадия монтажа и наладки двух комплектов новых модуляторов для питания мощных импульсных клистронов — источников СВЧ-мощности ускоряющей системы ускорителя ЛУЭ-200, который является драйвером импульсного источника резонансных нейтронов. Запуск в работу модуляторов, способных формировать в нагрузке электрические импульсы с мощностью до 180 МВт и средней мощностью до 180 кВт, позволит вдвое повысить среднюю энергию ускоряемых электронов и обеспечить работу ускоряющей системы с частотой циклов до 120 Гц, что более чем на порядок увеличит мощность ускоренного пучка и, соответственно, выход нейтронов из облучаемой мишени источника ИРЕН.

Были проведены эксперименты по сравнению выходов нейтронов с вольфрамовой и урановой неразмножающими мишенями. Ускоритель работал в составе одной ускоряющей секции, с новым модулятором DAWONSYS и клистроном TH2129 Thomson 17 MW. При одинаковых режимах работы ускорителя выигрыш на мишени из урана-238 составил 2,6 раза.

К настоящему времени установлена вторая секция ускорителя, ведутся работы по ее подключению.

Экспериментальные и методические исследования. Измерение углового распределения γ -квантов с энергией 4,43 МэВ, образующихся при неупругом рассеянии нейтронов с энергией 14,1 МэВ на ядрах углерода. Одним из первых экспериментов, намеченных в рамках выполнения проекта TANGRA (TAGged Neutrons and Gamma RAys), является измерение угловых корреляций γ -квантов и нейтронов, образующихся в реакции неупругого рассеяния нейтронов с энергией 14,1 МэВ на ядрах углерода:



Результат данного эксперимента позволит не только произвести корректное сравнение с экспериментальными данными, полученными ранее в опытах по исследованию характеристик этой реакции и существенно отличающимися между собой, но и получить информацию о механизме процесса неупругого рассеяния быстрых нейтронов на ядрах углерода. Следует отметить, что в рамках проекта TANGRA

предполагается осуществить целый цикл экспериментов, посвященных детальному изучению реакций неупругого рассеяния быстрых нейтронов на ядрах ^{12}C , ^{14}N , ^{16}O , ^{27}Al , ^{56}Fe , ^{37}Cl , ^{32}P и др. с использованием метода меченых нейтронов (ММН). Кроме этого, интерес к изучению данных реакций продиктован также необходимостью решения многих прикладных задач, базирующихся на использовании ММН и связанных с минералогией и геологией Земли, с определением элементного состава горных пород, а также с созданием алгоритмов и приборов для обнаружения скрытых опасных веществ (взрывчатых, наркотических и сильнодействующих отравляющих веществ).

На рис. 10, а приведена схема экспериментальной установки, а на рис. 10, б — ее общий вид.

В качестве источника нейтронов с энергией 14,1 МэВ использовался портативный нейтронный генератор ИНГ-27, разработанный и изготавливаемый Всероссийским институтом автоматики им. Н. Л. Духова (ВНИИА). Для формирования потока меченых нейтронов внутри генератора расположен кремниевый двухсторонний стриповый детектор, содержащий по восемь взаимно-перпендикулярных стрипов на каждой его стороне, которые образуют матрицу 8×8 с размером каждого элемента (пикселя) 4×4 мм. Полный размер чувствительной области 64-элементного α -детектора составляет 32×32 мм. α -детектор расположен на расстоянии 62 мм от тритиевой мишени нейтронного генератора и предназначен для регистрации α -частиц с энергией 3,5 МэВ, образующихся в реакции $d + t \rightarrow \alpha(3,5 \text{ МэВ}) + n(14,1 \text{ МэВ})$.

В качестве детекторов характеристического ядерного γ -излучения с энергией 4,43 МэВ использовались 22 детектора γ -квантов на основе кристаллов NaI(Tl), выполненных в виде шестигранников: расстояние между гранями кристалла — 85 мм, высота кристалла — 200 мм. Детекторы γ -квантов располагались перпендикулярно к горизонтальной плоскости по окружности радиусом 370 мм, в центре которой находилась углеродная мишень. Угол между осями двух соседних кристаллов NaI(Tl) в горизонтальной плоскости составлял 15° .

В эксперименте для каждого детектора были определены числа зарегистрированных событий, соответствующие пикам полного поглощения γ -квантов с энергией 4,43 МэВ, зарегистрированных в совпадении с центральным пикселем детектора α -частиц. Затем по-

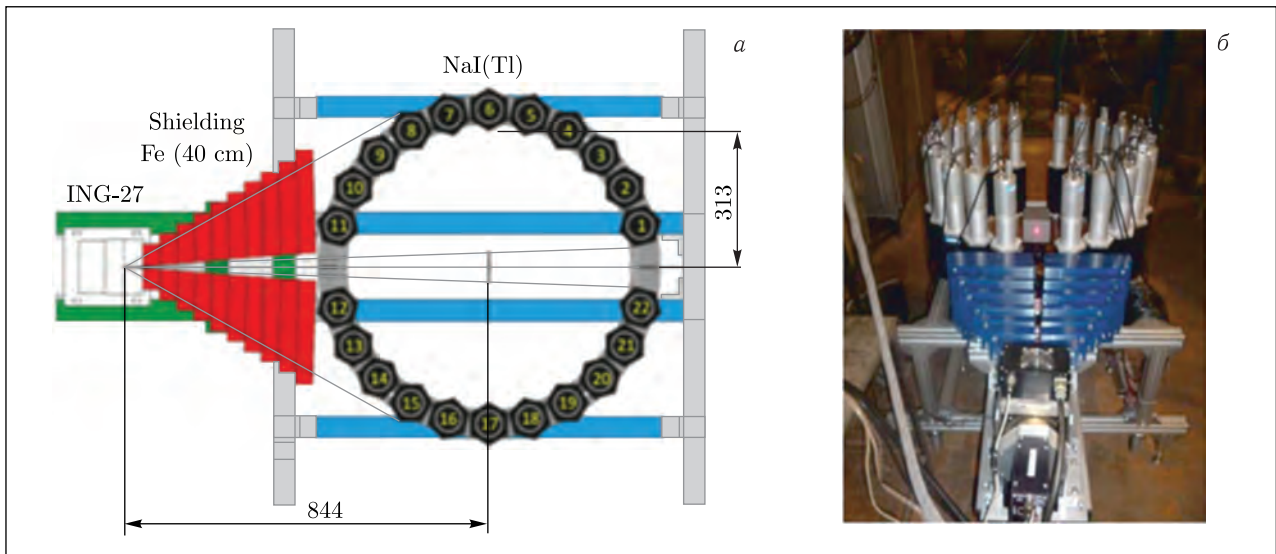


Рис. 10. а) Схема экспериментальной установки; б) общий вид установки

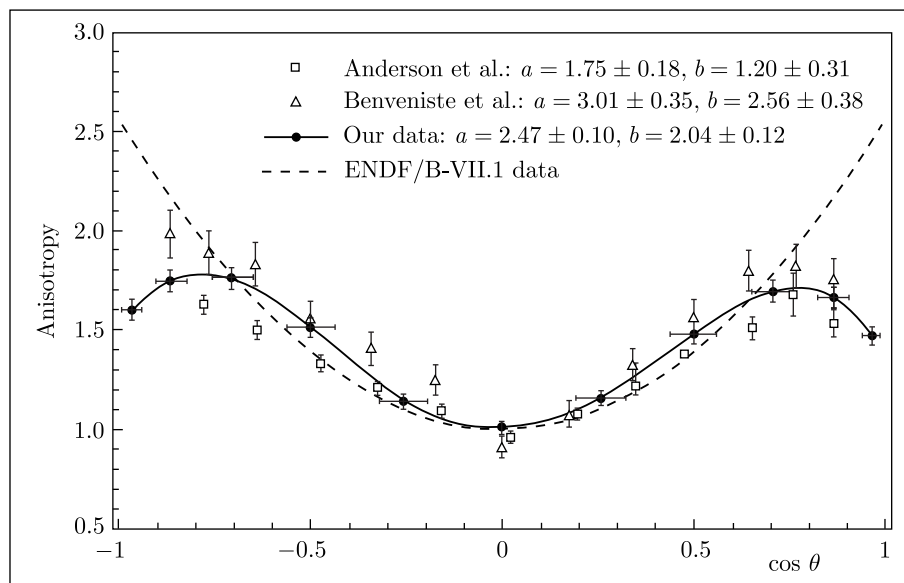


Рис. 11. Угловая зависимость параметра анизотропии, полученная из экспериментальных данных, в сравнении с оцененными и другими экспериментальными данными

лученное число событий было усреднено для каждой пары γ -детекторов, симметрично расположенных под определенным полярным углом относительно оси центрального меченого пучка нейтронов.

Для количественного описания анизотропии углового распределения γ -квантов, образующихся в реакции неупругого рассеяния, используется параметр анизотропии W , определяемый как отношение числа событий, зарегистрированных детектором, расположенным под углом θ , к числу событий, зарегистрированных детектором, расположенным под углом 90° :

$$W(\theta) = 1 + a \cos^2 \theta - b \cos^4 \theta.$$

На рис. 11 представлена зависимость параметра анизотропии испускания γ -квантов из реакции неупругого рассеяния нейтронов на ядрах углерода от полярного угла θ , полученная по результатам обработки экспериментальных данных. Ошибки по углу θ (угловое разрешение детекторов) были получены методом Монте-Карло при помощи пакета Geant4. Установленную угловую зависимость можно описать, используя вышеуказанную формулу с параметрами $a = 2,47 \pm 0,10$ и $b = 2,04 \pm 0,12$. Также на рисунке приведено сравнение с экспериментальными данными, полученными в других работах, и с расчетной кривой из библиотеки ENDF/B-VII.1.

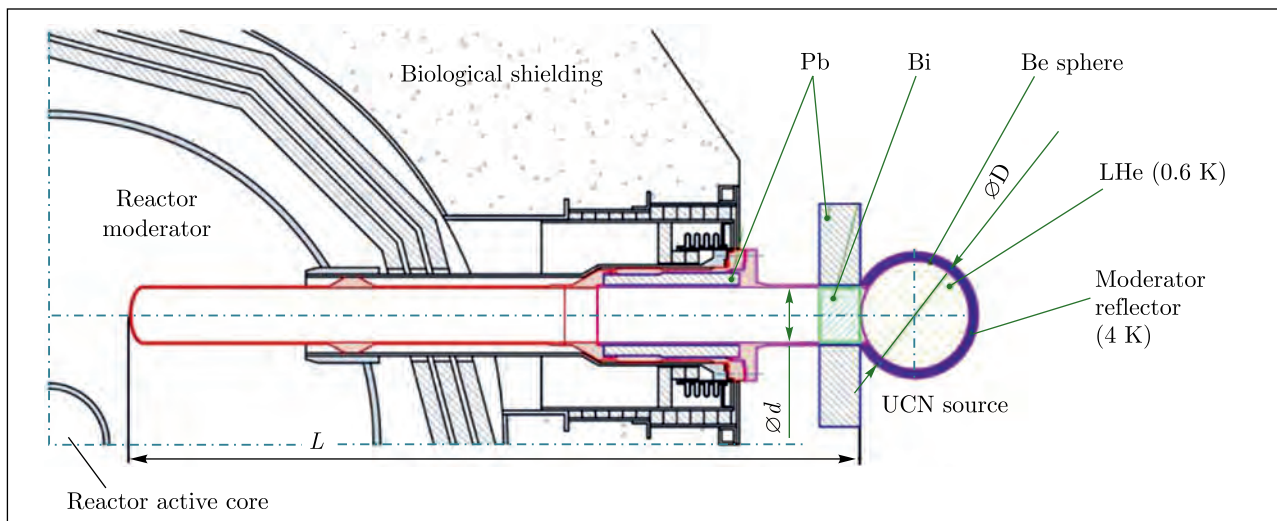


Рис. 12. Схема возможного расположения источника УХН на одном из каналов тепловых нейтронов реактора ПИК

Расчет источника УХН нового типа на выведенном пучке тепловых нейтронов.

Был проведен подробный расчет параметров источника ультрахолодных нейтронов (УХН) нового типа, который основан на новом методе получения УХН в гелиевом источнике. Основная идея метода впервые была изложена в работе [5] и заключается в том, что гелиевый источник УХН устанавливается в пучок тепловых нейтронов и окружается замедлителем-отражателем, являющимся источником холодных нейтронов, из которых производятся УХН. При этом поток холодных нейтронов в источнике может в несколько раз превышать поток входящих в источник нейтронов за счет их многократного отражения от замедлителя-отражателя.

Источник подобного типа должен устанавливаться вплотную к биологической защите реактора. На рис. 12 показана схема расположения источника на одном из каналов реактора ПИК.

Были проведены расчеты параметров источника с замедлителем-отражателем из твердого метана и жидкого дейтерия. Эти расчеты показали, что при установке такого источника УХН с метановым замедлителем на пучке тепловых нейтронов реактора ПИК можно получить плотность УХН $\sim 1 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$ в источнике при производительности источника УХН $\sim 2 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1}$, что, соответственно, в 1000 и 20 раз больше, чем на самом интенсивном в настоящее время источнике УХН. При этом плотность УХН в источнике с дейтериевым замедлителем может составлять $\sim 2 \cdot 10^5 \text{ см}^{-3}$ при производительности источника УХН $\sim 8 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1}$.

Также были проведены расчеты тепловыделения в источнике УХН, которые показали, что при достижении указанных выше параметров мощность тепловыделения будет находиться в пределах 1–2 Вт, что позволяет реализовать предложенную концепцию источника на практике.

Аналитические исследования на реакторе ИБР-2. Развитие экспериментальной базы сектора НАА.

В подотчетный период в СНААПИ продолжалась разработка пакета программ для комплексной автоматизации многоэлементного НАА на реакторе ИБР-2 [6], завершён монтаж и успешно эксплуатируются три устройства автоматической смены образцов для автоматизации массовых измерений спектров облученных образцов на трех детекторах.

Анализ материала внеземного происхождения. В 2015 г. совместно с Университетом им. А. Мицкевича в г. Познань (Польша) проведена работа по поиску космической пыли в торфяных колонках Сибири в районе падения тунгусского метеорита. Датирование слоев торфяных колонок было проведено в Польше. Результаты анализа обработаны, и готовится их публикация. С помощью электронной сканирующей микроскопии и энергодисперсионной спектроскопии (EDAX) проанализированы образцы мха, собранного в Арктике (Северная Норвегия) и Антарктике (остров Короля Георга). Частицы, выявленные с помощью методов электронной микроскопии, а также оценка результатов НАА позволяют сделать вывод об их происхождении, что будет способствовать выработке критериев для

идентификации частиц космического происхождения. Проведен многоэлементный анализ метеоритов неизвестной природы, полученных из Италии. Результаты НАА и использование статистических методов многомерного анализа для их обработки позволили определить вид метеоритного вещества: железистые хондриты

и углистые хондриты. Результаты проведенных исследований были доложены и обсуждались на международной конференции, организованной ЛРБ ОИЯИ, «Современные направления в радиобиологии и астробиологии» 28–30 октября 2015 г. в Дубне [7].

ИМПУЛЬСНЫЙ РЕАКТОР ИБР-2

Эксплуатация исследовательской ядерной установки ИБР-2 осуществляется на основании лицензии Ростехнадзора № ГН-03-108-2614 от 27.04.2012 г. и лицензии Ростехнадзора № ГН-03-108-2871 от 30.04.2014 г.

С января 2015 г. проводились регулярные циклы работы ИБР-2 при мощности 2 МВт

для научных экспериментов с функционированием замедлителя КЗ 202 в водяном или криогенном режиме в соответствии с планом-графиком физического пуска замедлителя.

В таблице представлены данные по работе ИЯУ ИБР-2 для физического эксперимента.

Данные по работе ИБР-2 для физического эксперимента

№ цикла	Период	Режим работы замедлителя	Время работы реактора для физического эксперимента, ч
1	19.01–02.02	Водяной	326
2	11.02–21.02	Криогенный	230
3	11.03–21.03	Криогенный	240
4	30.03–16.04	Водяной	330
5	13.05–27.05	Водяной	336
6	28.09–09.10	Водяной	264
7	19.10–02.11	Водяной	267
8	09.11–23.11	Водяной	326
9	07.12–21.12	Водяной	327
Всего:			2646

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ И СОЗДАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРОВ ИБР-2

Комплекс замедлителей нейтронов. В 2015 г. продолжались работы и исследования на специальном испытательном стенде шарикового криогенного замедлителя с участком подъема в 40° в направлении экспериментальных каналов № 4–6. Оборудование и программное обеспечение стенда показали стабильную и безотказную работу на протяжении всех экспериментов и в будущем будут использованы в составе реального замедлителя КЗ 201.

Детекторы и электроника. Для экспериментальных исследований с быстрыми

нейтронами разработан, изготовлен и протестирован новый спектрометр на базе протонного телескопа (ПТ), в котором измерения энергетических распределений потоков нейтронов осуществляются путем измерений кинетической энергии упругорассеянных на малые углы протонов отдачи в результате (n, p) -взаимодействия в газовой водородосодержащей среде (детальное описание ПТ содержится в отчете по теме за 2012 г., а также в патенте ОИЯИ <http://www.freepatent.ru/images/patents/13/2445649/patent-2445649.pdf>). Новые версии ПТ, электроники и программного обеспе-



Рис. 13. Электродная система нового протонного телескопа

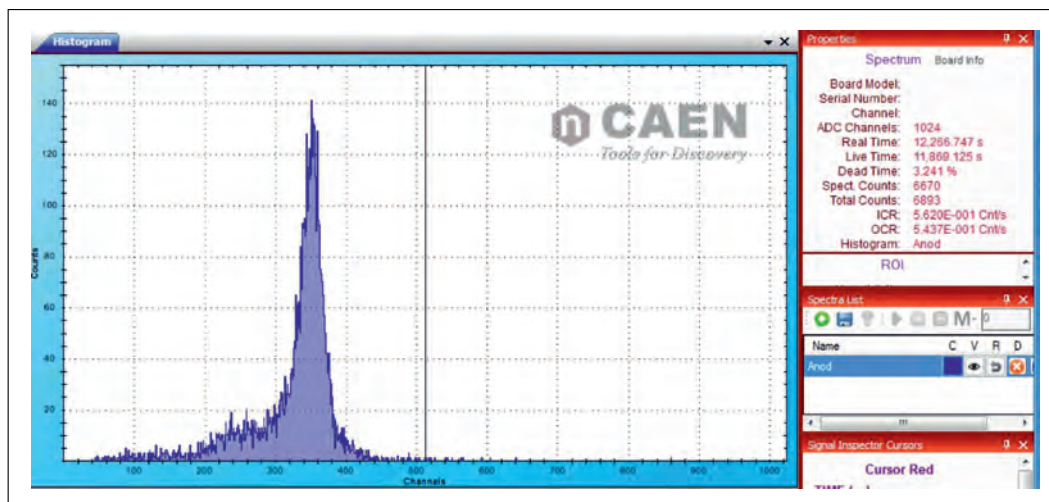


Рис. 14. Спектр пучка нейтронного генератора ИНГ-07, измеренный с помощью ПТ (энергия нейтронов 2,5 МэВ, состав газовой смеси: 500 мбар CH_4)

чения были разработаны в соответствии с протоколом № 4519-4-15/17 от 15.06.2015 г. между ОИЯИ и Национальным институтом исследований ядерного синтеза (Тэджон, Республика Корея), где планируется использование спектрометра для диагностики реактора на основе ядерного синтеза

(установка KSTAR). В ЛНФ он будет использоваться для измерения спектров быстрых и резонансных нейтронов нейтронопроизводящих мишеней ИРЕН и ЭГ-5. На рис. 13, 14 показаны электродная система ПТ и спектр пучка от нейтронного генератора ИНГ-07.

КОНФЕРЕНЦИИ И ШКОЛЫ

С 25 по 29 мая в Доме международных совещаний ОИЯИ прошел 23-й Международный семинар по взаимодействию нейтронов с ядрами (23rd International Seminar on Interaction of Neutrons with Nuclei: Fundamental Interactions & Neutrons, Nuclear Structure, Ultracold Neutrons, Related Topics

(ISINN-23)). Семинар организуется ежегодно Лабораторией нейтронной физики ОИЯИ в конце мая. В 2015 г. он был посвящен 100-летию со дня рождения выдающегося советского физика, одного из основателей ЛНФ — члена-корреспондента АН СССР Ф. Л. Шапиро.

В семинаре приняли участие около 70 сотрудников из различных лабораторий ОИЯИ, около 40 ученых из России и СНГ и около 20 представителей широкого набора стран: Болгарии, Великобритании, Вьетнама, Германии, Ирана, Румынии, Сербии, Словакии, Франции и США. Всего за 4 рабочих дня участники представили 60 устных и 50 стендовых сообщений по теме семинара.

С 30 августа по 4 сентября в Сарагосе (Испания) состоялась 6-я Европейская конференция по нейтронному рассеянию (ECNS-2015). Европейская конференция по нейтронному рассеянию организуется каждые 4 года с целью обсуждения научным сообществом последних разработок и достижений во всех отраслях науки, в которых используется рассеяние нейтронов, а также для обмена опытом. Ранее конференция уже проходила в Интерлакине (1996 г.), Будапеште (1999 г.), Монпелье (2003 г.), Лунде (2007 г.) и Праге (2011 г.). В 2015 г. ОИЯИ на конференции представила делегация из 20 сотрудников ЛНФ. Докладчики из ЛНФ представили результаты своих исследований как в виде устных выступлений, так и постерных докладов.

В рамках конференции также была организована выставка, на которой были представлены основные мировые нейтронные центры. В 2015 г. впервые о себе заявила и Лаборатория нейтронной физики. Участники конференции проявили большой интерес к спектрометрам реактора ИБР-2 и исследованиям, проводимым на них.

С 11 по 15 октября в Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) состоялась международная конференция «Condensed Matter Research at the IBR-2» (CMR-2015). Она была посвящена памяти Федора Львовича Шапиро, внесшего значительный вклад в развитие научных направлений и базовых установок ЛНФ им. И. М. Франка.

В работе конференции приняли участие более 120 человек из научных организаций и вузов РФ, Азербайджана, Белоруссии, Болгарии, Вьетнама, Германии, Латвии, Молдавии, Монголии, Румынии, Сербии, Словакии, Украины.

С 9 по 14 ноября в ЛНФ была организована и успешно проведена VI Международная молодежная научная школа «Приборы и методы экспериментальной ядерной физики. Электроника и автоматика экспериментальных установок». Школа была организована при поддержке дирекции ОИЯИ и полномочного представителя Правительства Республики Казахстан в ОИЯИ. 72 слушателя из стран-участниц ОИЯИ (Белоруссия, Казахстан, Украина, Россия) приняли участие в работе школы. Самые представительные группы участников прибыли из Дубны, Обнинска, Харькова, Астаны, Москвы, Алма-Аты, Томска, Димитровграда. Слушателями школы стали студенты 4-го курса (28 человек), 5-го и 6-го (27 человек, из них 7 магистрантов), 3-го (7 человек) и 2-го курса (3 человека), 4 аспиранта, а также 3 научных сотрудника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Kozlenko D. P. et al.* Competing Magnetic States in Multiferroic YMn_2O_5 at High Pressure // *Phys. Rev. B.* 2015. V. 92. P. 134409-1–134409-7.
2. *Rajnak M. et al.* Direct Observation of Electric Field Induced Pattern Formation and Particle Aggregation in Ferrofluids // *Appl. Phys. Lett.* 2015. V. 107. P. 073108.
3. *Фельдман Т. Б. и др.* Исследование супрамолекулярной организации зрительного пигмента родопсина в фоторецепторной мембране методом малоуглового рассеяния нейтронов с вариацией контраста // *Докл. РАН.* 2015. Т. 465, № 5. С. 1–5.
4. *Łuczyńska K. et al.* Experimental (X-Ray, ^{13}C CP/MAS NMR, IR, RS, INS, THz) and Solid-State DFT Study on (1:1) Co-Crystal of Bromanilic Acid and 2,6-Dimethylpyrazine // *J. Phys. Chem. B.* 2015. V. 119. P. 6852–6872.
5. *Lychagin E. V. et al.* <http://www.hindawi.com/journals/ahep/2015/547620/>. 2015.
6. *Pavlov S. S., Frontasyeva M. V., Dmitriev A. Yu.* Automation of Reactor Neutron Activation Analysis // *Intern. Atomic Energy Agency's Third Research Coordination Meeting on Development of an Integrated Approach to Routine Automation of NAA (CRP 1888)*, Vienna, June 22–26, 2015.
7. *Frontasyeva M. V.* Neutron Activation Analysis and Microscopy of Extraterrestrial Materials // *Intern. Conf. "Modern Trends in Radiobiology and Astriobiology"*, Dubna, Oct. 28–30, 2015.



ЛАБОРАТОРИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В 2015 г. Лабораторией информационных технологий в рамках направления «Сети, компьютеринг, вычислительная физика» проводились исследования по двум темам первого приоритета: «Информационно-вычислительная инфраструктура ОИЯИ» и «Методы, алгоритмы и программное обеспечение для моделирования физических систем, математической обработки и анализа экспериментальных данных». В рамках сотрудничества с другими лабораториями ОИЯИ ученые ЛИТ принимали участие в исследованиях по 30 темам Проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ. Деятельность ЛИТ призвана обеспечить развитие сетевой информационно-вычислительной инфраструктуры, математическое и программное обеспечение научно-производственной деятельности Института и стран-участниц ОИЯИ на базе современных информационных и вычислительных технологий.

26 марта в ЛИТ состоялась презентация центра уровня Tier-1 для обработки данных эксперимента CMS на Большом адронном коллайдере. Данный центр является базовой установкой ОИЯИ и создает условия

физикам Института, стран-участниц, коллаборации RDMS-CMS для полномасштабного участия в обработке и анализе данных, поступающих с эксперимента CMS.

На базе Центрального информационно-вычислительного комплекса ОИЯИ развивается многофункциональный центр хранения, обработки и анализа данных, призванный обеспечить широкий спектр возможностей пользователям на основе входящих в него компонентов: грид-инфраструктур уровня Tier-1 и Tier-2 для поддержки экспериментов на LHC (ATLAS, ALICE, CMS, LHCb), FAIR (CBM, PANDA) и других масштабных экспериментов (NICA); вычислительного кластера общего назначения; инфраструктуры облачных вычислений; вычислительного кластера с гетерогенной архитектурой HybriLIT; учебно-исследовательской инфраструктуры для распределенных и параллельных вычислений.

В 2015 г. сотрудниками Лаборатории информационных технологий опубликовано 155 научных работ в реферируемых научных изданиях, представлено 30 докладов на международных и российских конференциях.

ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ОИЯИ

В 2015 г. в лаборатории продолжены работы, связанные с развитием и обеспечением надежного функционирования сетевой и информационно-вычислительной инфраструктуры ОИЯИ. Ее основными элементами являются телекоммуникационные каналы связи, локальная вычислительная сеть

(ЛВС), вычислительный комплекс и базовое программное обеспечение, в том числе на основе облачных, грид- и гибридных технологий, объединяющее информационно-вычислительные ресурсы Института в единую, доступную для всех пользователей среду.

Телекоммуникационные каналы связи ОИЯИ. В 2015 г. поддерживалась надежная работа высокоскоростного канала связи Дубна–Москва. Для связи с научными сетями и сетью Интернет использовались следующие каналы связи: LHCOPN/ЦЕРН (10 Гбит/с), LHCONE/ЦЕРН (10 Гбит/с), RUNNet (10 Гбит/с), RBnet (10 Гбит/с), eApena (10 Гбит/с). Пропускная способность резервного канала связи постоянно поддерживается на уровне 10 Гбит/с. Проработана возможность модернизации внешнего канала ОИЯИ–Москва для передачи данных на скорости 100 Гбит/с. Распределение входящего (превышающего 3 Тбайт) и исходящего трафика по подразделениям ОИЯИ в 2015 г. приведено в табл. 1. Общий входящий трафик ОИЯИ, включая серверы общего назначения, Tier-1, Tier-2 и вычислительный комплекс, составил в 2015 г. 4,3 Пбайт (3,3 Пбайт в 2014 г.). Процентное распределение входящего трафика по категориям приведено в табл. 2.

Таблица 1

Подразделение	Входящий трафик, Тбайт	Исходящий трафик, Тбайт
ЛЯП	107,45	48,49
ЛФВЭ	74,46	66,31
Серверы общего доступа	60,29	11,11
ЛИТ	52,08	27,19
ЛНФ	42,98	57,24
ГРК	25,47	4,4
ЛЯР	23,61	4,12
ЛТФ	23,22	16,35
Управление	20,92	61,44
Узел удаленного доступа	19,65	5,09
Университет «Дубна»	12,12	8,38
VG Computers	11,9	1,64
ОАО «НПК Дедал»	10,98	4,46
МСЧ-9	9,84	1,02
ЛРБ	7,01	2,86
ООО «НПО Атом»	3,76	0,33

Создание центра Tier-1 в ОИЯИ потребовало высокоскоростной надежной сетевой инфраструктуры с выделенным резервируемым каналом в ЦЕРН (LHCOPN). Пропускная

способность LHCOPN между Tier-0–Tier-1 и между Tier-1–Tier-1 составляет 10 Гбит/с.

Локальная вычислительная сеть ОИЯИ. В 2015 г. были продолжены работы по развитию и совершенствованию сетевых компонентов ИТ-структуры ОИЯИ, призванные повысить эффективность работы сотрудников Института. 10-гигабитная сеть покрыла 80 % сетевого оборудования лабораторий ОИЯИ. В рамках поддержки пользовательской компьютерной среды произведены плановые работы по усовершенствованию mail, webmail, проху, e-lib и сервисов авторизации. Так, осуществлялся переход подразделений ОИЯИ на единую общеинститутскую почтовую службу user@jinp.ru, на площадках ОИЯИ начал функционировать авторизованный Wi-Fi, а также сервисы edugoat и VPN для работы удаленным образом за пределами сети Института.

ЛВС ОИЯИ содержит 7806 сетевых элементов и 12555 IP-адресов. На 2015 г. зарегистрировано 4129 пользователей сети, более 1500 пользователей сервиса mail.jinp.ru, 1480 пользователей электронных библиотек и 641 пользователь сервиса удаленного доступа.

Многофункциональный центр хранения, обработки и анализа данных. В 2015 г. продолжены работы по созданию многофункционального информационно-вычислительного комплекса в ОИЯИ. Основная задача комплекса — расширение набора вычислительных сервисов, представляемых пользователям.

Главными компонентами комплекса являются:

- автоматизированная система обработки данных эксперимента CMS на Большом адронном коллайдере уровня Tier-1;
- грид-система уровня Tier-2 для поддержки экспериментов на Большом адронном коллайдере (ATLAS, ALICE, CMS, LHCb), FAIR (PANDA) и других масштабных экспериментов и проектов в рамках всемирной грид-инфраструктуры;
- высокопроизводительная система вычислений (в том числе параллельных) вне рамок гетерогенных и грид-систем;
- гетерогенный вычислительный комплекс;
- облачная среда.

Таблица 2

Научно-образовательные сети	Файлообмен (p2p)	Веб-ресурсы	Социальные сети	Программное обеспечение	Мультимедиа
91,33 %	4,86 %	2,77 %	0,67 %	0,36 %	0,01 %

Грид-среда ОИЯИ. В 2015 г. запущен в эксплуатацию центр уровня Tier-1 для эксперимента CMS на Большом адронном коллайдере [1]. Он является одним из восьми центров такого уровня в мире. При его создании была разработана инженерная инфраструктура (система бесперебойного электропитания, климат-контроля и др.), высокоскоростная надежная сетевая инфраструктура с выделенным резервируемым каналом в ЦЕРН (LHCOPN), вычислительная система (2400 вычислительных ядер) и система хранения на базе дисковых массивов (2,4 Пбайт), а также роботизированной ленточной библиотеки большой емкости (5 Пбайт). Введенные в эксплуатацию системы обеспечивают 100 %-ю надежность и доступность центра. Опыт, приобретенный в ЛИТ при создании центра Tier-1, будет использован при разработке и внедрении информационно-вычислительной среды хранения и обработки данных мегапроекта NICA и других масштабных проектов стран-участниц ОИЯИ. В 2015 г. на этом центре выполнено 1 362 474 задачи, а нормированное время ЦПУ составило 141 753 061 ч в единицах HEPSpec06. На рис. 1 представлен вклад мировых центров Tier-1 в обработку данных эксперимента CMS за последние месяцы 2015 г. Сайт ОИЯИ занимает одно из лидирующих мест в мире по производительности.

В 2015 г. продолжалась работа в рамках крупномасштабных грид-проектов: «Всемирный вычислительный грид для ЛHC» (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->

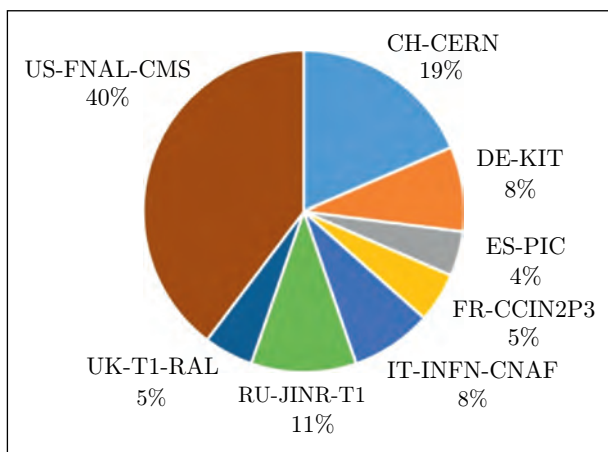


Рис. 1. Использование центров Tier-1 в эксперименте CMS

inspire/). Вычислительный кластер 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. В настоящее время вычислительный кластер состоит из 2560 64-битных процессоров и системы хранения данных общей емкостью 1800 Тбайт. Центральный маршрутизатор сети кластера соединен с основным маршрутизатором сети ОИЯИ на скорости 10 Гбит Ethernet. Основными пользователями грид-ресурсов ОИЯИ являются виртуальные организации всех экспериментов на ЛHC. В 2015 г. на этом сайте было выполнено 4 666 405 задач, затраты процессорного времени при этом составили 171 418 826 ч в единицах HEPSpec06. На рис. 2 представлено использование грид-сайта JINR-LCG2 виртуальными организациями, входящими в RDIG/WLCG/EGI.

За 2015 г. системы хранения данных грид-центра ОИЯИ, включающего в себя сайт 2-го уровня JINR-LCG2 и сайт 1-го уровня JINR-T1 (в терминологии глобальной инфраструктуры проекта WLCG) были востребованы в глобальной инфраструктуре WLCG следующим образом: объем данных, переданных из ОИЯИ по всем мировым сайтам WLCG (США, Франция, Швейцария, Канада и др.), по эксперименту CMS составил 3215 Тбайт и по эксперименту ATLAS — 308 Тбайт, а объем полученных ОИЯИ данных составил 3052 Тбайт по эксперименту CMS и 351 Тбайт — по эксперименту ATLAS.

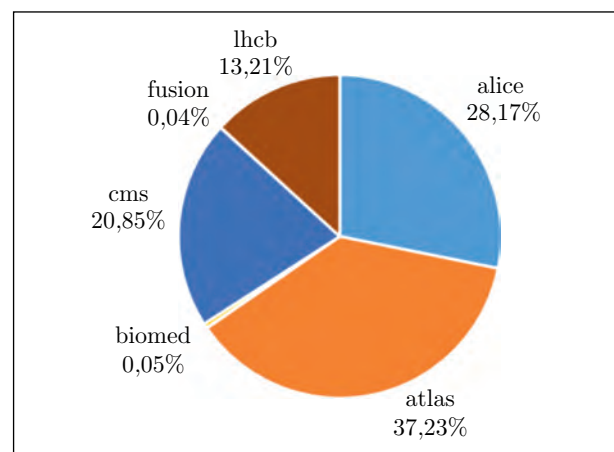


Рис. 2. Использование грид-сайта JINR-LCG2 виртуальными организациями, входящими в RDIG/WLCG/EGI

На протяжении 2015 г. мощности систем хранения информации GRID-центра ОИЯИ активно использовали страны-участницы ОИЯИ и ассоциированные страны-члены ОИЯИ в рамках их участия в проектах ALICE, ATLAS и CMS. Данных эксперимента CMS было передано из ОИЯИ 815 Тбайт и записано в ОИЯИ 654 Тбайт (в том числе: Италия — 330 и 348 Тбайт соответственно, Германия — 408 и 286 Тбайт, Россия — 37 и 5 Тбайт, Украина — 23 и 3 Тбайт, Венгрия — 14 и 9 Тбайт). Данных эксперимента ATLAS было передано из ОИЯИ 72,5 Тбайт и записано в ОИЯИ 66 Тбайт (Германия — 24 и 28 Тбайт соответственно, Россия — 32 и 20 Тбайт, Италия — 13 и 14 Тбайт, Чехия — 0,5 и 2 Тбайт, Румыния — 1 и 1 Тбайт, Словакия — 1,5 и ~0,5 Тбайт, Польша — 0,5 и 0,5 Тбайт, а также были обмены данными с сайтами Армении и ЮАР). Данных эксперимента ALICE было передано из ОИЯИ более 300 Тбайт и записано в ОИЯИ 2 Тбайт (передано по 2 Тбайт в Италию и Румынию, а также были обмены данными с сайтами Германии, Словакии, Украины, Чехии и ЮАР).

Для надежного функционирования всего вычислительного комплекса необходимо в ре-

жиме реального времени отслеживать состояние всех узлов — от системы энергообеспечения до роботизированной ленточной библиотеки. Введена в эксплуатацию новая система мониторинга вычислительного комплекса ОИЯИ, и создан центр контроля и управления работой комплекса. На сегодняшний день мониторируется 690 элементов вычислительного комплекса и проводится 3497 проверок в режиме реального времени. Мониторинг позволяет контролировать функционирование системы, визуализировать состояние вычислительного комплекса и посылать оповещение о сбоях в виде сообщения по электронной почте, SMS и т. п. [2]. На рис. 3 представлен один из экранов системы мониторинга, отражающий функционирование элементов вычислительного кластера.

В рамках работ по поддержке и развитию сервисов платформы PanDA проводились исследования по использованию сетевых метрик при принятии решений (задача под названием динамические облака), обновлены сервисы доставки сетевых метрик в информационную систему PanDA. Осуществлен перенос обработки данных эксперимента COMPASS на платформу PanDA. Проведены, совместно с Ниже-

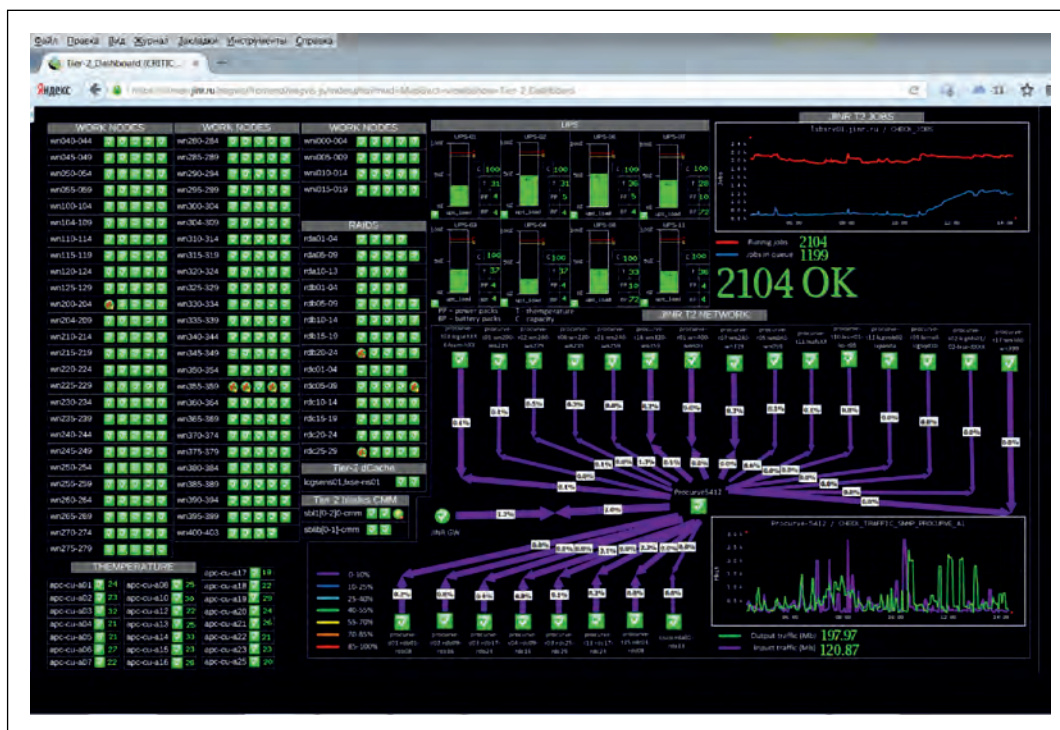


Рис. 3. Экран системы мониторинга компонента кластера, отображающий в режиме реального времени состояние и обеспечивающий проверку вычислительных серверов (WN), дисковых массивов (RD), охлаждающих панелей (АРС), коммутаторов и маршрутизаторов и загрузку сети вычислительного комплекса, загрузку источников бесперебойного питания (UPS), число выполняемых на комплексе задач (2104) и ждущих очереди на выполнение (1199)

городским университетом, работы по установке сервера PanDA в ОИЯИ и запуску через него задач на кластер Нижегородского университета [3].

Высокопроизводительная система вычислений. Многофункциональный информационно-вычислительный комплекс (МИВК) в ЛИТ обеспечивает проведение пользователями вычислений, в том числе параллельных, вне рамок грид-среды. Это необходимо как экспериментам NOVA, PANDA, BES, NICA/MPD и др., так и локальным пользователям из лабораторий ОИЯИ. Все вычислительные мощности доступны и пользователям ОИЯИ, и пользователям грид-среды через единую систему пакетной обработки заданий. В 2015 г. на вычислительном кластере (без учета пользователей грид-среды) зарегистрировано 903 пользователя. На рис. 4 приведено распределение по времени задач, выполненных на вычислительном кластере подразделениями Института и группами пользователей. Основным пользователем этих ресурсов является NICA/MPD (64,6% астрономического и 46,9% процессорного времени).

Системы хранения и доступа к данным dCache и XROOTD обеспечивают работу с данными как для локальных пользователей ОИЯИ, так и для внешних пользователей. Поддерживаются 2 инсталляции dCache: dCache-1 — для экспериментов CMS и ATLAS, dCache-2 — для локальных пользователей, групп пользователей и международных проектов NICA/MPD, HONE, FUSION, BIOMED, COMPASS. Две инсталляции системы досту-

па к данным XROOTD поддерживают работу с данными международных коллабораций ALICE и PANDA. Все системы хранения построены с использованием аппаратного механизма защиты данных RAID6.

Вычислительный кластер с гетерогенной архитектурой HybriLIT. В 2015 г. активно развивалась гетерогенная компонента МИВК как в плане увеличения вычислительной мощности, так и в плане развития программно-информационной среды и внедрения новых сервисов для разработки, отладки и профилирования параллельных приложений. В частности, производительность кластера в 2015 г. выросла в 1,5 раза за счет включения в его состав двух вычислительных узлов с графическими ускорителями последнего поколения NVIDIA K80. Текущая конфигурация кластера, представленная на рис. 5, включает в себя два узла с двумя графическими ускорителями NVIDIA Tesla K80, четыре узла с тремя GPU NVIDIA Tesla K40 (Atlas) в каждом, узел с двумя сопроцессорами Intel Xeon Phi 7120P, а также узел, содержащий NVIDIA Tesla K20x и сопроцессор Intel Xeon Phi 5110P. Каждый вычислительный узел имеет два 12-ядерных процессора Intel Xeon E5-2695v2, суммарно кластер содержит 216 CPU-ядер, 57 216 GPU-ядер, 182 PHI-ядра; 896 GB RAM; 57,6 TB HDD, а его полная производительность для операций с одинарной точностью составляет 111 и 40 Тфлопс для вычислений с двойной точностью. В течение 2015 г. количество пользователей кластера возросло в два раза

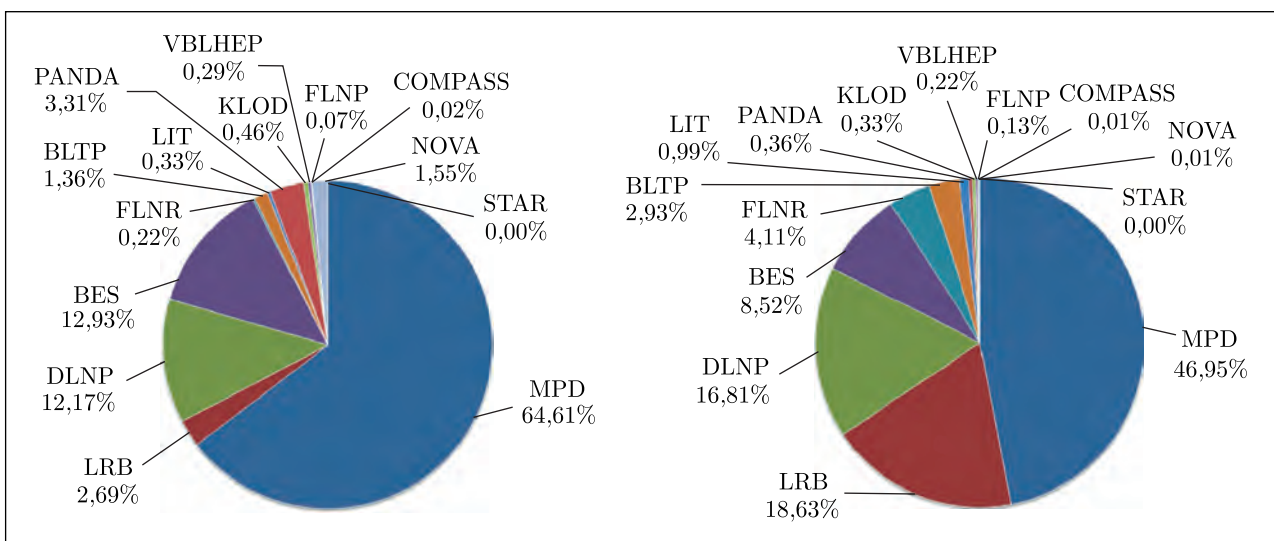


Рис. 4. Статистика использования астрономического (слева) и процессорного (справа) времени вычислительного кластера подразделениями и экспериментами ОИЯИ без учета пользователей грид-среды

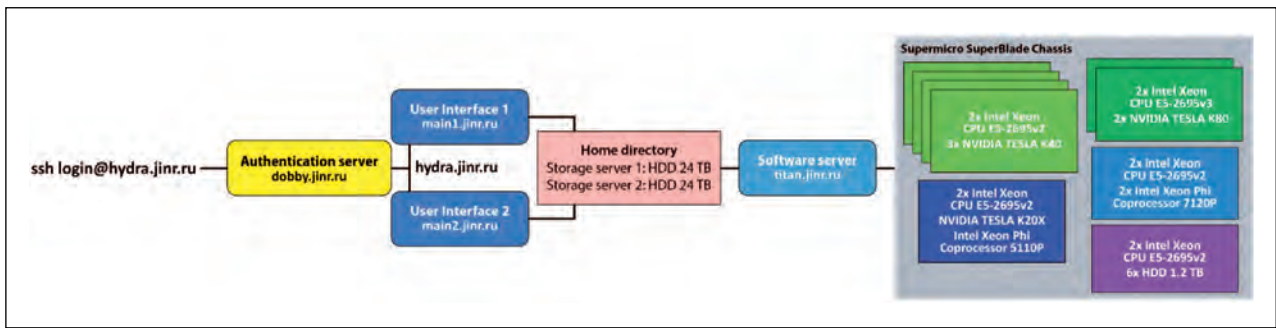


Рис. 5. Структура гетерогенного вычислительного кластера HUBRIKIT

и составило 120 исследователей из ОИЯИ, стран-участниц и университетов России, использующих кластер для проведения расчетов с применением ускорителей вычислений, для создания собственного программного обеспечения, а также для проведения ресурсоемких расчетов с уже адаптированными на гибридные архитектуры пакетами прикладных программ и математических библиотек.

Кластер HUBRIKIT используется не только для проведения параллельных расчетов на новых вычислительных архитектурах, но и как полигон для обучения студентов, аспирантов и молодых ученых технологиям параллельного программирования. В течение 2015 г. на базе кластера было проведено 27 учебных курсов и лекций, в которых приняли участие более 250 человек из ОИЯИ и стран-участниц. Также учебные курсы проводились в рамках конференций и школ, организованных ЛИТ ОИЯИ (ММСР'2015, NEC'2015, AIS GRID'2015) по программам международного сотрудничества в Софийском университете, Монгольском государственном университете. В регулярно проводимых группой HUBRIKIT учебных курсах для сотрудников ОИЯИ, студентов и аспирантов университета «Дубна» были организованы занятия по C/C++, ROOT, PROOF, технологиям параллельного программирования CUDA, OpenMP, OpenCL, MPI, а также внедренному в информационную среду кластера сервису GitLab, предназначенному для коллективной разработки программного обеспечения.

Облачная среда. В 2015 г. продолжено развитие и наращивание ресурсов облачной инфраструктуры ОИЯИ (<http://cloud.jinr.ru>), которая построена на программной платформе OpenNebula. Для уменьшения времени простоя сервиса и увеличения надежности его работы облако ОИЯИ построено в конфи-

гурации высокой надежности и доступности (рис. 6).

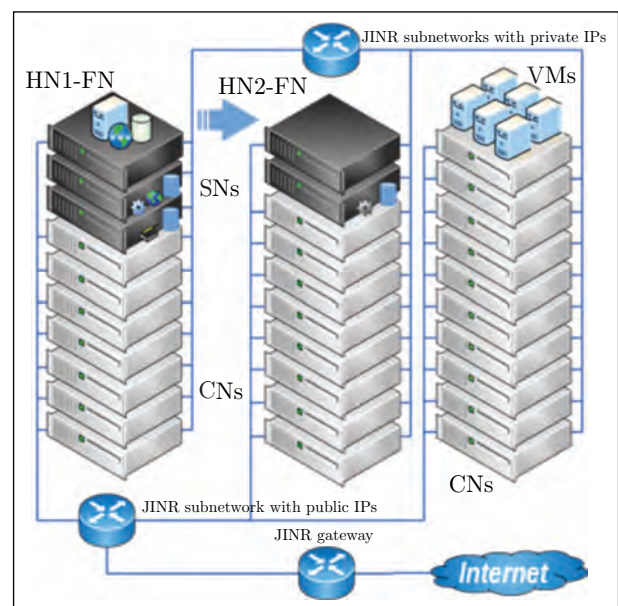


Рис. 6. Схема облачной инфраструктуры ОИЯИ в конфигурации высокой надежности и доступности: HN1-FN, HN2-FN — физические серверы с компонентами облачной головной машины (frontend, FN), CNs — облачные рабочие узлы, на которых непосредственно размещаются виртуальные машины (VMs), SNs — узлы хранения данных

На сегодняшний день облако состоит из 40 серверов, содержит 200 вычислительных ядер, 400 Гбайт оперативной памяти и 16 Тбайт дискового пространства. Облачные ресурсы ОИЯИ [4] используются по трем основным направлениям:

- для учебных, исследовательских и тестовых задач в различных проектах;
- для размещения сервисов с высокой доступностью и надежностью;
- в качестве счетных ресурсов, в том числе как расширение вычислительных возможностей грид-инфраструктур.

В облачной инфраструктуре развернуты следующие сервисы и полигоны: полигон на базе промежуточного программного обеспечения (ППО) грид ЕМІ (используется для обучения, тестирования, разработки и решения исследовательских задач в рамках участия ОИЯИ в различных проектах, связанных с применением этого ППО, включая проект WLCG); полигон PanDA (для развития продукта PanDA и его использования для решения задач экспериментов ATLAS и COMPASS); полигон на базе ППО DIRAC (используется для разработки средств мониторинга распределенной вычислительной инфраструктуры эксперимента BES-III, а также как один из ее вычислительных ресурсов); набор контейнеров для пользователей-участников эксперимента NOvA (моделирование и анализ); полигон для изучения и оценки ППО для построения вычислительной инфраструктуры экспериментов на ускорителе NICA; полигон на базе системы хранения данных EOS для выполнения обязательств в рамках участия в проекте по исследованию гетерогенных киберинфраструктур, разработки и создания прототипа компьютерной федерации на основе высокоскоростных вычислений, облачных вычислений и суперкомпьютеров для хранения, обработки и анализа больших данных; сервисы вычислительного комплекса HUBRIЛIT (Indico — сервис для организации научных мероприятий, FreeIPA — централизованная система по управлению идентификацией пользователей, задания политик доступа и аудита, Git — локальный Git-репозиторий на базе популярной системы контроля версий), Helpdesk (система поддержки пользователей ИТ-сервисов, предоставляемых ЛИТ); полигон на базе ПО VOINC для оценки возможности использования добровольных вычислений в решении задач ученых ОИЯИ; веб-сервис HerWeb, предоставляющий возможность использовать различные инструменты для моделирования Монте-Карло в области физики высоких энергий; тестовые экземпляры сервера документов ОИЯИ и сервиса управления проектами для отладки перехода на новые версии и тестирование нового функционала; контейнер для разработки веб-сайтов, включая новый веб-портал ОИЯИ; GitLab — локальная инсталляция сервиса GitLab для всех пользователей ОИЯИ; полигон на базе ПО Nadoop; набор виртуальных машин и контейнеров пользователей для их собственных нужд; контейнеры для оценки существующих систем мониторинга и разра-

ботки на их базе новых систем мониторинга сервисов.

Для объединения ресурсов в рамках сотрудничества по совместным проектам выполнена интеграция облака ОИЯИ с облачной инфраструктурой Российского экономического университета им. Г.В.Плеханова, Института теоретической физики им. Н.Н.Боголюбова (Киев) и Института физики (Баку). Ведутся работы по интеграции с европейской облачной инфраструктурой EGI Federated Cloud.

Информационная и программная поддержка. В рамках проекта NICA в ЛИТ активно развивается информационная система управления проектом (ИСУП) NICA EVM. Создан гибкий инструмент расширения существующей системы ИСУП ADB2 для нужд проекта NICA, созданной в процессе работ по системе ART EVM. В этой системе реализованы следующие функциональные возможности: управление иерархической структурой проекта (WBS), планирование и перепланирование работ по проекту, учет различных версий планов проекта (baselines), отслеживание хода выполнения проекта по показателям фактических платежей (AC — actual cost) и освоенного объема (EV — earned value или процент выполнения работы), регулярное уведомление пользователей по электронной почте (для своевременного отчета о ходе выполнения работ), различные варианты отчетности (графики) по методике EVM (earned value management), построение финансовой отчетности по проекту с учетом «годового окна» как ключевой особенности структуры бюджета ОИЯИ и графиков платежей по работам проекта, жесткого разграничения прав доступа пользователей, WEB-интерфейс. В 2015 г. были продолжены работы по расширению функциональных возможностей блока оперативного управления путем интеграции ADB2 с MS Project Prof, а также добавлена возможность выбора альтернативных вариантов профилей плана хода выполнения работ.

Второе направление поддержки проекта NICA в ЛИТ связано с динамическим моделированием всех процессов, включенных в хранение, передачу и анализ данных для компьютерной инфраструктуры проекта. Разработана программа SyMSim (Synthesis of Monitoring and SIMulation) для моделирования грид-облачной среды. Оригинальность подхода состоит в объединении процесса моделирования информационно-вычислительной среды с данными реального мониторинга грид-облач-

ных сред (на примере центра Tier-1 ОИЯИ) в рамках одной программы. Результаты моделирования компьютерной системы для экспериментов на NISA, состоящей из центров Tier-0 и Tier-1, позволяют сделать выводы по оптимальному соотношению числа процессоров и систем хранения для обработки данных и предоставляют решения по моделированию проблем и последующей разработке хранилищ данных [5]. В рамках проекта создана новая система моделирования грид- и облачных сервисов, объединяющая в себе мониторинг, анализ его результатов и собственно моделирование. Объектами моделирования являются вычислительные установки, предназначенные для обработки информации объемом до десятков петабайт в год [6].

Основные работы в рамках развития единой информационной платформы IC 8.3 УПП были направлены на включение в систему хозяйственных подразделений ОИЯИ. В 2015 г. в IC 8.3 УПП были добавлены следующие подразделения: отдел главного энергетика (ОГЭ), автохозяйство (АТХ), ремонтно-строительное управление (PCY), управление социальной инфраструктуры, управление гостинично-ресторанного комплекса (УГРК), пансионат «Дубна». Сразу был запущен первичный бухгалтерский учет, табельный и кадровый учет. Настроен автоматический расчет себестоимости выпуска в PCY, АТХ и ОГЭ. В течение 2015 г. был централизован расчет заработной платы, что в свою очередь позволило повысить скорость формирования отчетности в фонды (ПФР, ФСС). В УГРК запущен модуль по учету жилищного фонда института. В управлении персонала был реализован модуль по учету карт специальной оценки условий труда (СОУТ), сформирована единая электронная база данных карт. Модернизованы все кадровые документы и документы отдела охраны труда и заработной платы для учета результатов карт СОУТ.

В 2015 г. разработана и внедрена в эксплуатацию подсистема электронного согласования приказов по основной деятельности в составе системы «База документов ОИЯИ». Кроме того, разработана и запущена в пробную эксплуатацию 1-я очередь полноценной системы электронного документооборота «СЭД Дубна». В разработке «СЭД Дубна» применены технологии и инструментальные средства, ранее разработанные в сотрудничестве с ЦЕРН и успешно использовавшиеся при создании систем автомати-

зации административно-управленческой деятельности в ЦЕРН и ОИЯИ. Эти средства позволяют создавать в короткие сроки сложные и гибкие веб-приложения с дружественным интерфейсом пользователя. В системе запущен документ «Заявка на закупку продукции».

В 2015 г. продолжено сопровождение и развитие программного обеспечения по автоматизации информационно-библиотечной деятельности НТБ ОИЯИ — наполнение и сопровождение электронных коллекций бюллетеней НТБ ОИЯИ, сопровождение электронных каталогов, поддержка on-line сервиса «Электронная рассылка еженедельных информационных бюллетеней НТБ». Осуществлялось сопровождение и развитие репозитория открытого доступа JINR Document Server: наполнение и верификация коллекций, настройка выходных форматов, настройка и тестирование модуля обработки нормативных файлов.

В течение 2015 г. продолжались работы по актуализации и модернизации программной среды, баз данных и содержимого информационных сайтов ЛИТ и ОИЯИ: lit.jinr.ru, www.jinr.ru, wwwinfo.jinr.ru, faxe.jinr.ru, ptp.jinr.ru, pkp.jinr.ru. Совместно с НТО АСУ ОИЯИ продолжены работы по модернизации программ для административно-хозяйственного профиля. В рамках темы 05-8-1037-2001/2019 велись работы по актуализации базы данных на 2015 г. для «Системы интерактивного формирования проблемно-тематического плана научной организации (на примере ОИЯИ)»: сайт ptp.jinr.ru. В 2015 г. проводились работы по сопровождению и модернизации веб-портала журналов «Физика элементарных частиц и атомного ядра» (ЭЧАЯ) и «Письма в ЭЧАЯ»: <http://perap.jinr.ru/>. Традиционно велись разработки, создание и поддержка специализированных информационных веб-сайтов, сайтов различных конференций, совещаний, симпозиумов, а также выполнена организация хостинга веб-сайтов по заявкам лабораторий ОИЯИ (ЛНФ им. И. М. Франка — ISINN, ЛЯР им. Г. Н. Флерова — EXON-2016, ЛРБ — MPGRRE-2015 и др.).

С мая 2015 г. ведутся работы (совместно с отделом международных связей ОИЯИ) по созданию и запуску в эксплуатацию специализированной информационной системы User Office, обеспечивающей on-line поддержку выполнения процесса приема визитеров в ОИЯИ.

МЕТОДЫ, АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ, МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Одним из основных направлений деятельности ЛИТ является обеспечение математической алгоритмической и программной поддержки экспериментальных и теоретических исследований, проводимых в ОИЯИ. Ниже приведена краткая информация о некоторых из полученных результатов.

Для экспериментов NICA/MPD и CBM адаптирована программа для вычислений геометрических характеристик ядро-ядерных взаимодействий, широко применяемая на RHIC и LHC. Для задания профиль-функции нуклон-нуклонных соударений используется параметризация, ранее предложенная авторами. Для определения ядерных параметров применяется подход, широко известный в физике низких и промежуточных энергий. Программа расширена возможностью учета грибовского неупругого экранирования [7].

Разработан и протестирован новый алгоритм реконструкции трек-сегментов в катодно-стриповых камерах эксперимента CMS. Как видно из рис. 7, на данных Монте-Карло с тераэлектронвольтными мюонами эффективность реконструкции трек-сегментов выше на 4–7% для предложенного алгоритма и практически не уменьшается с ростом псевдобыстроты по сравнению со стандартным алгоритмом [8].

Получены оценки пространственного разрешения в катодно-стриповых камерах CMS

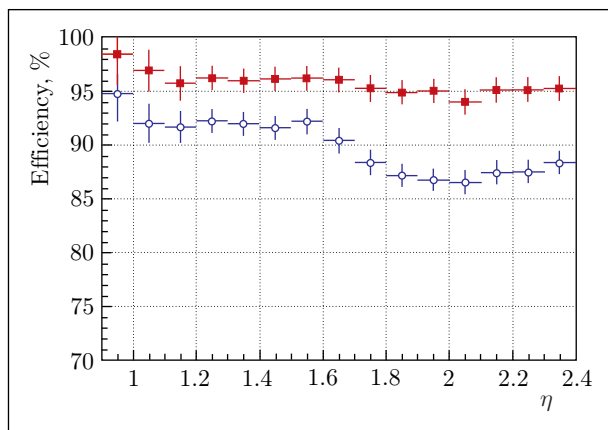


Рис. 7. Эффективность реконструкции трек-сегментов в катодно-стриповых камерах в зависимости от псевдобыстроты для моделированных тераэлектронвольтных мюонов: результаты реконструкции со стандартным алгоритмом — синий цвет, с новым алгоритмом — красный цвет

на экспериментальных данных с коллайдера LHC 2015 г., что согласуется с результатами 2012 г. При этом существенно улучшилось разрешение (с 64 до 50 мкм) в нижней части камеры ME1/1 после разделения спаренных сигналов со стрипов. Проведенные расчеты на данных Монте-Карло для будущего коллайдера HL-LHC показывают, что триггерные загрузки в ME1/1-камерах от адронного проникающего излучения возрастут в 30 раз по сравнению с экспериментальными данными 2012 г., что потребует дополнительных технических решений, например, увеличения толщины абсорбера калориметра [8].

Для эксперимента VM@N разработан и реализован алгоритм реконструкции траекторий частиц в дрейфовых камерах, в результате чего были устранены «шумящие» каналы. Также произведено геометрическое выравнивание камер (на программном уровне), получены оценки пространственного разрешения и эффективности работы дрейфовых камер, а также импульса частиц пучка нуклофона.

Предложен алгоритм реконструкции треков заряженных частиц на основе фильтра Калмана. Данный алгоритм применяется для решения одной из ключевых задач эксперимента CBM (Condensed Baryon Matter) — распознавания траекторий заряженных частиц и определения их параметров. При этом, так как в эксперименте CBM планируется полная реконструкция сигнальных событий в реальном времени, разрабатываемые алгоритмы должны быть быстрыми, максимально использующими возможности современных многоядерных процессоров и GPU-архитектур. Расчеты проведены на высокопроизводительном сервере с двумя процессорами Intel Xeon X5660 и видеокартой NVIDIA GTX 480 [9].

Модель микроскопического оптического потенциала (ОП) применена для анализа упругого рассеяния $^{10,11}\text{Be}$ протонами и ядрами и анализа сечений неупругого рассеяния π -мезонов ядрами ^{28}Si , ^{58}Ni , ^{208}Pb при энергии $T_{\text{lab}} = 291$ МэВ. Распределения плотности ядер $^{10,11}\text{Be}$, полученные в модели генераторных координат (GCM) и квантовым методом Монте-Карло (QMC), использованы для расчета ОП и затем дифференциальных сечений упругого рассеяния этих ядер на протонах и

ядрах ^{12}C . Для анализа сечений неупругого рассеяния π -мезонов использовались параметры πN -амплитуды в ядерной среде, полученные ранее из анализа данных упругого рассеяния на тех же ядрах. Определены параметры глубины реальной и мнимой частей ОП с учетом известной зависимости объемных интегралов ОП от энергии. Полученные потенциалы можно использовать в дальнейших расчетах сечений реакций с участием этих ядер [10].

Предложен новый байесовский анализ оценки вероятностей реалистичных моделей уравнения состояния холодной плотной ядерной материи на основе независимых измерений массы и радиусов нейтронных звезд. Один из ключевых вопросов анализа — является ли деконфайнмент в ядрах компактных звезд переходом типа кроссовер или переходом первого рода. Последнее актуально для возможного существования критической конечной точки на фазовой диаграмме КХД, что находится в сфере интересов ряда существующих и будущих экспериментов по соударению тяжелых ионов, таких как MPD на NICA и CBM на FAIR. В связи с этим интересным становится вопрос о существовании массовых близнецов (звезд третьего семейства) — звезд с одинаковой массой, но различной структуры. На основе селективных наблюдательных данных по пульсарам была сделана вероятностная оценка гибридных моделей уравнения состояния холодной плотной материи, основанных на адронных моделях типа APR (с эффектами и без эффектов исключенного объема) и на модели мешка для кварковой материи. В анализе использовались наблюдательные данные по массе одного из массивных пульсаров PSR J0348+0432 и по радиусу пульсара PSR J0437-4715. Расчеты показывают, что модели уравнения состояния, предполагающие существование сверхмассивных близнецов, имеют наиболее высокую вероятностную меру [11].

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

В ЛИТ в сотрудничестве с ЛФВЭ разработаны алгоритмы численного моделирования эволюции процесса теплопроводности с периодическим по времени источником, который был реализован на языке OpenCL для проведения расчетов на графических процессорных устройствах. Рассмотрена модель многослой-

Теоретический подход, ранее применявшийся для расчета двукратной фотоионизации двухъядерной молекулы азота N_2 , распространен на процессы фотоионизации трехцентральной молекулы CO_2 , в которых образуется диссоциативный дикатион CO_{22}^+ . Связанные состояния электронов описываются в рамках орбиталей Дайсона, а испущенные электроны моделируются параметризованной коррелированной трехцентральной функцией континуума. Изучаются дифференциальные сечения рассеяния при детектировании испущенных электронов на совпадение. Ориентация межъядерной оси молекулы CO_2 предполагается произвольной. Сравнение полученных результатов с гауссовой параметризационной моделью демонстрирует сходства и различия между одноатомными мишенями и молекулой CO_2 [12].

Нерелятивистская квантовая механика рассматривает движение заряженной частицы со спином в поле слабой монохроматической электромагнитной волны в рамках дипольного приближения и предсказывает прецессию спина частицы. Однако с ростом интенсивности электромагнитного излучения релятивистские эффекты вступают в силу и нарушают адиабатический характер динамики спина. Для их количественного учета была сформулирована модель спин-лазерного взаимодействия, позволяющая рассчитать процессы вне дипольного приближения. Эволюция состояний частицы со спином $-1/2$ исследовалась в квазиклассическом подходе, основанном на уравнении Паули, модифицированном релятивистскими поправками, обусловленными учетом запаздывания, влиянием магнитной составляющей силы Лоренца и прецессией Томаса. При расчете переходов в поле эллиптически поляризованного лазера модифицированное уравнение Паули приводилось к уравнению Риккати, численный анализ которого выявил резонансный характер зависимости вероятности переворота спина от интенсивности, поляризации света и гиромагнитного отношения заряженной частицы [13].

ного цилиндрического устройства с нетривиальной расчетной областью и нелинейными термодинамическими свойствами материалов при криогенных температурах. С помощью данной модели описывается так называемая криогенная ячейка, предназначенная для импульсной подачи рабочих газов в камеру

источника многозарядных ионов. Разработанные алгоритмы дают возможность дальнейшей оптимизации проектирования криогенной ячейки [14].

Сотрудниками ЛИТ и ЛНФ проведено исследование полидисперсной популяции везикул димиристоилфосфатидилхолина в водных растворах сахарозы методами малоуглового рассеяния нейтронов и малоуглового рассеяния рентгеновского синхротронного излучения. Расчеты на основе единого подхода, определяемого методом разделенных формфакторов, показали, что увеличение концентрации сахарозы существенно влияет на структуру везикулярной системы [15].

В ЛИТ продолжают прикладные исследования физических процессов в пористых материалах, таких как проникновение и перенос влаги, приводящих к химическим и физическим повреждениям материалов. Предложена новая система уравнений, в которую включены три физических процесса: переносы теп-

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

В работе, выполненной сотрудниками ЛИТ и Национального института исследования и развития технологии молекулярных изотопов (Клуж-Напока, Румыния), предложен подход к эффективной обработке спутниковых изображений, включающий два этапа. Первый этап заключается в распределении быстро возрастающего объема спутниковых данных, полученных через грид-инфраструктуру. Второй этап включает в себя ускорение решения отдельных задач, относящихся к обработке изображений с помощью внедрения кодов, способствующих интенсивному использованию пространственно-временного параллелизма. Примером такого кода является обработка изображений с помощью итерационного фильтра Перона–Малик в рамках специального применения архитектуры аппаратного обеспечения ППВМ (FPGA) [18].

В рамках сотрудничества между группой по гетерогенным вычислениям HуbriLIT и

СОВЕЩАНИЯ, КОНФЕРЕНЦИИ

Двухдневное рабочее совещание «Управление данными и анализ вызовов в мегасайенс экспериментах» проходило 29–30 января в НИЦ «Курчатовский институт» и Лабора-

ла, жидкости и насыщенного пара в пористых материалах. Эти уравнения решаются схемой расщепления. Результаты численных экспериментов находятся в хорошем согласии с данными наблюдений [16].

В ЛИТ и ФКУ «Ространсmodernизация» разработана методика прогнозирования объемов пассажирских перевозок в московском метрополитене с помощью искусственных нейронных сетей. Проведен анализ и отбор тех факторов, которые оказывают основное воздействие на пассажирский трафик в метрополитене. На данных, отвечающих суточным объемам пассажирских перевозок в будние дни, продемонстрирована принципиальная возможность краткосрочного прогнозирования с приемлемой точностью. Показано, что применение вейвлет-фильтрации к реализованным значениям суточных объемов пассажирских перевозок позволяет существенно повысить точность прогноза и увеличить горизонт прогнозирования [17].

группой по теории многочастичных бозонных систем Центра квантовой динамики Гейдельбергского университета продолжена разработка программного обеспечения для исследования динамических свойств квантовых систем, в том числе реализованных на основе сверххолодных атомов и молекул, находящихся во внешних магнитооптических потенциалах (ловушках). В 2015 г. был представлен программный пакет MCTDHB-Lab (<http://qdlab.org>), основанный на решении нестационарного уравнения Шредингера методом MCTDHB (The Multiconfigurational Time-Dependent Hartree for Bosons). Этот пакет является кроссплатформенным (работает на операционных системах Windows, Linux, OS X), свободно распространяемым, с удобным графическим интерфейсом (см. рис. 5). На основе этого пакета были проведены систематические исследования динамических свойств многочастичных квантовых систем [19].

рии информационных технологий ОИЯИ. Основной темой этого совещания стало обсуждение проблемы больших данных в мегапроектах. В совещании приняли участие известные

специалисты из университетов России, США, ЦЕРН, европейских центров и Тайваня. Большое внимание было уделено моделированию облачных инфраструктур, обсуждению дальнейшего развития современных компьютерных инфраструктур для решения задач не только обработки данных ЛНС или других мегапроектов, но и задач в области биологии, химии, климата, социальных проблем. На совещании также были представлены доклады о развитии центров Tier-1 в Тайване, «Курчатовском институте» и ЛИТ ОИЯИ. Завершилось совещание общей дискуссией по совершенствованию глобальной компьютерной инфраструктуры, используемой в существующих и будущих мегапроектах.

26–27 мая в ЛИТ ОИЯИ был проведен научно-практический форум «Распределенные информационно-вычислительные системы и обработка данных в XXI веке» (РИВС-XXI), организаторами которого явились ЛИТ ОИЯИ и НИИЯФ МГУ. Форум был посвящен вопросам современных тенденций в области проектирования, создания и практики применения современных и перспективных распределенных информационно-вычислительных систем и технологиям обработки на их основе больших объемов данных. На форуме были представлены доклады ведущих специалистов в области распределенных вычислительных систем, включающие суперкомпьютерные и грид-технологии. В форуме приняли участие более 50 представителей ОИЯИ, НИИЯФ МГУ, НИЦ «Курчатовский институт», университета «Дубна», НИУ ИТМО, ООО «Ниагара Компьютерс» и др. По окончании форума был проведен круглый стол «Будущее распределенных технологий обработки больших данных».

Традиционное двухдневное рабочее совещание по компьютерной алгебре проходило в ЛИТ ОИЯИ 26–27 мая. В совещании приняли участие более 30 ученых из университетов и научных центров Бухареста, Минска, Тбилиси, Москвы, Санкт-Петербурга, Ростова-на-Дону, Саратова и Дубны. В нем в 28 докладах был представлен ряд новых многообещающих результатов по развитию алгоритмов исследования и решения систем алгебраических и дифференциальных уравнений, по символично-численному моделированию квантово-механических систем, по вычислению многопетлевых фейнмановских интегралов методами компьютерной алгебры, а также по различным приложениям компьютерной алгебры в физике и математике.

С 13 по 17 июля в Высоких Татрах (Словакия) проходила очередная, восьмая международная конференция «Математическое моделирование и вычислительная физика» (ММСР'2015). Конференция была посвящена 60-летию со дня образования Объединенного института ядерных исследований. Соорганизаторами этой конференции выступили ЛИТ ОИЯИ, IFIN-HH (Бухарест, Румыния), Технический университет (Кошице, Словакия), Институт экспериментальной физики Словацкой академии наук (Кошице, Словакия), Университет им. П. Й. Шафарика (Кошице, Словакия) и Союз словацких физиков. Научная тематика конференции охватила широкий круг вопросов, включающих в себя математические методы и программное обеспечение для моделирования сложных физических и технологических систем, вычислительной химии, биологии и биофизики; методы, программные и компьютерные комплексы для обработки экспериментальных данных; методы, алгоритмы и программное обеспечение для компьютерной алгебры и квантового компьютинга; распределенные вычисления и Big Data; параллельные и гибридные вычисления для систем с экстремально параллелизмом. В работе конференции приняли участие более 90 ученых и специалистов из Белоруссии, Болгарии, Германии, Канады, России, Румынии, Словакии, Украины и др. и большого числа российских научных центров и университетов, среди которых НИЦ «Курчатовский институт», ИМПБ РАН, ИТПМ СБ РАН, Санкт-Петербургский ГУ, Новосибирский ГУ, РУДН и др. Всего же на конференции было заслушано 17 приглашенных и 62 устных доклада. Среди молодых ученых и студентов, принявших участие в работе конференции, большой интерес вызвал обучающий курс по технологиям параллельного программирования CUDA и OpenCL, проведенный на базе гетерогенного вычислительного кластера HybriLIT. Издание трудов конференции завершено, 58 работ были приняты к печати в журнале EPJ Web of Conference. 2016. V. 108 (под редакцией Г. Адама, Я. Буша, М. Гнатича).

С 27 по 30 августа в ЛИТ проходило рабочее совещание «Численное моделирование сложных систем». В его работе приняли участие 22 ученых из ОИЯИ, России, Словакии, Китая и Тайваня. Участники совещания заслушали 16 докладов по численным методам, алгоритмам и инструментам моделирования сложных физических явлений и технических систем. В докладах были представлены результаты исследований, полученные при моде-

лировании биофизических и астрофизических систем, процессов стохастической динамики, оптики и ускорительной техники.

С 28 сентября по 2 октября в Республике Черногории (г. Будва) проходил XXV Международный симпозиум ОИЯИ по ядерной электронике и компьютерингу («Nuclear Electronics and Computing» — NEC'2015). Этот симпозиум является традиционным мероприятием ОИЯИ с 1963 г., в восьмой раз организаторами симпозиума были ОИЯИ и ЦЕРН. Научная программа симпозиума охватывала широкий круг проблем, в том числе детекторы и ядерная электроника; триггеринг, сбор данных, системы управления; распределенный, грид- и облачный компьютеринг; компьютеринг для крупномасштабных ускорительных установок (LHC, FAIR, NICA и т. д.); расчеты на гибридных вычислительных платформах (CPU, GPU, coprocessors). В работе симпозиума приняли участие 120 ведущих специалистов в области современных компьютерных и сетевых технологий, распределенного компьютеринга и ядерной электроники из 15 стран.

В рамках симпозиума состоялись рабочее совещание, круглый стол и международная студенческая школа по современным информационным технологиям, в которой приняли участие 40 студентов из ведущих университетов России.

При поддержке Объединенного института ядерных исследований, Европейской организации ядерных исследований и Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» со 2 по 6 ноября в ОИЯИ прошла шестая школа по информационным технологиям «Грид и административно-управленческие системы». Она была посвящена вопросам управления сложными научными комплексами и информационными системами на примере разрабатываемых технологий в ОИЯИ и ЦЕРН. В школе приняли участие более 60 студентов из МГУ, МИФИ, СПбГУ, университета «Дубна», РЭУ им. Г. В. Плеханова и ТвГУ. В рамках школы на базе кластера HybriLIT был проведен учебный курс по технологиям параллельного программирования на гибридных архитектурах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астахов Н. С. и др. // Компьютерные исследования и моделирование. 2015. Т. 7, № 3.
2. Kashunin I. et al. // ROLCG 2015 Conf. Cluj-Napoca. http://www.itim-cj.ro/rolcg/contributions/s7_1.pdf
3. Петросян А. Ш. // Компьютерные исследования и моделирование. 2015. Т. 7, № 6.
4. Kutovskiy N. et al. // Procedia Comp. Sci. 2015. V. 66. P. 574–583.
5. Кореньков В. В. и др. // Системы и средства информатики. 2015. Т. 25, № 1. С. 3–19.
6. Korenkov V. et al. // Procedia Comp. Sci. 2015. V. 66. P. 533–539.
7. Галоян А. С., Ужинский В. В. // Письма в ЭЧАЯ. 2015. Т. 12, № 1. С. 231–236.
8. Voytishin N., Palichik V. // Proc. of MMCP2015. 2015 (in press); 2015 RDMS CMS Conference. 2015; Golutvoin I. et al. // EJP (to be published).
9. Ablyazimov T. O. et al. // Part. Nucl., Lett. 2015. V. 12, № 3. P. 423–427.
10. Zemlyanaya E. V. et al. // Phys. Rev. C. 2015. V. 91. P. 034606; Lukyanov V. K. et al. // Intern. J. Mod. Phys. E. 2015. V. 24. P. 1550035; Лукьянов В. К., Земляная Е. В., Лукьянов К. В. // ЯФ. 2015. Т. 78, № 1. С. 147–155.
11. Айриян А. и др. // Письма в ЭЧАЯ. 2015. Т. 46, № 5. С. 854–857.
12. Alwan O. et al. // J. Phys. B. 2015. V. 48. P. 185203–1–7.
13. Хведелидзе А. М., Рогожин И. А. // Математическое моделирование. 2015. Т. 27, № 7. С. 118–125.
14. Ayrian A. et al. // Appl. Therm. Eng. 2016. V. 94. P. 151–158.
15. Киселев М. А. и др. // Кристаллография. 2015. Т. 60, № 1. С. 144–149.
16. Амирханов И. В. и др. // Письма в ЭЧАЯ. 2015. Т. 12, № 3(194). С. 584–589.
17. Иванов В. В., Осетров Е. С. // Вестник Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». 2016. Т. 5, № 1. С. 65–74.
18. Белеан Б. и др. // Компьютерные исследования и моделирование. 2015. Т. 7, № 3. С. 399–406.
19. Klaiman S. et al. // High Performance Computing in Science and Engineering'14: Transactions of the High Performance Computing Center / Ed. by W. E. Nagel, D. H. Kröner, M. M. Resch. Heidelberg: Springer, 2015. <http://qdlab.org>.



ЛАБОРАТОРИЯ РАДИАЦИОННОЙ БИОЛОГИИ

В 2015 г. в лаборатории продолжались работы по теме 04-9-1077-2009/2017 «Исследования биологического действия тяжелых заряженных частиц различных энергий» в следующих направлениях: фундаментальные радиобиологические и радиационно-генетические исследования с тяжелыми заряженными частицами, исследования влияния ускоренных заряженных частиц на центральную

нервную систему и структуры глаза; математическое моделирование радиационно-индуцированных эффектов; радиационные исследования на базовых установках ОИЯИ и в окружающей среде. Продолжены 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

Продолжено сравнительное изучение индукции и репарации кластерных двуниевых разрывов (ДР) ДНК в фибробластах кожи человека, формирующихся при действии γ -квантов ^{60}Co и ускоренных тяжелых ионов с разными физическими характеристиками ме-

тодом иммуноцитохимического окрашивания белков-маркеров ДР ДНК γH2AX и 53BP1.

Показано, что ускоренные ионы ^{20}Ne (ЛПЭ = 129 кэВ/мкм, $E = 47,5$ МэВ/нуклон) и ^{11}B (ЛПЭ = 135 кэВ/мкм, $E = 8,4$ МэВ/нуклон) индуцируют ДР ДНК, ре-

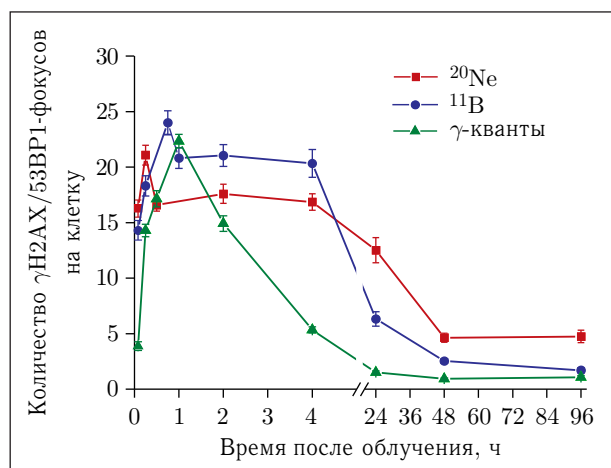


Рис. 1. Кинетика формирования и элиминации $\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ -фокусов при действии γ -квантов ^{60}Co и ускоренных ионов ^{20}Ne и ^{11}B в дозе 1 Гр при вертикальном облучении

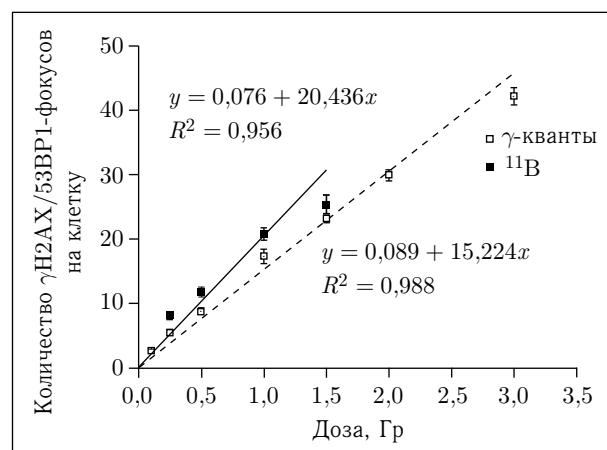


Рис. 2. Дозовая зависимость индукции фокусов $\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ через 1 ч после вертикального облучения γ -квантами ^{60}Co и ускоренными ионами ^{11}B

парация которых существенно замедлена по сравнению с γ -облучением (рис. 1). Медленнее всего репарируются повреждения, возникающие при действии более высокоэнергетичных ионов ^{20}Ne . Через 24 ч после облучения ускоренными ионами ^{20}Ne в клетке сохраняется в среднем 13 фокусов $\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ (60% от максимального уровня), в то время как при облучении ионами ^{11}B — 6 фокусов $\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ на клетку (26% от максимального уровня) и при γ -облучении — 1 фокус $\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ на клетку (5% от максимального уровня).

Получена дозовая зависимость индукции $\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ -фокусов при облучении γ -квантами и ионами ^{11}B . Изменение числа

$\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ -фокусов с увеличением дозы облучения (рис. 2) имеет линейный характер как при γ -облучении ($y = 0,089 + 15,224x$, $R^2 = 0,988$), так и при действии ускоренных ионов ^{11}B ($y = 0,076 + 20,436x$, $R^2 = 0,956$).

Анализ структуры $\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ -фокусов, индуцированных ускоренными ионами ^{11}B при горизонтальной геометрии облучения, говорит о возрастании площади $\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ -фокусов в течение 24 ч пострадиационного периода (рис. 3, а, б). Увеличение площади фокусов коррелирует с возрастанием доли сложноорганизованных $\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ -фокусов, состоящих из нескольких отдельных фокусов, находящихся в непосредственной близости друг к другу

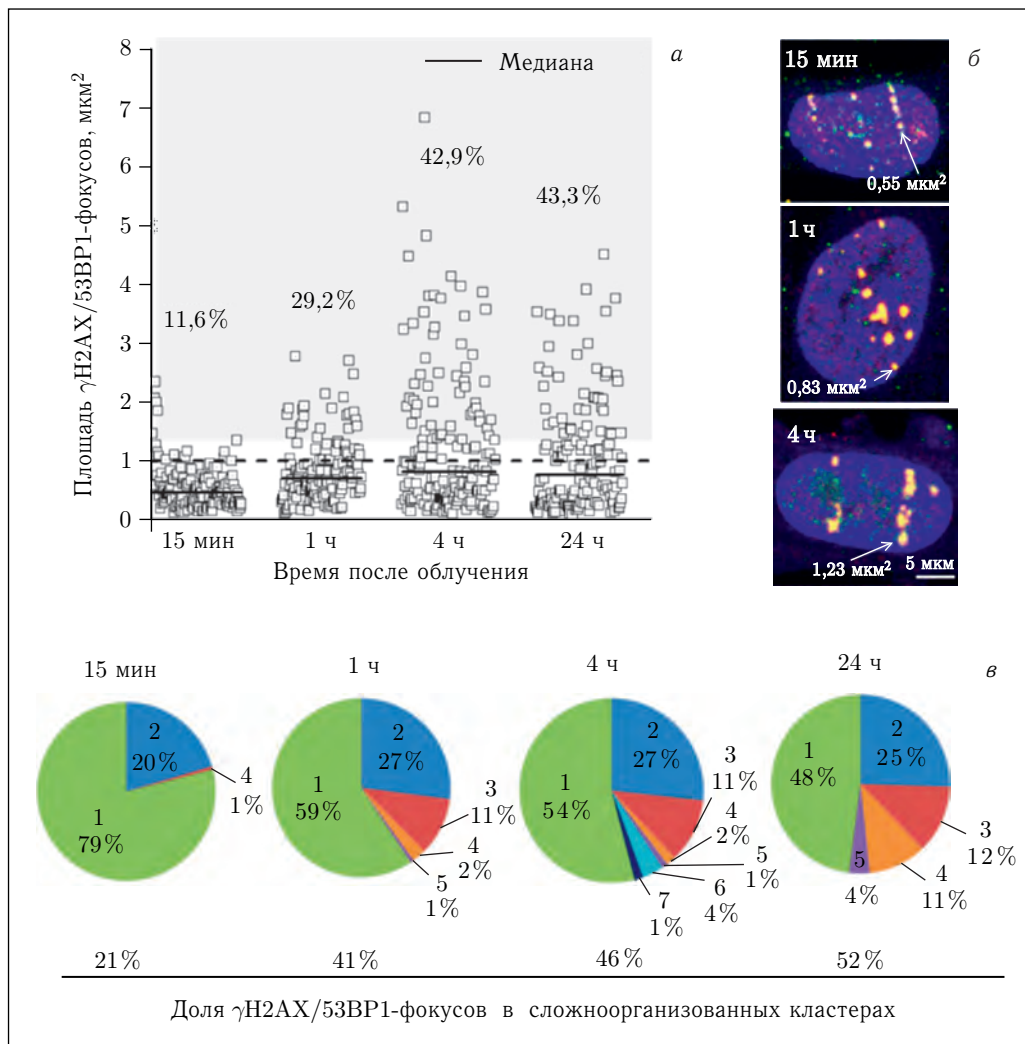


Рис. 3. Детальный анализ структуры $\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ -фокусов при горизонтальной геометрии облучения ионами ^{11}B . а) Площадь $\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ -фокусов в различное время после облучения. Указан процент крупных $\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ -фокусов, площадь которых больше 1 μm^2 . б) Визуализация ДР ДНК в ядрах фибробластов с использованием метода иммуноцитохимического окрашивания. Отмечены $\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ -фокусы с наиболее характерным для указанного временного интервала значением площади. в) Доля одиночных фокусов, входящих в сложноорганизованные $\gamma\text{H2AX}/53\text{BP1}$ -фокусы (в процентах)

(рис. 3, в). Полученные данные свидетельствуют о формировании труднорепарируемых кластерных ДР ДНК при действии ускоренных тяжелых ионов [1–3].

Проведены эксперименты по изучению особенностей индукции и репарации ДР ДНК *in vivo* в клетках головного мозга млекопитающих (клетки Пуркинью и клетки гиппокампа) при действии γ -квантов ^{60}Co . Проведен сравнительный анализ кинетики репарации ДР ДНК при облучении *in vivo* и *in vitro*. Показано, что в отличие от облучения *in vitro*, при котором наблюдается экспоненциальная кинетика репарации ДР ДНК, при облучении *in vivo* кинетика репарации имеет сложный характер: начальный участок характеризуется

накоплением числа ДР ДНК с максимумом выхода повреждений, приходящимся на 4 ч после облучения, и последующим снижением количества повреждений (рис. 4). Обсуждаются возможные особенности протекания репарации ДР ДНК *in vivo* в нервных клетках.

Изучено модифицирующее влияние различных форм липида А (the diphosphoryl lipid A (DLA) и monophosphoryl lipid A (MLA)) на индукцию апоптоза и формирование повреждений структуры ДНК (одни и двунитевых разрывов) в лимфоцитах периферической крови человека при γ -облучении ^{60}Co . Показано, что в образцах, облученных в присутствии DLA, наблюдается значительное возрастание количества апоптотиче-

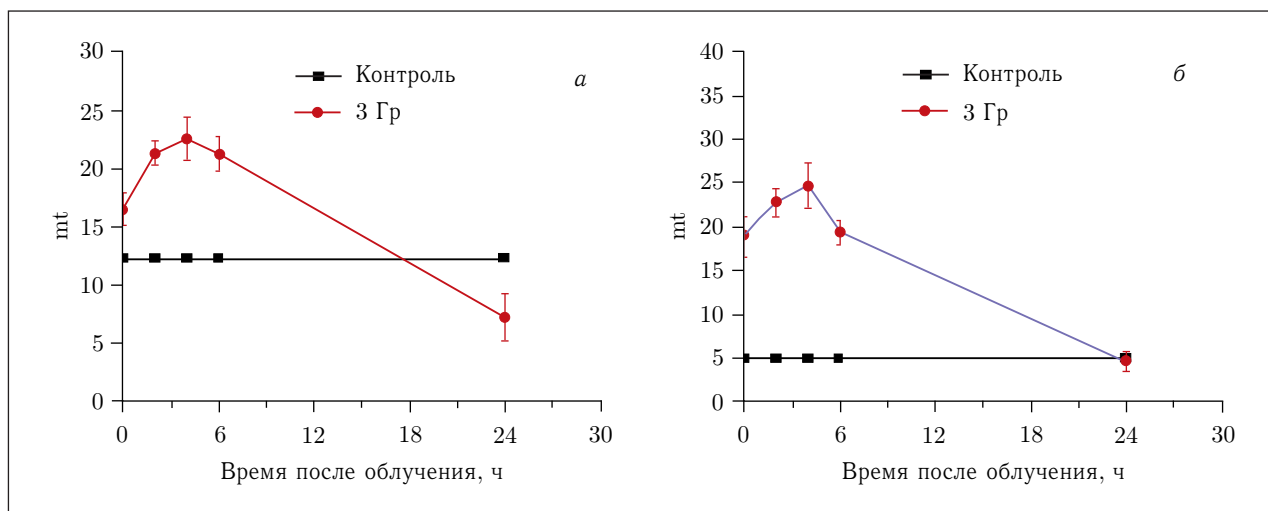


Рис. 4. Кинетика репарации ДР ДНК в клетках Пуркинью мозжечка (а) и клетках гиппокампа (б) мышей при γ -облучении

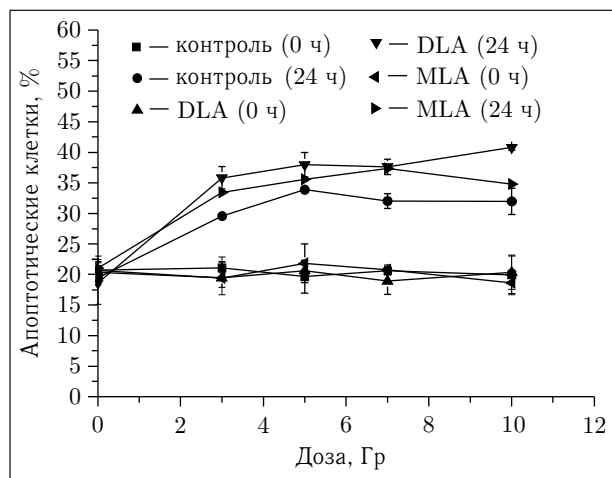


Рис. 5. Влияние модифицирующих агентов (MLA и DLA) на апоптотическую гибель лимфоцитов крови при облучении γ -квантами ^{60}Co

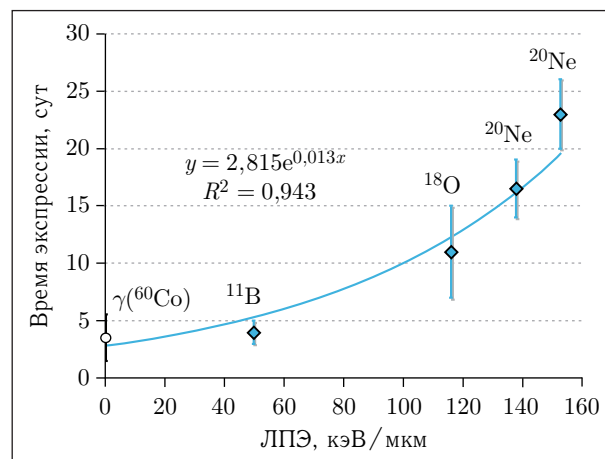


Рис. 6. Максимальный уровень радиационно-индуцированного мутагенеза в клетках китайского хомячка в зависимости от «времени экспрессии» и ЛПЭ ускоренных ионов

ских клеток и разрывов ДНК с ростом дозы γ -облучения (рис. 5) [4].

Проведена серия экспериментов по исследованию радиационно-индуцированного мутагенеза в клетках китайского хомячка (линия V79) после воздействия ускоренных ионов с различной ЛПЭ (50, 116, 138, 153 кэВ/мкм) и γ -облучения. Обнаружено, что его проявление зависит от сроков высева облученных клеток («времена экспрессии» мутаций) на селективную питательную среду с 6-тиогуанином и ЛПЭ излучений. При увеличении периода экспрессии отмечено увеличение уровня мутагенеза до максимального значения с последующим его снижением до спонтанного уровня. Положение этого максимума зависело от ЛПЭ ускоренных ионов (рис. 6). С увеличе-

нием ЛПЭ значение максимума смещается в сторону более длинных «времен экспрессии». При γ -облучении максимальный уровень мутагенеза отмечен на 3–4 сут после облучения, тогда как после облучения ускоренными ионами кислорода ^{18}O (ЛПЭ ~ 116 кэВ/мкм) максимальный уровень мутагенеза наблюдался через 11 сут, а после облучения ускоренными ионами неона ^{20}Ne (ЛПЭ ~ 153 кэВ/мкм) через 23 сут. На основании проведенных исследований можно предположить, что повышенный уровень радиационно-индуцированного мутагенеза определяется возросшей хромосомной нестабильностью популяции облученных клеток, и его проявление в разные «времена экспрессии» зависит от тяжести первоначальных повреждений [5].

ФОТОРАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведены исследования действия ускоренных протонов и агента химической природы (метилнитрозомочевина — МНМ) на сетчатку глаза мышей. Показано, что данные воздействия характеризуются нелинейным характером дозовой зависимости. В частности, на кривой «доза облучения – эффект» обнаруживается плато радиоустойчивости до 15 Гр, выше которого проявляются структурные и функциональные изменения в сетчатке в ответ на воздействие, свидетельствующее о наличии в элементах сетчатки механизмов восстановления (рис. 7).

Изучены закономерности образования двунилевых разрывов ДНК при действии ускоренных протонов и МНМ (рис. 8). Обнаружено, что предварительное облучение снижает апоптотическую гибель фоторецепторов в сетчатке *in vivo* в ответ на действие МНМ. Показано, что индуцированная резистентность сетчатки к ретиноксическому действию МНМ ассоциирована с повышенной ДНК-репарационной способностью, по-видимому, индуцированной предварительным облучением протонами в дозе 1 Гр.

Важная роль в восстановлении сетчатки от повреждения принадлежит глиальным клеткам Мюллера, и они являются единственными клетками в сетчатке, которые сохранили способность к делению. Проведена оценка на феноменологическом уровне участия этих клеток и в адаптивном ответе сетчатки глаза у мышей. Была разработана методика визуализации

этих клеток на срезах сетчатки глаза с использованием пролиферативного маркера бромдезоксисуридина (BrUdR).

Полученные результаты представляются важными при решении фундаментальных вопросов повреждения и восстановления терминально дифференцированных клеток и состоя-

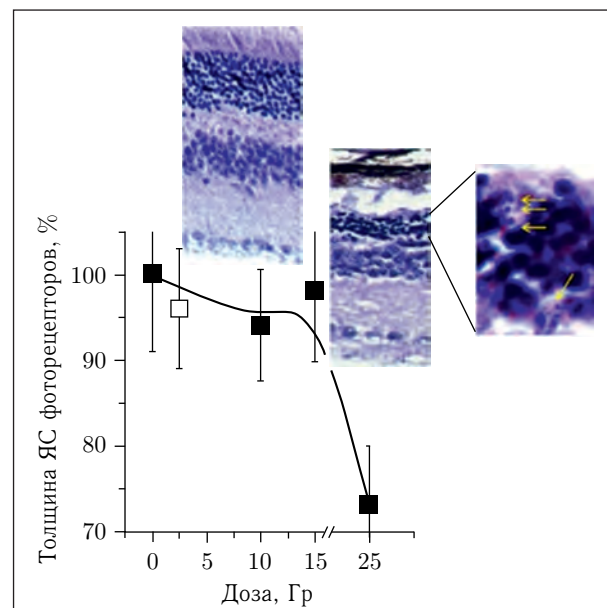


Рис. 7. Изменение толщины ядерного слоя (ЯС) фоторецепторов у мышей (% от контроля) в ответ на локальное облучение протонами области головы мыши спустя 3 сут (■) и 30 сут (□) после облучения

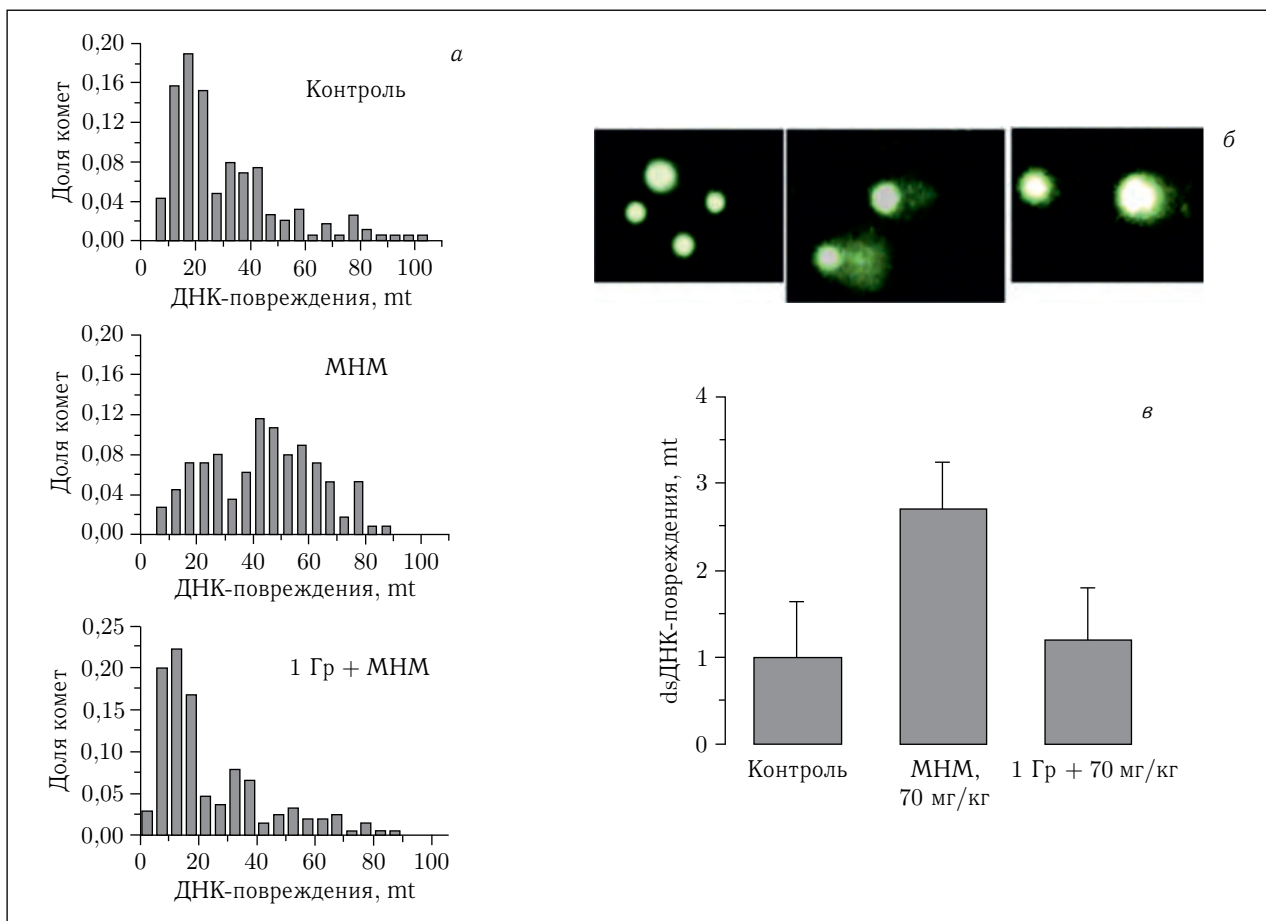


Рис. 8. Двунитевые повреждения ДНК (dsДНК) в клетках сетчатки глаза мышей спустя 48 ч после облучения адаптирующей дозой ускоренных протонов (1 Гр) и однократным введением МНМ (70 мг/кг): а) распределение клеток по степени повреждения двунитевой ДНК; б) микрофотографии комет двунитевой ДНК; в) средние значения повреждений ДНК, найденные из их распределений

щих из них тканей. Они могут быть использованы для прогноза опасности и оценки последствий ретинотоксического воздействия и оптимизации радио- и химиотерапии опухолей головы, мозга, шеи и глаз, а также для первичной оценки эффективности лекар-

ственных средств, препятствующих дегенерации сетчатки. Полученные данные могут послужить прогностическим показателем влияния условий космоса на человека при осуществлении длительных пилотируемых космических полетов [6–8].

РАДИАЦИОННАЯ ФИЗИОЛОГИЯ И НЕЙРОХИМИЯ

Выполнены работы по изучению действия ускоренных тяжелых заряженных частиц на нейрохимические механизмы, принимающие участие в обеспечении функций поведения и памяти, формировании эмоционально-мотивационных состояний. С помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии оценено изменение уровней ключевых нейромедиаторов головного мозга — норадреналина,

дофамина, серотонина и их метаболитов — у крыс различных возрастных категорий, облученных ионами углерода (^{12}C) с энергией 500 МэВ/нуклон в дозе 1 Гр. Показано, что воздействие тяжелых заряженных частиц индуцирует изменения в работе норадреналин-, дофамин- и серотонинергической системы через 30 и 90 сут после облучения. При этом наиболее выраженные различия у облученных

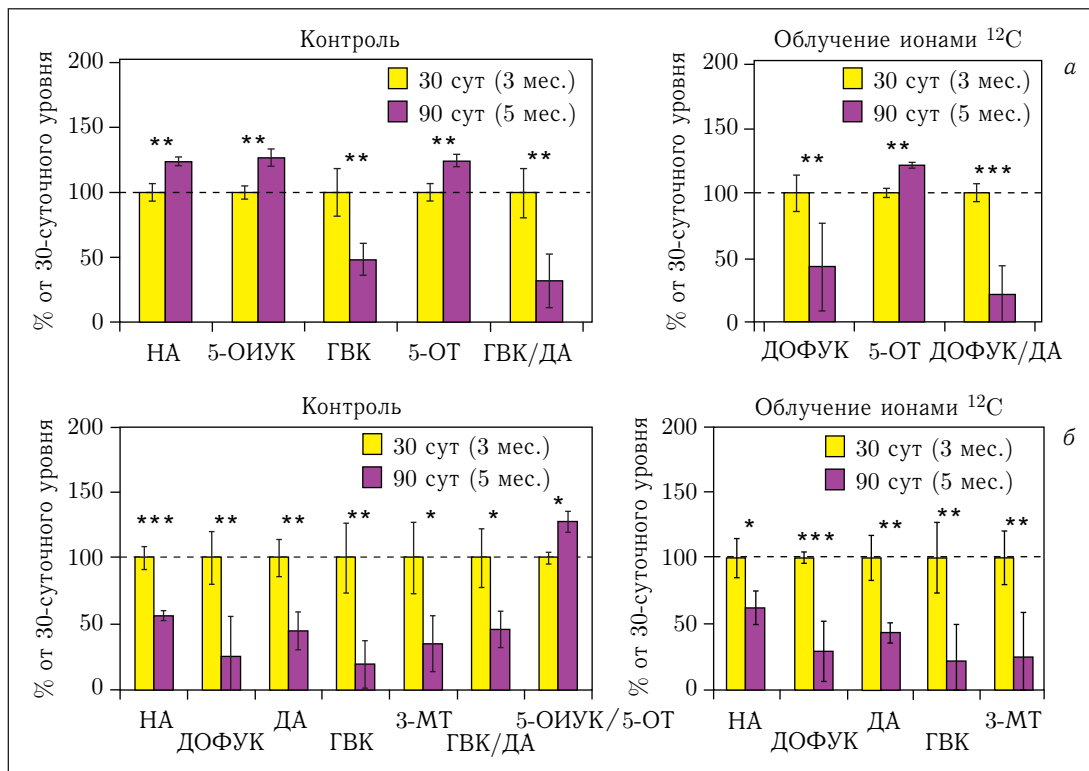


Рис. 9. Распределение моноаминов и их метаболитов в префронтальной коре (а) и гипоталамусе (б) головного мозга крыс различных возрастных категорий через 30 и 90 сут после облучения ускоренными ионами углерода (^{12}C) с энергией 500 МэВ/нуклон в дозе 1 Гр ($\pm\text{SD}$; * — $p \leq 0,1$; ** — $p \leq 0,05$; *** — $p \leq 0,01$). В скобках указан возраст животных на момент исследования. Обозначения моноаминов и их метаболитов: ДА — дофамин, ДОФУК — 3,4-диоксифенилукусная кислота, ГВК — гомованилиновая кислота, 3-МТ — 3-метокситирамин, 5-ОТ — серотонин (5-окситриптамин), 5-ОИУК — 5-гидроксииндолукусная кислота

и контрольных животных наблюдались в префронтальной коре и гипоталамусе, что указывает на важную роль этих структур в реализации поздних эффектов воздействия радиации на функции центральной нервной системы (рис. 9). По ряду показателей, характеризующих содержание моноаминов и их метаболитов в мозге, отмечено снижение интенсивности временных изменений у облученных крыс в префронтальной коре, гипоталамусе и гиппокампе. На основании полученных результатов выдвинута гипотеза об активной реализации компенсаторно-восстановительных механизмов в поздний пострadiационный период, которые при сравнительно низких значениях линейной передачи энергии частиц (порядка 10 кэВ/мкм) могут приводить к частичному восстановлению нарушенных радиацией функций мозга. При более высоких величинах ЛПЭ компенсаторно-восстановительные процессы реализуются в меньшей степени, и функциональные нарушения усиливаются со временем.

Получены данные о влиянии γ -квантов ^{60}Co на динамику нейромедиаторного обмена

на у крыс различных возрастных категорий. Концентрации норадреналина, дофамина, серотонина и их метаболитов определялись в префронтальной коре, гиппокампе, гипоталамусе и стриатуме через 30 и 90 сут после облучения в возрасте 3 и 5 мес. соответственно. После воздействия γ -излучения в дозе 1 Гр наиболее существенная модификация динамики обмена наблюдалась в префронтальной коре, гипоталамусе и гиппокампе, что свидетельствует о чувствительности этих структур к воздействию γ -квантов в относительно небольших дозах (рис. 10). Обнаружено, что в данных отделах мозга воздействие γ -квантов слабо влияет на общую направленность изменений после облучения, однако в возрастном аспекте характер метаболизма нейромедиаторов меняется по многим параметрам. Сравнение полученных результатов с данными по воздействию ускоренных ионов ^{12}C показало, что влияние γ -излучения на временную динамику нейромедиаторного обмена менее существенно по сравнению с тяжелыми ядрами. На основании проведенных исследований сделано предположение о том, что в результате

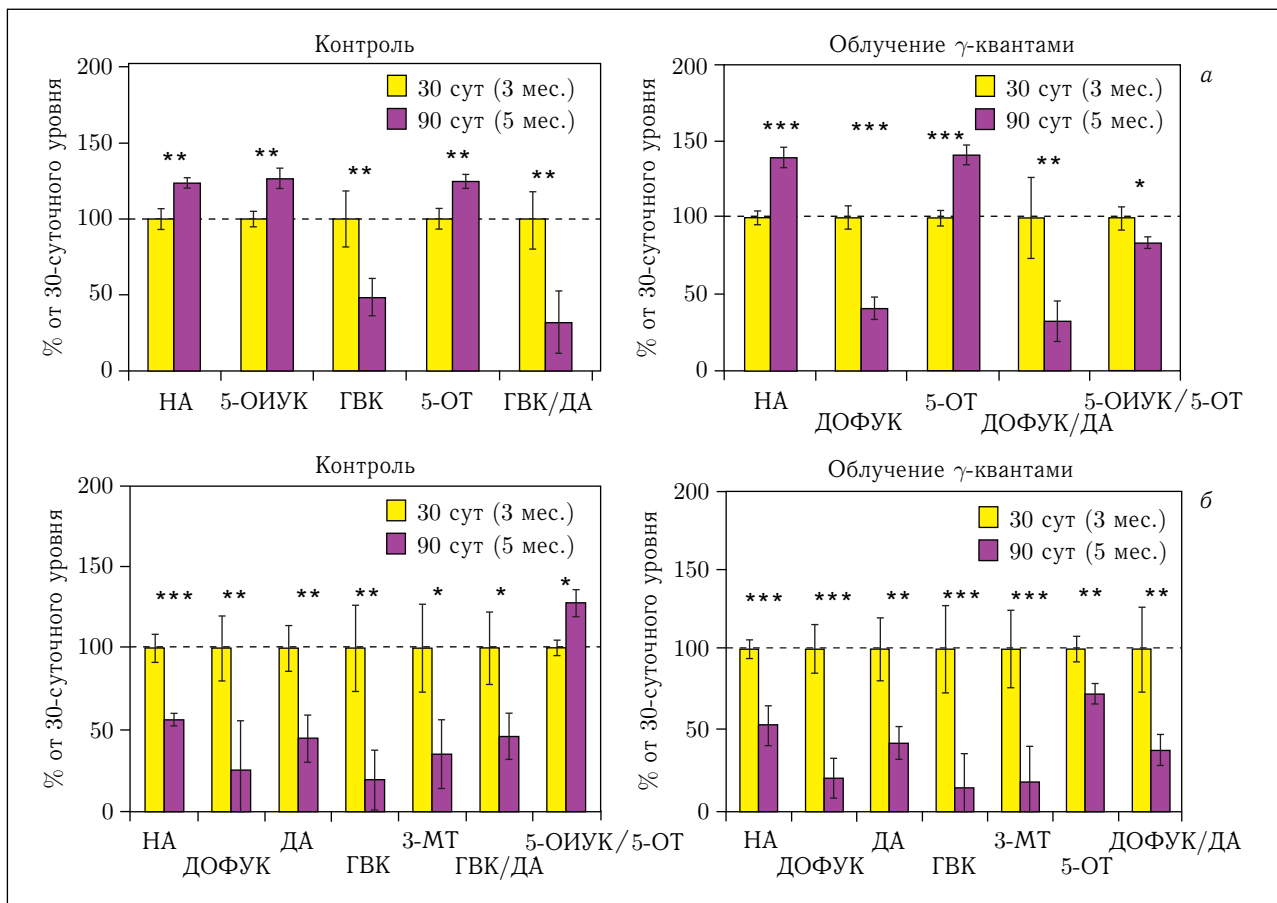


Рис. 10. Распределение моноаминов и их метаболитов в префронтальной коре (а) и гипоталамусе (б) головного мозга крыс различных возрастных категорий через 30 и 90 сут после облучения γ -квантами ^{60}Co в дозе 1 Гр ($\pm\text{SD}$; * — $p \leq 0,1$; ** — $p \leq 0,05$; *** — $p \leq 0,01$). В скобках указан возраст животных на момент исследования

воздействия ТЗЧ более существенные нарушения в работе медиаторных систем приводят к более интенсивной реализации компенсаторно-восстановительных процессов, что может быть причиной модификации нормальной динамики нейромедиаторного обмена в пострадиационный период [9, 10].

Изучены нейрцитологические эффекты, возникающие в мозжечке крыс под действием тяжелых ионов углерода ^{12}C и γ -облучения. Облучение животных проводилось на ускорителе нуклотрон-М ЛФВЭ ОИЯИ (^{12}C , ЛПЭ ~ 11 кэВ/мкм) и на установке «Рокус-М» МТК ОИЯИ (γ -кванты ^{60}Co). Количество и динамика формирования структурных нарушений в слое клеток Пуркинью мозжечка имели существенные различия между выделенными группами. На 30 сут после облучения количество нейронов с дистрофическими изменениями было достоверно больше в группах животных, подверженных действию ускоренных ионов ^{12}C , по сравнению с интактными животными. Различия в количестве структур-

ных нарушений были также обнаружены между группами крыс, облученных γ -квантами и ускоренными ионами ^{12}C . Анализ полученных материалов на 90 сут после облучения свидетельствует о том, что количество нейроцитов с дистрофическими изменениями достоверно больше в группе крыс, подверженных воздействию ионами ^{12}C , по сравнению с γ -облучением (табл. 1). Тем не менее вклад клеток с дистрофическими нарушениями в общее число измененных нейронов становится меньше. Динамика формирования дегенеративных клеточных реакций на 90 сут в случае γ -облучения характеризуется снижением их числа до уровня интактных животных. На основании вышеизложенного можно прийти к заключению, что воздействие ионов углерода ^{12}C с энергией 500 МэВ/нуклон в дозе 1 Гр обуславливает существенное увеличение числа клеток Пуркинью с дистрофическими нарушениями.

Выявленные клеточные реакции свидетельствуют о развитии дегенеративных про-

Таблица 1. Количество клеток Пуркинье в коре мозжечка крыс в разные сроки после облучения

Группа	Тип морфологических изменений					
	30 сут			90 сут		
	№ 1, %	№ 2, %	№ 3, %	№ 1, %	№ 2, %	№ 3, %
Контроль	67,7 ± 2,6	28,1 ± 2,7	4,2 ± 1,4	75,5 ± 1	20 ± 2	4,5 ± 1,6
γ-облучение	54,3 ± 6,3	35,8 ± 6,1	9,9 ± 0,4	71 ± 3,2	24,1 ± 3,2	4,9 ± 0,8
¹² C	49,2 ± 3,1	34,6 ± 2,8	16,2 ± 2,3	61,8 ± 2,3	30,3 ± 1,5	7,9 ± 1

Примечание. № 1 — нейроны без видимых изменений; № 2 — нейроны с морфофункциональными и компенсаторно-приспособительными изменениями; № 3 — нейроны с дистрофическими изменениями.

цессов в коре мозжечка крыс. Динамика формирования изменений и их характер указывают на необходимость объективной оценки радиационной опасности тяжелых заряженных частиц для ЦНС и проведения детальных экспериментов по определению цитоморфологических нарушений в различных структурах мозга.

Исследовано воздействие высокоэнергетических протонов и ускоренных ионов углерода ¹²C на когнитивные функции и содержание моноаминов и их метаболитов в перифериче-

ской крови обезьян *Macaca mulatta*. Показано, что облучение головы обезьян протонами с энергией 170 МэВ (ЛПЭ = 0,53 кэВ/мкм) в дозе 3 Гр не вызывает существенных изменений их когнитивных функций и концентрации исследованных нейромедиаторов в крови в поздние периоды после воздействия. В то же время после облучения ионами ¹²C с энергией 500 МэВ/нуклон (ЛПЭ = 10,6 кэВ/мкм) в дозе 1 Гр наблюдается достоверное снижение когнитивных функций и концентрации метаболитов серотонина в крови у обезьян возбуди-

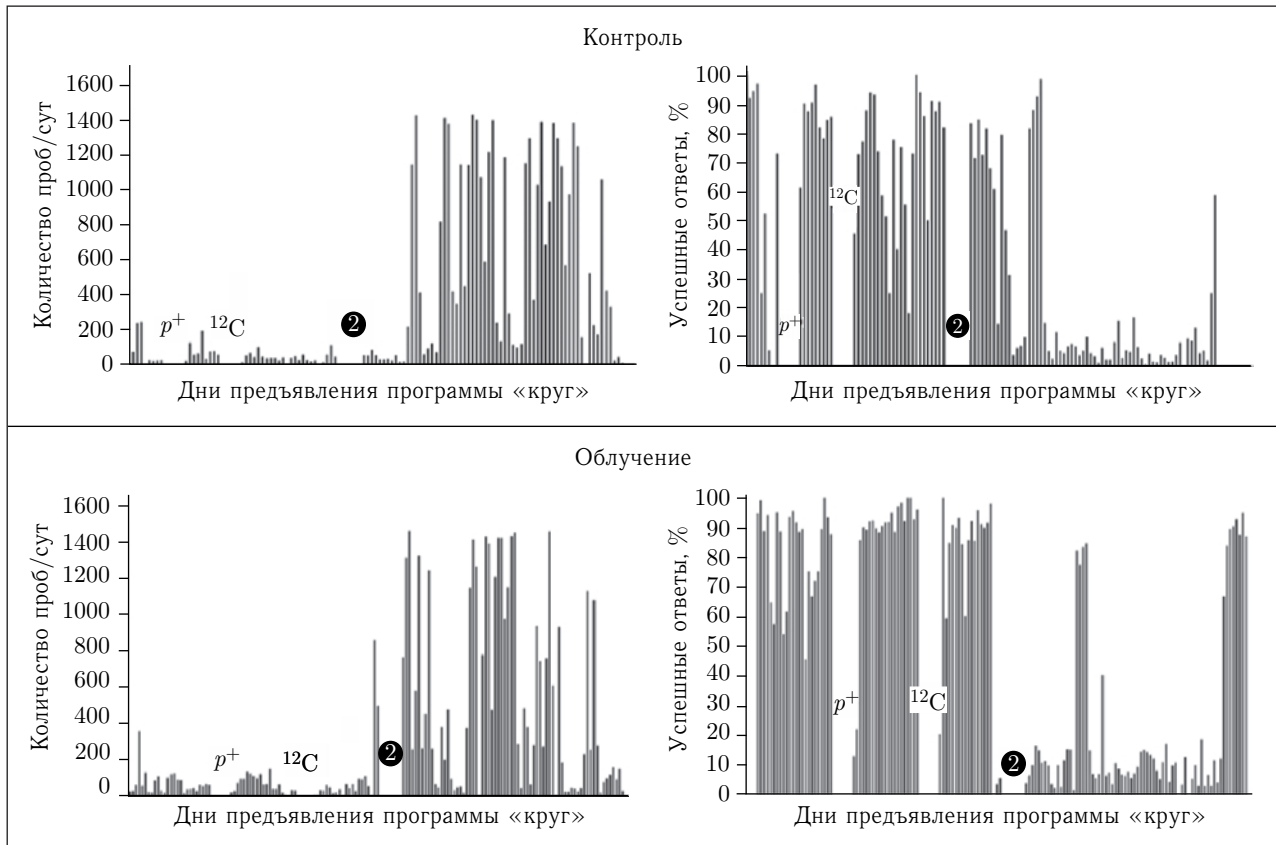


Рис. 11. Показатели когнитивных функций обезьян контрольной и облученной групп. p^+ — день облучения в эксперименте с протонами; ¹²C — день облучения в эксперименте с ионами углерода; 2 — переход на новый уровень сложности игровой программы

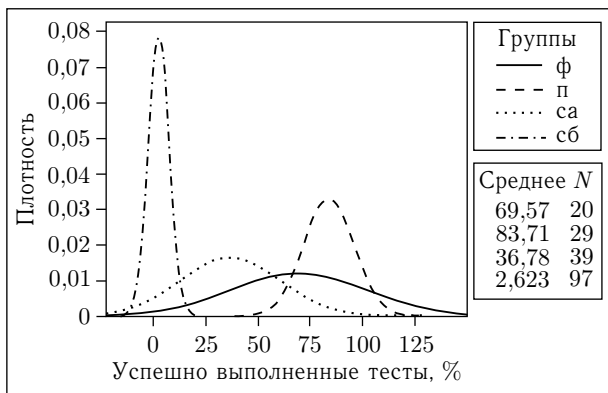


Рис. 12. Плотность распределения показателей когнитивных функций обезьян. ф — обучение до экспериментальных воздействий; п — облучение протонами; са — облучение ионами углерода; сб — обучение на новом уровне сложности

мого неуравновешенного типа высшей нервной деятельности (рис. 11, 12). Обезьяны с сильным уравновешенным типом высшей нервной деятельности оказались устойчивыми к обоим видам излучений, что согласуется с многочисленными литературными данными. На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что нарушения, вызванные воздействием тяжелых ионов даже в относительно небольших дозах, развиваются и усиливаются во времени. Причем можно предположить, что это воздействие настолько интенсивно и затрагивает столь многие процессы в мозге, что снижение концентрации метаболитов моноаминов в ликворе крови может соответствовать уменьшению концентрации моноаминов и их метаболитов в мозге обезьян [11].

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫХ ЭФФЕКТОВ

Продолжены работы по моделированию систем репарации генетических повреждений, индуцированных тяжелыми заряженными частицами.

Разработана математическая модель [12, 13], описывающая основные механизмы, отвечающие за восстановление радиационно-индуцированных ДР ДНК в клетках млекопитающих и человека, к которым относятся репарация путем негомологичного воссоединения концов (NHEJ), гомологичная рекомбинация (HR), однострессовой отжиг по прямым повторам (SSA) и микрогомо-

логичным последовательностям (micro-SSA) и альтернативный способ негомологичного воссоединения концов (Alt-NHEJ). Модель отражает временные характеристики основных этапов воссоединения ДР при действии ионизирующих излучений в широком диапазоне ЛПЭ (0,2–236 кэВ/мкм), включая достаточно широкий спектр тяжелых ионов вплоть до ядер ^{56}Fe (рис. 13, а). Параметры кинетических уравнений, характеризующие скорость ферментативных взаимодействий, определялись с помощью фитирования теоретических кривых к экспериментальным данным, опи-

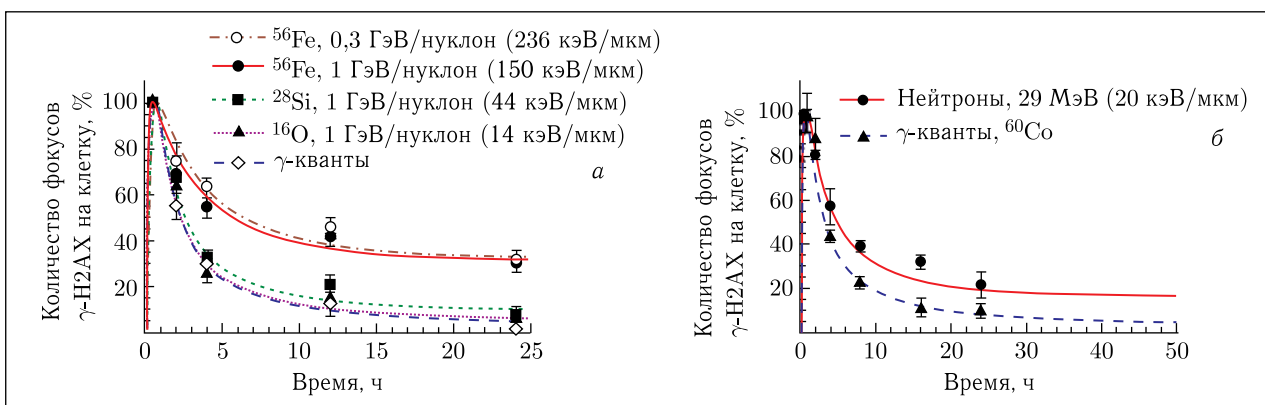


Рис. 13. а) Кинетика изменения уровня радиационно-индуцированных γH2AX -фокусов в фибробластах кожи человека при действии ионизирующих излучений с разными физическими характеристиками в дозе 1 Гр; б) сравнительная оценка кинетики γH2AX -фокусов в лимфоцитах крови человека. Кривые — результаты расчета, точки — экспериментальные данные (Asaithamby et al., 2008; Vandersickel et al., 2014)

сывающим отдельные этапы процессов репарации, и выбирались с учетом специфики восстановления ДР ДНК после воздействия излучений разного качества. Наряду с моделированием взаимодействий основных регуляторных белков и белковых комплексов также учтено наличие метастабильных состояний ДНК, формирующихся на разных стадиях процессов репарации.

В разработанной модели учитывается различный уровень активности репарационных механизмов в зависимости от фаз клеточного цикла, а также сложность повреждений, в частности, наличие кластерных ДР, которые могут возникать после воздействия излучений с высокой ЛПЭ. Показано, что модель корректно воспроизводит динамику восстановления повреждений, полученных клеткой после воздействия нейтронов с энергией 20 кэВ/мкм в дозе 0,5 Гр (рис. 13, б). Это позволяет использовать предложенный расчетный подход для более глубокого анализа уже имеющихся и новых экспериментальных данных, что является важным при разработке обобщенной теории репарации ДР ДНК.

Проведен детальный анализ математической модели систем репарации ДНК в бактериальных клетках *E. coli* [14, 15]. Выполнен анализ закономерностей влияния дефектов в различных генах, контролирующих репарацию повреждений, на уровень УФ-мутагенеза. Проведен расчет эффективности работы эксцизионной репарации нуклеотидов (ЭРН) в зависимости от флюенса энергии УФ-излучения, рассчитаны концентрации ключевых белков (рис. 14, а). Показано, что с ростом числа УФ-повреждений (УФП) характерное время их репарации путем ЭРН увеличивается (рис. 14, б). Полученные результаты расчетов временной динамики концентраций регуляторных белков (рис. 14, а), кинетики репликации и частоты мутаций (рис. 14, в) хорошо согласуются с известными экспериментальными данными. Проведен сравнительный анализ эффективностей пострепликативных систем репарации (рис. 14, г) в зависимости от уровня повреждений и наличия дефектов в системе ЭРН. В качестве примера рассмотрены клетки дикого типа и мутантные штаммы, дефектные по *uvrA*- и *polA*-генам. Выявлено, что мак-

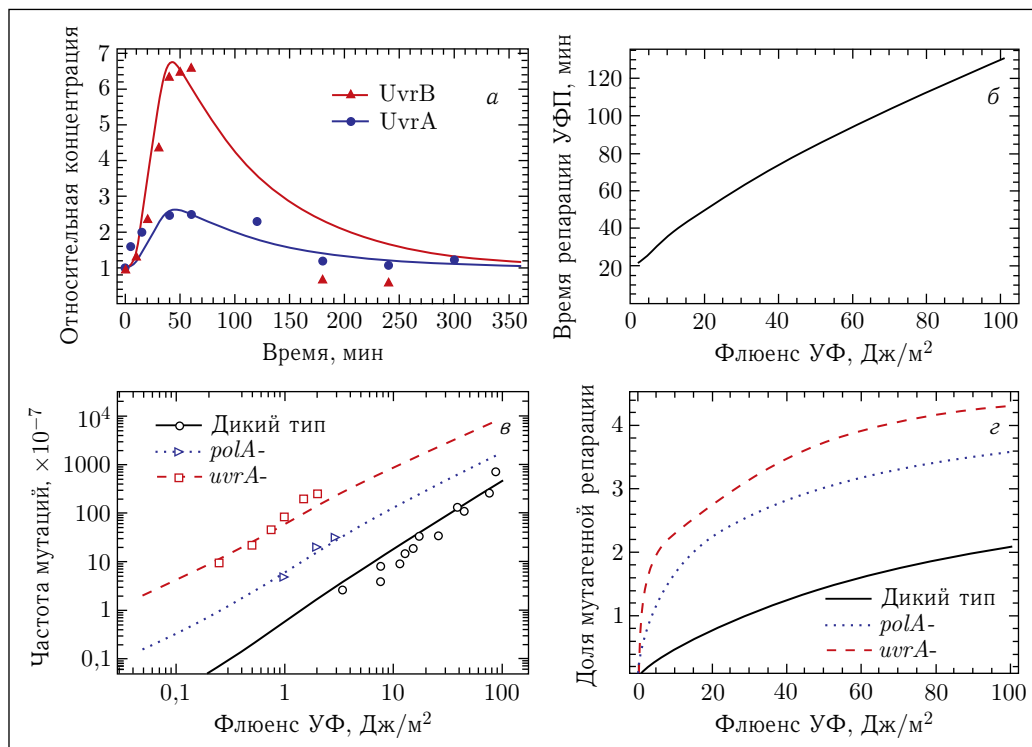


Рис. 14. а) Изменение концентрации ключевых белков системы ЭРН в ходе SOS-ответа при флюенсе УФ 10 Дж/м²; б) характерное время удаления УФП посредством ЭРН в клетках дикого типа; в) частота индуцированных мутаций для различных генотипов; г) количество онДНК, восстановленной с помощью translesion-синтеза, по отношению к онДНК, восстановленной гомологичной рекомбинацией. Кривые — результаты расчета, точки — экспериментальные данные (Lin et al., 1997 и Pruteanu et al., 2009 (а), Kato et al., 1974; Bates et al., 1989 (в))

симальная эффективность работы translesion-синтеза в 4 раза превышает эффективность безошибочной репарации путем гомологичной рекомбинации. Данные результаты могут быть использованы для прогнозирования реакции бактериальных клеток на излучения с различными характеристиками и другие внешние воздействия.

Продолжены работы по моделированию молекулярных механизмов нарушений структур и функций нервной системы в результате действия тяжелых заряженных частиц. В соавторстве с сотрудниками Монгольского государственного университета выполнен цикл работ по моделированию радиационно-индуцированных повреждений методами Монте-Карло в программной среде GEANT4. Предложен расчетный метод, позволяющий оценивать характер распределения дозы и энергии в отдельных нейронах головного мозга при облучении тяжелыми заряженными частицами. С применением разработанного подхода показано [16], что морфология клеток является важным фактором, определяющим особенности энерговыделения в отдельных компонентах нейронов (рис. 15). Полученные данные указывают на возможность радиационного повреждения области синаптических контактов, что может являться причиной поведенческих и когнитивных расстройств, наблюдаемых у лабораторных животных после облучения тяжелыми заряженными частицами. Данный метод был расширен для оценки выхода продуктов радиолиза воды в нейронах головного мозга (в частности, в синапсах). Химические реакции и процессы диффузии основных продуктов радиолиза смоделированы в синапсосамах и в детализированной структуре нейрона в целом [17]. Разработанный метод применим к описанию воздействия пучков протонов, ионов углерода и железа с физическими характеристиками, близкими к спектру галактических космических лучей.

Разработан подход с применением модели малых трехмерных объемов (small-voxel model), предназначенный для вычисления радиационных нарушений в синапсосамах и синаптических рецепторах [18]. Расчет треков заряженных частиц в воксельной модели рецепторов был выполнен в среде GEANT4. В результате получено распределение стохастических событий энерговыделения в субъединицах GluN1a/GluN2B рецептора NMDA при облучении частицами ^1H , ^4He , ^{12}C , ^{28}Si и ^{56}Fe . Большое энерговыделение в малых

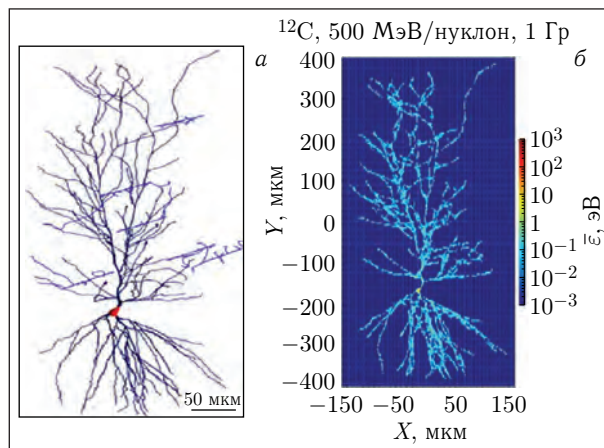


Рис. 15. а) Объемная модель пирамидного нейрона области CA1 гиппокампа крысы, совмещенная с треками ускоренных тяжелых ионов углерода ^{12}C с энергией 500 МэВ/нуклон, полученными расчетным путем. Сомы выделены красным цветом, а дендриты — синим. б) Пространственное распределение энергии (\bar{E}), выделившейся в теле нейрона после прохождения ионов ^{12}C при облучении в дозе 1 Гр

объемах, производимое тяжелыми заряженными частицами, способно вызвать нарушения в синаптической активной зоне и, в частности, служить причиной повреждения синаптических рецепторов. Хотя точный механизм воздействия радиации на чувствительные структуры в синапсах неизвестен, данное исследование может способствовать лучшему пониманию ранних этапов возникновения повреждений при первичном взаимодействии заряженной частицы с биологическими структурами.

Проведено исследование передачи внутриклеточных сигналов вдоль микротрубочек цитоскелета [19]. Микротрубочки, являясь метастабильным образованием, зависящим от уровня метаболизма и экспрессии стабилизирующих белков, а также участвуя в регуляции работы синапсов, могут являться одной из потенциальных чувствительных мишеней для действия радиации. Известно, что димер тубулина обладает двумя возможными пространственными конфигурациями с различной энергией, отличающимися взаимной ориентацией α - и β -субъединиц (рис. 16, а). С другой стороны, в растворе микротрубочка обладает свойствами полиэлектролита. С учетом данных особенностей была разработана теоретическая модель нелинейного взаимодействия слоя ионов со структурной деформацией полимера. Показано, что энергия структурной деформации, запасенная за счет гидролиза гуанозинтрифосфата (ГТФ), может быть использована для проведения импульсов тока ионов.

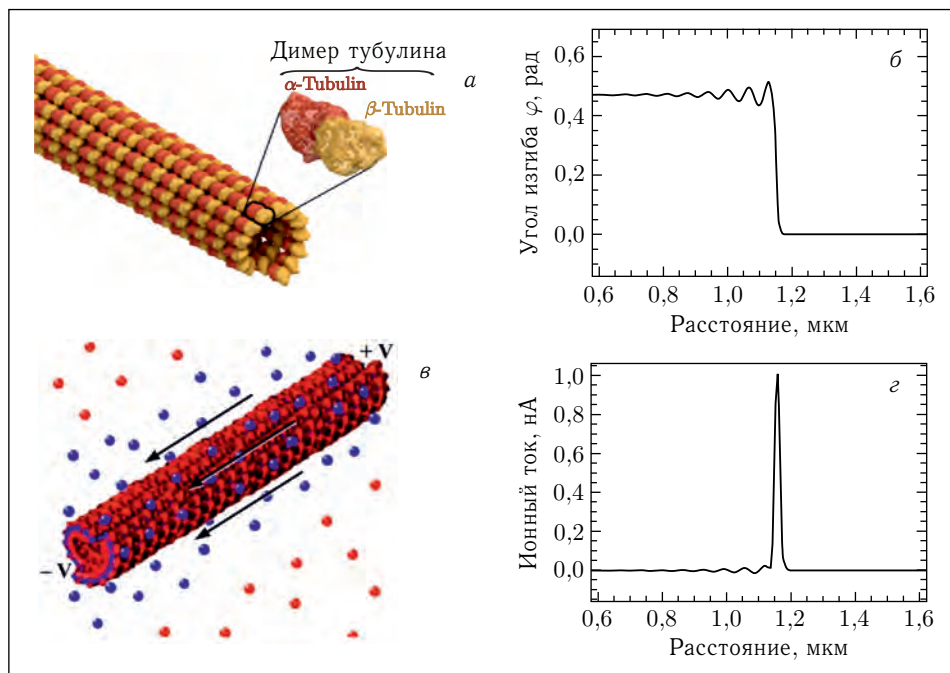


Рис. 16. Транспорт сигналов в микротрубочке цитоскелета. В ходе распространения α - и β -формы тубулина (а) локально изменяют свою конформацию, выражающуюся углом изгиба (б). Деформацию сопровождает импульс тока ионов вдоль поверхности микротрубочки (в, г)

В ходе расчетов на основе разработанной модели показано, что в микротрубочке возможно распространение устойчивой нелинейной волны деформации (рис. 16, б), сопровождаю-

щейся током ионов, в частности, ионов Ca^{2+} , конденсированных на поверхности полимера (рис. 16, в, г). Результаты исследования проясняют картину механизмов внутриклеточного

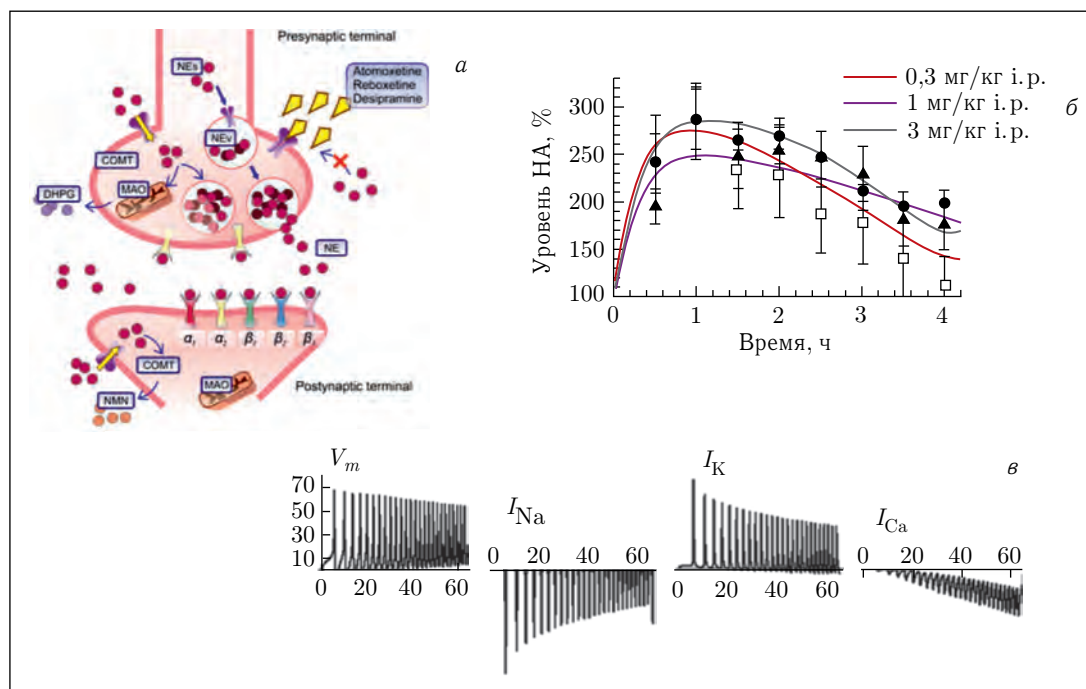


Рис. 17. а) Схема, описывающая воздействие ингибиторов обратного захвата норадреналина. б) Динамика норадреналина (НА) в префронтальной коре головного мозга крыс после введения атомоксетина в дозах 0,3–3 мг/кг i.p. (\pm SEM) (Bumaster et al., 2002). в) Оценка несинаптических характеристик мембраны. V_m — мембранный потенциал (мВ); I_{Na} — натриевый ток; I_{K} — калиевый ток; I_{Ca} — кальциевый ток

переноса ионов Ca^{2+} . Из расчетов устойчивости полученных решений следует, что деградация цитоскелета в результате радиационного или химического воздействия может привести к нарушениям внутриклеточной сигнализации и синаптической пластичности.

Предложен подход к математическому моделированию динамики концентрации моноаминов после воздействия химических агентов, в частности, некоторых лекарственных препаратов [20]. Разработанная математическая модель позволяет описать процессы, протекающие в синапсах после введения химических агентов, влияющих на функционирование моноаминовых транспортеров, а так-

же воспроизводит динамику уровня дофамина, норадреналина и серотонина в различных структурах головного мозга крыс после инъекции ингибиторов обратного захвата моноаминов (рис. 17). С применением предложенных расчетных методов исследовано воздействие атомoksetина, ребоксетина, флюоксетина, дезипрамина и GBR 12909. Разработанный модельный подход представляет интерес для формирования более глубокого понимания механизмов воздействия фармакологических препаратов на моноаминергические системы при лечении различных когнитивных расстройств.

ФИЗИКА ЗАЩИТЫ И РАДИАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2015 г. специалисты ЛРБ принимали участие в проектировании бустера нуклотрона. Бустер является составной частью ускорительного комплекса NICA и предназначен для предварительного ускорения ионов ^{197}Au до энергии 578 МэВ/нуклон. Размещение бустера планируется внутри существующего ярма синхрофазотрона ЛФВЭ.

Подготовлено и утверждено «Техническое задание на проектирование радиационной защиты бустера нуклотрона». На основе универсальной МК-программы транспорта излучений

в веществе MCNPX создана детальная математическая модель корпуса № 1 ЛФВЭ и бустера внутри кольца синхрофазотрона, предложены варианты биологической защиты и ловушки пучка ионов нецелевой зарядности, выполнено прогнозирование радиационной обстановки внутри и вокруг корпуса № 1 при штатной работе бустера на комплекс NICA (рис. 18). Показано, что при выполнении всех предложенных мероприятий вклад бустера в годовую эффективную дозу нейтронов на границе санитарно-защитной зоны ЛФВЭ не пре-

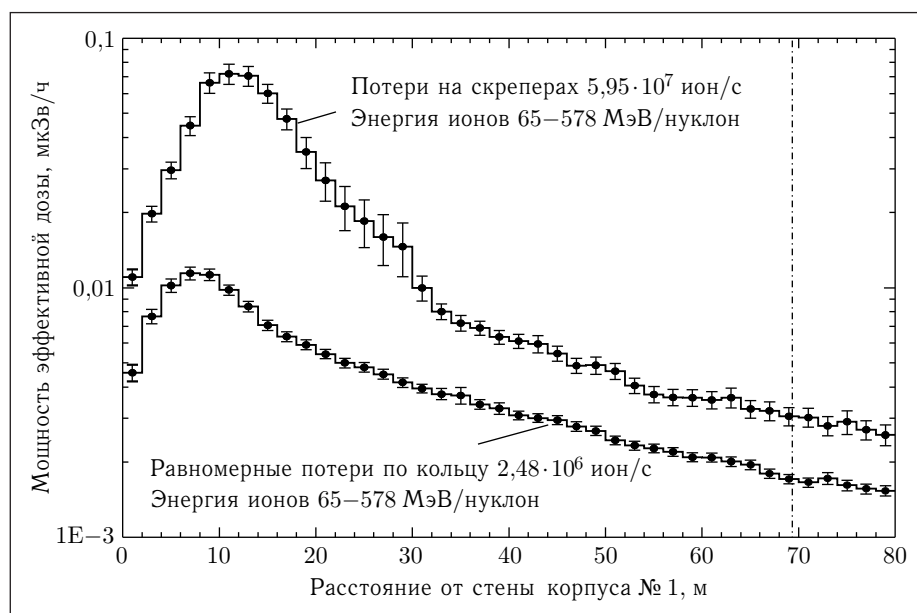


Рис. 18. Радиальные распределения мощности эффективной дозы нейтронов, формируемые разными источниками потерь ионов на бустере. Штрихпунктирная линия — ближайшая граница территории площадки ЛФВЭ

высит установленной для него квоты. Конечным итогом работы явился согласованный и представленный в дирекцию ИФВЭ проект бустера в части радиационной безопасности, включающий в себя радиационное зонирование помещений бустера и прилегающей к корпусу №1 территории, работу бустера на внутреннюю мишень, активацию оборудования, материалов и охлаждающих агентов на бустере, организацию радиационного контроля на бустере и системы блокировок входа, аварийные ситуации на бустере.

Введен в эксплуатацию экспериментальный стенд для тестирования и калибровки приборов ядерной планетологии с генераторами быстрых нейтронов. Стенд создан в ЛРБ совместно с ЛНФ и Институтом космических исследований РАН (ИКИ РАН) с учетом всех необходимых мероприятий по обеспечению радиационной безопасности.

Помещение стенда обеспечивает малый фон рассеянных нейтронов и позволяет проводить испытания приборов с разными моделями планетарного грунта. Основу модели планетарных реголитов представляет собой массив силикатного стекла общей массой до 35 т, являющийся моделью абсолютно сухого грунта (рис. 19). Наличие в грунте воды моделируется слоями полиэтилена на разных глубинах. Для максимально возможного приближения к химическому составу марсианского реголита по Fe, Al и Cl в состав массива стекла добавлены тонкие слои стали, алюминия и полихлорвинила. В целом химический состав моделей хорошо согласуется со средним химическим составом марсианского и лунного реголита. В 2015 г. на экспериментальном стенде был выполнен большой объем работ

по испытаниям приборов ИКИ РАН: ДАН, МГНС (миссия ЕКА Veri-Colombo к Меркурию), АДРОН-ЛР, АДРОН-РМ и ФРЕНД (будущие миссии «Луна-Глоб» и «ЭкзоМарс»). Для разных моделей грунта после импульса нейтронного генератора в разных временных окнах измерялись временные распределения регистрации альбедных нейтронов детекторами ДАН и спектры гамма-квантов. Результаты экспериментов дали возможность оценить чувствительность методик, используемых для определения элементного состава приповерхностных слоев планетарных грунтов и, в частности, для измерения содержания в них водяного льда (вечной мерзлоты) [21].



Рис. 19. Модель планетарного грунта с размещенными над ней детектором альбедных нейтронов (ДАН) и нейтронным генератором (НГ)

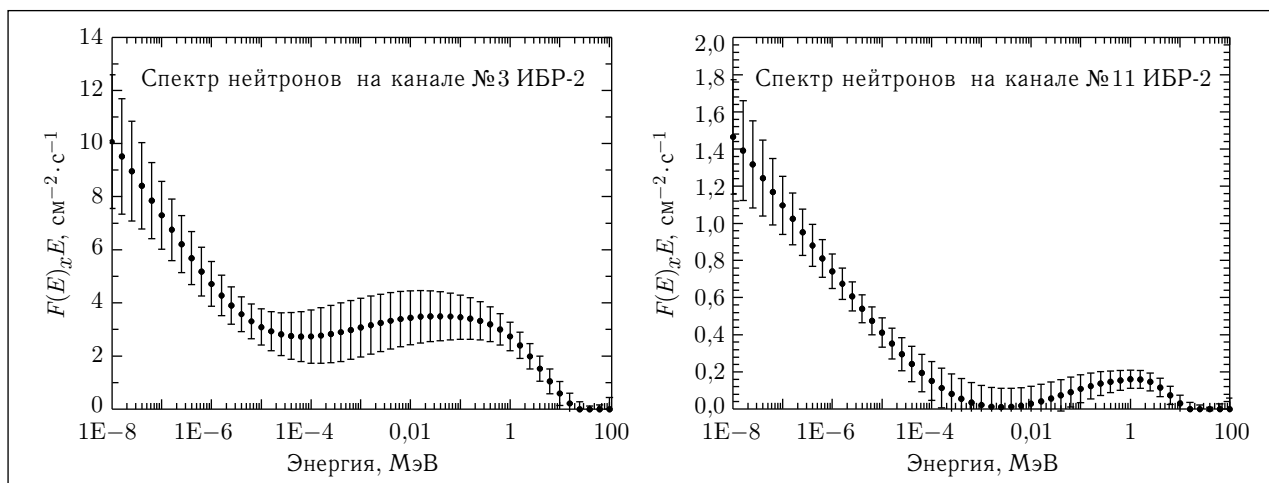


Рис. 20. Спектры нейтронов в экспериментальных залах ИБР-2

Продолжены работы по спектрометрии нейтронов широкого энергетического диапазона с помощью многосферного спектрометра. Измерены спектры нейтронов на 3-м и

11-м каналах ИБР-2 с целью проверки корректности измерения дозы нейтронов индивидуальными дозиметрами альбедных нейтронов (рис. 20).

ИССЛЕДОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА НА ЗЕМЛЕ И В БЛИЖАЙШЕМ КОСМОСЕ

Продолжено исследование анализа реакции синтеза химических соединений из формамида NH_2CONH_2 (продукта гидролиза HCN) при действии излучений с разной ЛПЭ. Реакции синтеза осуществлялись при облучении ускоренными протонами и ионами ^{12}C и ^{11}B в присутствии катализаторов, полученных из метеоритов различных классов (рис. 21).

В продолжение исследований синтеза пребиотических соединений проведены эксперименты по возможному синтезу нуклеозидов, компонентов ДНК и РНК, при облучении смеси «нуклеиновое основание + сахар» пучком протонов с энергией 170 МэВ. В качестве сахаров использовалась рибоза и 2-дезоксирибоза. Проведено облучение смеси «нуклеозид + фосфатная группа» аналогичным излучением для установления возможного синтеза нуклеотидов, которые служат основой для

построения ДНК и РНК. Результаты данных экспериментов могут пролить свет на проблему синтеза первых пребиотических соединений на ранней Земле [22].

В связи с отсутствием подробной информации об элементном составе метеоритов, участвовавших в эксперименте с формамидом, совместно с сотрудниками ЛНФ ОИЯИ проведен нейтронный активационный анализ данных образцов. Результаты по определению состава некоторых метеоритов представлены в табл. 2. Процентное содержание основных элементов соответствует литературным данным. Содержание других элементов было определено впервые. Получен уникальный материал по биогенным структурам, найденным в изученных древнейших породах. Раннедокембрийские (архейско-раннепротерозойские) отложения Земли по возрасту наиболее близки к

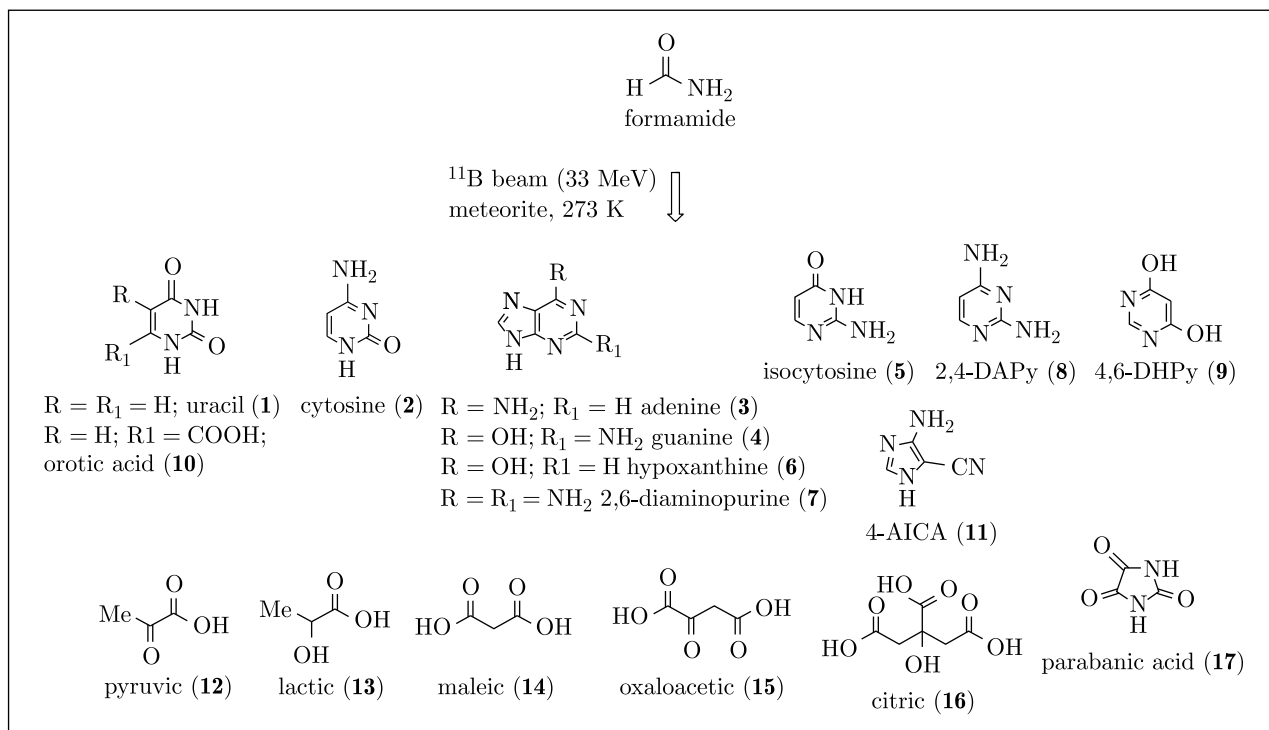


Рис. 21. Соединения, формирующиеся из формамида при облучении ионами ^{11}B в присутствии вещества метеоритов

Таблица 2. Состав некоторых железных метеоритов

Элемент	Концентрация, мк/кг		
	Canyon Diablo	Campo del Cielo	Sikhote Alin
Na	126 ± 5	193 ± 8	69 ± 3
Al	129 ± 4	807 ± 17	232 ± 6
Cl	132 ± 13	347 ± 28	107 ± 2
Ca	160 ± 49	662 ± 108	—
V	0,3 ± 0,05	27 ± 0,9	0,4 ± 0,05
Cr	405 ± 26	361 ± 24	377 ± 27
Mn	35 ± 2	79 ± 5	35 ± 3
Fe	828 000 ± 42 808	868 000 ± 44 876	915 000 ± 47 306
Co	4000 ± 76	4350 ± 83	4540 ± 86
Ni	48 800 ± 4089	46 400 ± 3888	46 800 ± 3922
Cu	145 ± 38	212 ± 55	176 ± 45
Zn	244 ± 19	168 ± 17	—
As	19 ± 0,4	12 ± 0,3	11 ± 0,3
Br	1,2 ± 0,4	0,4 ± 0,1	—
Mo	11 ± 3,2	8,4 ± 2,5	7 ± 2
Sb	0,6 ± 0,02	0,2 ± 0,01	0,1 ± 0,009
Ba	573 ± 35	—	—
La	1,3 ± 0,09	1,3 ± 0,08	0,6 ± 0,07
Sm	0,2 ± 0,06	0,2 ± 0,06	0,1 ± 0,03
W	1,6 ± 0,5	1,2 ± 0,4	0,8 ± 0,3
Au	1,7 ± 0,5	1,5 ± 0,5	1,4 ± 0,4
U	0,2 ± 0,03	—	—

породам, слагающим метеориты. Поэтому исследование раннедокембрийских фоссилизированных микроорганизмов в различных типах осадочных и вулканогенных пород, в разнообразных полезных ископаемых: пиллоу-лавах, корях выветривания, фосфоритах, бокситах и т. п., является ключом к изучению биоморфных и биогенных структур в материалах внеземного происхождения. Благодаря полученным данным удалось внести ясность в условия и процессы образования ряда горных пород и руд, а найденные в метеоритах биоморфные структуры свидетельствуют в пользу аргументов теории панспермии.

Псевдоморфозы по нитчатым и коккоидным формам встречены во всех углистых хондритах. «Оргей», «Мэрчисон», «Ефремовка» и др. содержат фоссилизированные остатки коккоидных и нитчатых форм, по морфологии

и размерам аналогичные современным бактериальным формам Земли и их древним аналогам. Среди микрофоссилий, обнаруженных в метеоритах, присутствуют коккоидоподобные формы, некоторые из которых имеют своеобразный пиллом, приближающий их к амебоподобным (т. е. к эвкариотам). Наибольший интерес представляют крупные мешковидные формы, которые можно интерпретировать как фоссилизированные эвкариотные организмы. Возраст всех известных углистых хондритов сопоставим с возрастом самой Земли и составляет приблизительно 4,5–4,6 млрд лет. Таким образом, если метеориты (и прежде всего углистые хондриты) имеют столь древний возраст, а фоссилизированные остатки еще старше, то можно предполагать, что эти организмы существовали до образования Земли.

КОНФЕРЕНЦИИ И ОБРАЗОВАНИЕ

В течение 2015 г. сотрудники лаборатории приняли участие в 12 научных конференциях в России и в 9 конференциях, проходивших в различных странах мира.

Совместно с Научным советом по радиобиологии РАН, Научным советом по астробиологии при Президиуме РАН проведена трехдневная конференция «Современные направ-

ления в радиобиологии и астробиологии. Молекулярные, генетические, клеточные и тканевые эффекты». В ее работе приняли участие около 100 ученых из институтов и научных организаций России, Италии и США. В программу конференции входило обсуждение актуальных проблем космической радиобиологии, астробиологии, радиационной генетики, лучевой терапии, молекулярной и клеточной радиобиологии.

Продолжался учебный процесс на кафедре «Биофизика» университета «Дубна». В настоящее время по специальности «Радиационная безопасность человека и окружающей среды» обучается 39 студентов и 4 аспиранта по специальности «Радиобиология». В 2015 г. на кафедру было принято 8 студентов. 8 студентов успешно закончили обучение и получили диплом инженера-физика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Zadneprianetc M. et al.* IRIF Cluster Formation and Structure in Human Fibroblasts after Irradiation with Boron Ions and γ -Rays // Third Intern. Conf. on Radiation and Applications in Various Fields of Research (RAD 2015), Budva, Montenegro, June 8–12. Book of Abstracts. P. 451.
2. *Falk M. et al.* DSB Repair in Normal and Radioresistant Tumor Cells Exposed to γ -Rays, Protons of Different Energies, and High-LET Ions // The 15th Intern. Congress of Radiation Research (ICRR 2015), Kyoto, Japan, May 25–29, 2015. Book of Abstract, poster No. 3-PS2E-20.
3. *Ježková L. et al.* Analysis of DSB Repair and Structure of IRIF Clusters Induced by High- and Low-LET Radiations // The 15th Intern. Congress of Radiation Research (ICRR 2015), Kyoto, Japan, May 25–29, 2015. Book of Abstract, poster № 2-PS3D-25.
4. *Dubničková M. et al.* The Effects of Lipid A on Gamma-Irradiated Human Peripheral Blood Lymphocytes *in vitro* // Part. Nucl., Lett. 2016. V. 13, No. 2. P. 274–278.
5. *Blaha P. et al.* Comparison of the Influence of Densely and Sparsely Ionizing Radiation on the Induction of HPRT Mutants in V79 Cells // Abstract Book of the 61st Annual Meeting of Radiation Research Society, Weston, Florida, USA, Sept. 18–22, 2015.
6. *Тронов В. А. и др.* Исследование адаптивного ответа сетчатки глаза у мышей на облучение протонами: связь с репарацией ДНК и гибелью фоторецепторных клеток // Письма в ЭЧАЯ. 2015. Т. 12, № 1(192). С. 241–255.
7. *Тронов В. А. и др.* Радиационное прекондиционирование сетчатки глаза у мышей *in vivo* повышает ее устойчивость к последующему генотоксическому воздействию и стимулирует восстановление // Цитология. 2015. Т. 56, № 2. С. 119–128.
8. *Виноградова Ю. В.* Исследование повреждения и процессов восстановления сетчатки глаза мышей после облучения ускоренными протонами и действия метилнитрозомочевины. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 2015. 24 с.
9. *Белокопытова К. В. и др.* Распределение моноаминов и их метаболитов в структурах головного мозга крыс в поздние сроки после облучения ионами ^{12}C // Нейрохимия. 2015. Т. 32, № 3. С. 243–251.
10. *Белокопытова К. В. и др.* Динамика возрастных изменений обмена моноаминов и их метаболитов в структурах мозга крыс после облучения ионами ^{12}C // Тез. докл. Российской научн. конф. с международным участием «Медико-биологические проблемы токсикологии и радиобиологии», Санкт-Петербург, 4–6 июня 2015 г. Санкт-Петербург, 2015. С. 50–51.
11. *Белыева А. Г. и др.* Воздействие высокоэнергетических протонов и ионов углерода ^{12}C на когнитивные функции обезьян и содержание моноаминов и их метаболитов в периферической крови // Физиология животных и человека. 2015 (в печати).
12. *Belov O. V. et al.* A Quantitative Model of the Major Pathways for Radiation-Induced DNA Double-Strand Break Repair // J. Theor. Biol. 2015. V. 366. P. 115–130.
13. *Fourie H. et al.* Theoretical Modelling of γ -H2AX Foci Kinetics in Human Lymphocytes after Exposure to Fast Neutrons // Phys. Med. 2015. V. 31. P. S4.
14. *Bugay A. N. et al.* Modeling Nucleotide Excision Repair and Its Impact on UV-Induced Mutagenesis during SOS-Response in Bacterial Cells // J. Theor. Biol. 2015. V. 364, No. 1. P. 7–20.
15. *Bugay A. N. et al.* Modeling the Induced Mutation Process in Bacterial Cells with Defects in Excision Repair System // Part. Nucl., Lett. 2015. V. 12, No. 7. P. 850–862.
16. *Batmunkh M. et al.* Estimation of the Spatial Energy Deposition in CA1 Pyramidal Neurons under Exposure to ^{12}C and ^{56}Fe Ion Beams // J. Radiat. Res. Appl. Sci. (Elsevier). 2015. V. 8, No. 4. P. 498–507.

17. *Batmunkh M. et al.* Time-Dependent Yields of Water Radiolysis Products in CA1 Hippocampal Neurons Exposed to High-Energy Ions // IV Intern. Conf. «Modern Problems of Genetics, Radiobiology, Radioecology, and Evolution», St. Petersburg, Russia, June 2–6, 2015. St. Petersburg, 2015. P. 80.
18. *Bayarchimeg L., Belov O.V., Lhagva O.* Modeling of the Energy Deposition in GluN1a/GluN2B NMDA Receptor of Synapses Exposed to Charged Particles // Proc. of National Research Conf.-2015 (Mongolian Physical Society), Ulaanbaatar, Mongolia, Oct. 2–3, 2015. P. 64–66.
19. *Bugay A.N.* Nonlinear Waves as Signals in Microtubules // Nonlinear Phenomena in Complex Systems. 2015. V. 18, No. 2. P. 236–242.
20. *Aksenova S.V., Belov O.V., Sokol O.E.* Mathematical Modeling of Postsynaptic Processes in the CA3 Region of the Hippocampus // Современные направления в радиобиологии и астробиологии. Молекулярные, генетические, клеточные и тканевые эффекты, Дубна, 28–30 окт. 2015 г. Труды конф. Дубна, 2015. С. 104–106.
21. *Litvak M.L. et al.* Ground Tests with Active Neutron Instrumentation for the Planetary Science Missions // Nucl. Instr. Meth. A. 2015. V. 788. P. 194–202.
22. *Saladino R. et al.* Meteorite-Catalyzed Syntheses of Nucleosides and of Other Compounds of Prebiotic Relevance from Formamide under Proton Irradiation // PNAS. 2015. V. 112, No. 21. P. E2746–E2755.



УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

Международная студенческая практика. 134 представителя Азербайджана, Белоруссии, Болгарии, Египта, Кубы, Польши, Румынии, Сербии, Словакии, Чехии и ЮАР участвовали в трех этапах практики 2015 г. В 2004 г. на первую практику по направлениям исследований ОИЯИ приехали 34 студента из стран-участниц. За все время существования практики в ее работе приняли участие 1145 студентов и аспирантов.

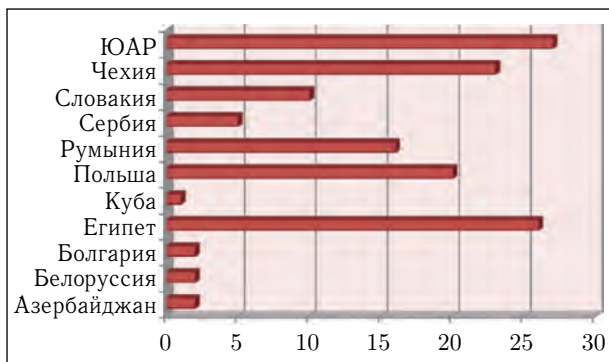
С 26 мая по 11 июня проходил первый этап практики для 26 египетских студентов. Во втором этапе международной студенческой практики с 5 по 26 июля принимали участие 73 студента из Азербайджана, Болгарии, Польши, Румынии, Словакии и Чехии. Участниками заключительного, третьего этапа с 7 по 25 сентября были 33 студента из ЮАР, Белоруссии, Кубы и Сербии.

С каждым годом увеличивается количество желающих принять участие в работе практики. Например, в 2015 г. из 127 заявок, поданных в Египте, на национальном конкурсе были приняты 26, а из 60 заявок на участие, поданных в ЮАР, были приняты 25.

В программе практики — лекции о направлениях исследований в лабораториях ОИЯИ, экскурсии на базовые установки и выполнение учебно-исследовательских проектов. На сайте УНЦ (<http://uc.jinr.ru>) существует постоянно пополняемая база учебно-исследовательских проектов, сейчас в ней 59 проектов. В связи с тем, что руководство работой практикантов осуществляют сотрудники лабораторий параллельно со своей основной работой, количество проектов для каждого этапа практики меняется. Практику традиционно завершали отчеты-презентации студентов о выполненной работе.



Страны, представители которых принимали участие в практиках в 2004 и 2015 гг.



Количество участников практики 2015 г. по странам

Образовательный процесс на базе ОИЯИ. В 2015 г. в Учебно-научном центре проходили обучение 485 студентов и аспирантов базовых кафедр МГУ, МФТИ, государственного университета «Дубна» и университетов стран-участниц ОИЯИ. В аспирантуре ОИЯИ обучались 18 человек, 7 из них по специальности «Теоретическая физика».

С февраля 2015 г. в связи с реорганизацией аспирантуры ОИЯИ действует порядок прикрепления работников ОИЯИ, имеющих высшее образование, к Институту для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре. Прикрепление осуществляется по научным специальностям диссертационных советов ОИЯИ. В настоящее время к ОИЯИ прикреплены 13 соискателей из РФ, Грузии и Казахстана, 8 из них выбрали научный профиль «Физика атомного ядра и элементарных частиц».

Летняя производственная практика 2015 г. была организована в ЛНФ, ЛФВЭ, ЛЯР и ЛИТ для 21 студента старших курсов Белорусского государственного университета информатики и радиотехники, Гомельского государственного технического университета, Тверского государственного технического университета, Томского политехнического университета, Уральского государственного технического университета, Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина, Южно-Уральского государственного университета.

На сайте УНЦ (<http://uc.jinr.ru/>) содержится корректируемая по семестрам база данных учебных курсов, читаемых на базовых кафедрах МГУ, МФТИ и государственного университета «Дубна» в ОИЯИ по разделам: физика частиц и квантовая теория поля, ядерная физика, конденсированные среды, физи-

ка наноструктур и нейтронная физика, физические установки, информационные технологии, математическая и статистическая физика. В настоящее время в базе учебных курсов представлены 107 предметов.

Новые студенческие программы. 33 студента и аспиранта МГУ, МФТИ, МИФИ, государственных университетов Санкт-Петербурга и Омска, вузов Армении, Белоруссии, Болгарии, Грузии, Египта, Кубы, Польши, Румынии, Словакии, Узбекистана, Украины, ЮАР стали участниками летней студенческой программы 2015 г. Конкурс на участие в программе составил четыре человека на место. Летняя студенческая программа позволяет участникам выполнять учебно-исследовательские проекты в лабораториях Института в течение 6–8 недель в период с июня по октябрь.

7-я Международная студенческая школа «Ядерная физика — наука и приложения». 24 июня – 4 июля в Познани (Польша) проходила 7-я Международная студенческая школа «Ядерная физика — наука и приложения» (NUCPHYS-SC&APPL). Школа была организована УНЦ ОИЯИ, Университетом им. А. Мицкевича в Познани (Польша), Чешским техническим университетом в Праге, Университетом им. Я. Коменского в Братиславе (Словакия). Участниками школы были молодые сотрудники ОИЯИ, а также представители вузов Армении, Польши, России, Румынии, Узбекистана, Чехии.

Программа школы включала лекции и доклады участников по современным направлениям в следующих областях физики: ядерная физика тяжелых ионов высоких и низких энергий, экспериментальные установки — реакторы, ускорители и детекторы, ядерные методы в физике конденсированных сред, нейтронная физика, применение ядерных методов в науке о жизни и технологиях.

Международная школа-конференция «Интегрируемые структуры в квантовой теории поля». УНЦ ОИЯИ и математический факультет Научно-исследовательского университета «Высшая школа экономики» 27 февраля – 1 марта проводили международную школу-конференцию «Интегрируемые структуры в квантовой теории поля». Для 18 студентов и молодых сотрудников Института теоретической физики АН Украины, «Высшей школы экономики» и МФТИ лекции читали ведущие сотрудники Физического института им. П. Н. Лебедева РАН, Института

теоретической и экспериментальной физики (ФГБУ «ГНЦ РФ ИТЭФ») и Научно-исследовательского университета «Высшая школа экономики». Школа проводилась в рамках Боголюбовской программы ОИЯИ–Украина по теоретической физике.

Организация научных школ для учителей физики в ОИЯИ и ЦЕРН. УНЦ совместно с Европейской организацией ядерных исследований (ЦЕРН) продолжает организовывать в ОИЯИ и в ЦЕРН международные научные школы для учителей физики из стран-участниц ОИЯИ (<http://teachers.jinr.ru/>).

22–29 марта в работе школы в ЦЕРН принимали участие 23 преподавателя физики из Астаны и Алма-Аты, Харькова, Алушты, Москвы и Санкт-Петербурга, а также из школ Архангельской, Брянской, Ивановской, Костромской, Нижегородской, Свердловской, Смоленской областей.

Школа в Дубне проходила с 21 по 27 июня. Особенностью школ, которые проходят в ОИЯИ, является участие в них не только учителей, но и их учеников. В этом году на школу приезжали 25 учителей и 11 учеников из Белоруссии, Болгарии, Казахстана, РФ и Украины. РФ представляли учителя и ученики из Москвы и Московской области, Санкт-Петербурга, Волгоградской области, Карелии, Красноярского края, Крыма, Новгородской, Омской, Тамбовской областей, Татарстана, Хакасии.

28 июня–3 июля по предложению и при непосредственном финансовом участии Московского городского дома учителя в ОИЯИ во второй раз проводилась школа для 16 учителей из Москвы.

1–8 ноября в работе школы в ЦЕРН принимали участие 43 преподавателя физики школ РФ, Белоруссии, Украины, Швейцарии. Учителя РФ представляли учебные заведения Москвы и области, Санкт-Петербурга, а также Воронежской, Иркутской, Кировской, Новосибирской, Нижегородской, Самарской, Смоленской, Томской, Челябинской областей, Башкортостана, Татарстана, Чувашии, Краснодарского и Приморского краев.

Дни физики. 27–29 марта 2015 г. в Дубне проводились Дни физики. Организаторы: УНЦ ОИЯИ, межшкольный физико-математический факультатив и университет «Дубна». Для любителей физики разных возрастов были подготовлены физические и химические опыты, занимательные эксперименты и их обсуждение, математические игры,

конкурсы, мастер-классы, физические и математические бои, лекции, встреча с представителями редакции научно-познавательного журнала для школьников «Квантик».

Видеоконференции. Учебно-научный центр ОИЯИ продолжает организовывать и оказывать содействие в проведении видеоконференций, а также осуществлять видеотрансляции через систему управления видеоконференций ОИЯИ. В 2015 г. состоялись видеоконференции:

– видеоконференция с ЦЕРН для учителей физики Республики Карелии;

– видеомосты заседаний объединенного семинара «Физика на ЛНС»;

– видеоконференция «Исследования в области физики высоких энергий» в рамках 5-го Всероссийского фестиваля науки во Дворце пионеров г. Москвы;

– виртуальная экскурсия на эксперимент CMS Большого адронного коллайдера для участников Международной олимпиады по экспериментальной физике в образовательном центре «Сириус» г. Сочи и школьников Европейской гимназии г. Москвы.

Школа гидов. 24–26 февраля ОИЯИ и администрация Дубны проводила Школу гидов. 27 участников познакомились с историей города и Института, с деятельностью известных ученых, с направлениями исследований лабораторий ОИЯИ, совершили экскурсии на базовые установки.

Организация визитов. Лекции об ОИЯИ, экскурсии на базовые установки Института, участие в лабораторном практикуме УНЦ, а также посещение просветительского центра им. А. Н. Сисакяна, математические бои и многое другое было в программах ознакомительных визитов школьников и студентов из Долгопрудного (38 человек), Дубны (34), Москвы (132), школ Дмитровского района (20). Для 17 учителей химии из Дмитровского района была организована экскурсия в ЛНФ.

Учебно-ознакомительные недельные программы были подготовлены для 19 старшеклассников из Архангельска и 28 школьников из В. Новгорода, а также для 14 немецких школьников физического кружка школы им. Дж. Кеннеди (Берлин).

Работа со школьниками. В учебное время для 38 дубненских школьников старших классов два раза в неделю проводятся занятия по физике, включающие практикумы и физические демонстрации в учебно-физическом

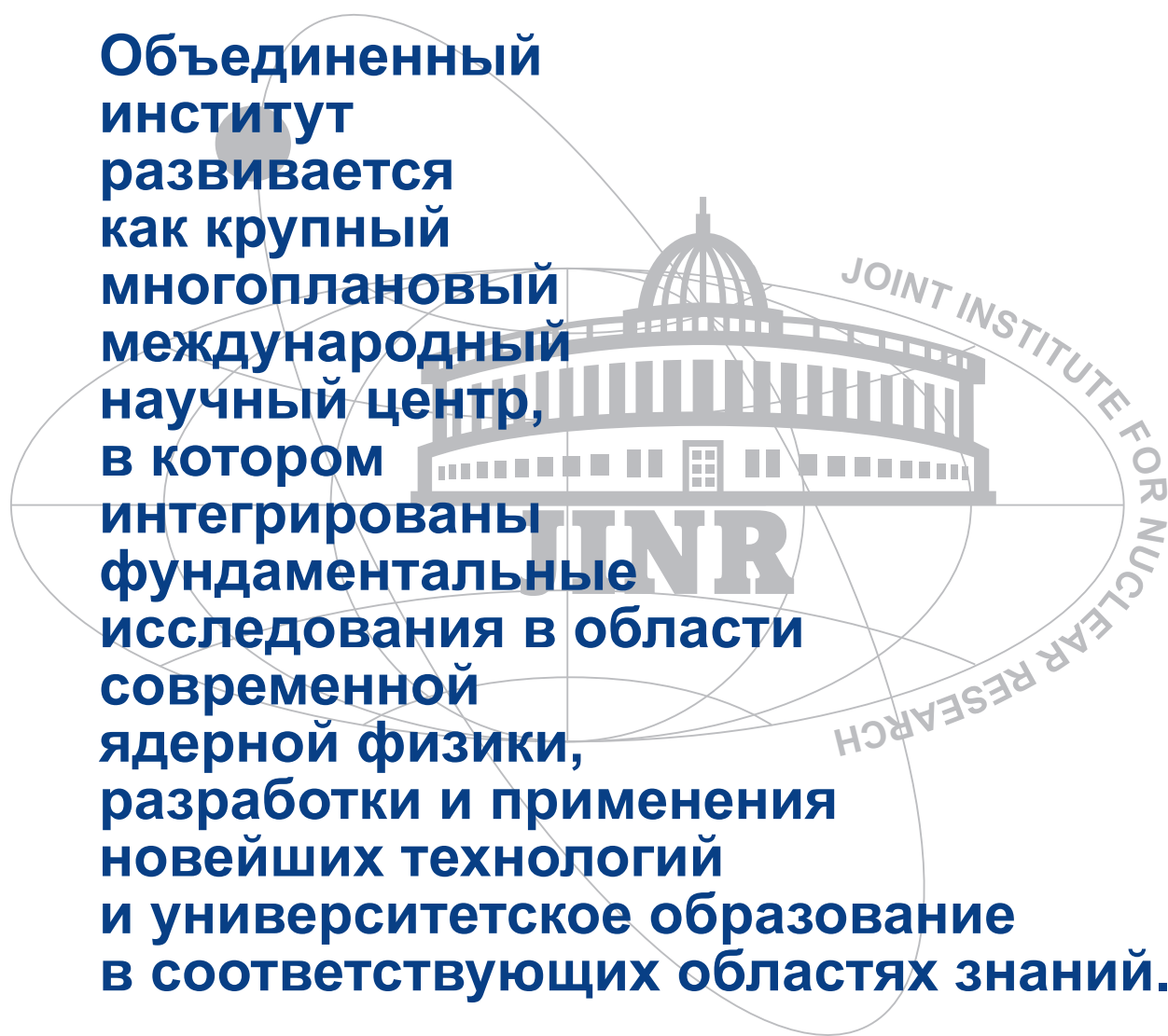
практикуме УНЦ, а также лекции для подготовки к сдаче ЕГЭ.

О подготовке и повышении квалификации рабочих, ИТР и служащих. На курсах по подготовке персонала, обслуживающего объекты, подведомственные Ростехнадзору, обучено 63 человека. В 2015 г. 8 сотрудников Института повысили свою квалификацию на различных семинарах, организованных учебными заведениями Москвы. 87 сотрудников ОИЯИ после обучения на курсах, организованных в ОИЯИ, аттестованы Центральной аттестационной комиссией ОИЯИ. В 2015 г. организована аттестация в Территориальной аттестационной комиссии Ростехнадзора 24 руководящих работников и специалистов Института по нормативным правовым

актам и нормативно-техническим документам, устанавливающим требования промышленной безопасности в различных отраслях надзора. 110 сотрудников ОИЯИ обучались новым «Правилам по охране труда при работе на высоте» и прошли аттестацию в Центральной аттестационной комиссии ОИЯИ. В УНЦ ОИЯИ обучено 24 сотрудника дубненских организаций по профессиям, подведомственным Ростехнадзору РФ. Для 8 учащихся МОПЭК и МОАТТ была организована производственная практика в ОИЯИ.

В 2015 г. на курсах английского языка в УНЦ занимались 69 сотрудников ОИЯИ, на курсах немецкого — 27, французского — 17. Русский язык изучали 15 иностранных специалистов.

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, 2 декабря.
Семинар памяти В. Г. Кадышевского

Лаборатория теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова,
16–20 февраля. XIX Международная молодежная научная конференция,
посвященная 100-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Ф. Л. Шапиро





Дубна, 21–25 сентября. IV Симпозиум ЮАР–ОИЯИ
«Модели, методы и приложения в много- и малочастичных системах»

Лаборатория теоретической физики им. Н.Н.Боголюбова, 14–18 июля.
Международная конференция «Структура ядра и смежные проблемы» (NSRT-15)

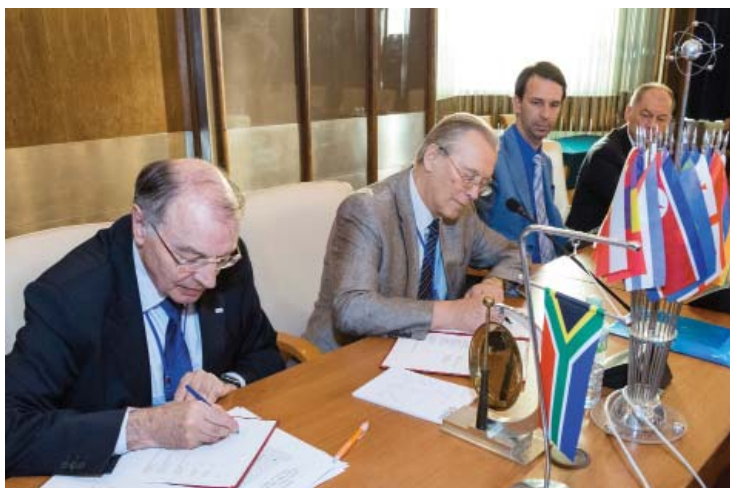




Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина, 18–20 октября. Заседание экспертного комитета по проекту NICA

Лаборатория физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина, 6–11 июля. Участники международной конференции «Странность в кварковой материи» (SQM-2015)





Дубна, 5 июля.
Круглый стол «Физика на NICA».
Подписание меморандума о сотрудничестве
ОИЯИ-ЮАР



Дубна, 3 февраля.
Французские гости —
участники объединенного
комитета по сотрудничеству
между ОИЯИ и IN2P3
(Франция) — на экскурсии
в Лаборатории физики
высоких энергий

Лаборатория физики высоких энергий им. В.И.Векслера и А.М.Балдина,
14–18 сентября. Участники форума по развитию сотрудничества ОИЯИ-Чехия на экскурсии





Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Джелепова. Слева направо: директор лаборатории В. А. Бедняков и авторы изобретения «Устройство для измерения угла наклона» профессор Ю. А. Будагов и кандидат физико-математических наук М. В. Ляблин

Центр удаленного контроля (ROC-Dubna) за экспериментом NOvA в ОИЯИ





Лаборатория ядерных проблем им. В. П. Джелепова. Сотрудники ОИЯИ, внесшие принципиальный вклад в постановку эксперимента по измерению поляризованного пиона и анализ полученных результатов: З. В. Крумштейн, А. Г. Ольшевский, А. В. Гуськов



Монтаж гирлянды оптических модулей нейтринного телескопа «Байкал-ГВД»

Группа участников работ по вводу в эксплуатацию глубоководного нейтринного телескопа мультимегатонного масштаба «Дубна» на озере Байкал





Лаборатория ядерных реакций им. Г.Н.Флерова, 31 июля. Министр-советник по вопросам технологий, науки и образования посольства Боливарианской Республики Венесуэлы Э.Вивас (в центре) на экскурсии

Дубна, 30–31 мая. Визит в ОИЯИ директора Агентства по атомной энергии арабских стран А.Махджуба. Экскурсия в Лабораторию ядерных реакций им. Г.Н.Флерова





Дубна, 4 декабря. Заседание Совета по физике тяжелых ионов при Президиуме РАН под председательством академика РАН Ю.Ц. Оганесяна

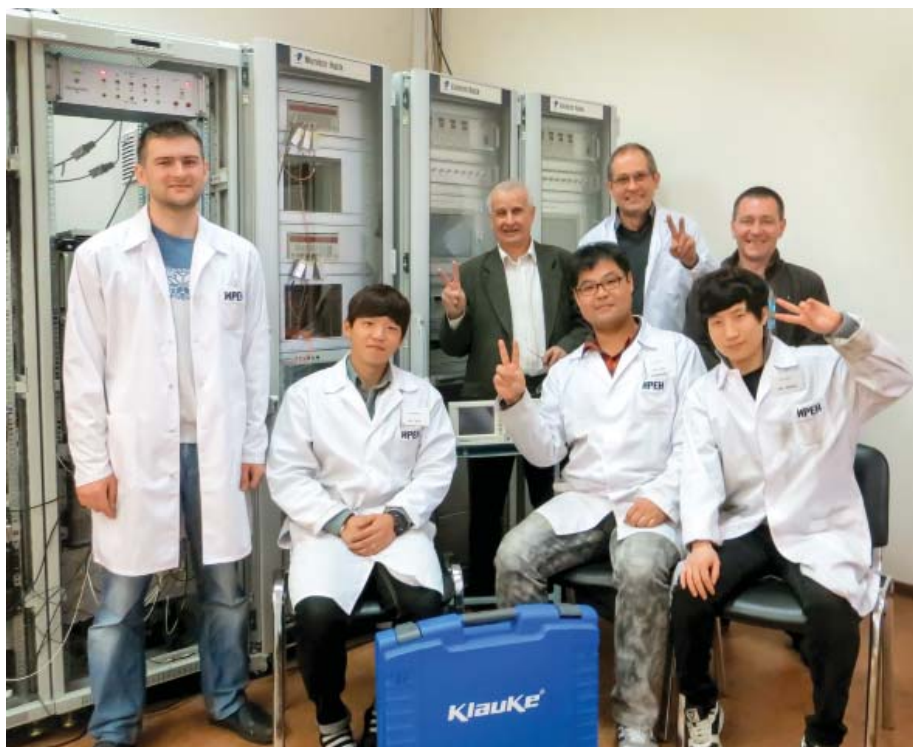
Варна (Болгария), 6–12 сентября.
Участники Международного симпозиума по экзотическим ядрам





Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка, 9–14 ноября.
6-я Международная научная школа «Приборы и методы экспериментальной ядерной физики.
Электроника и автоматика экспериментальных установок»





Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка. Сборная команда ЛФВЭ-ЛНФ-«Dawonsys» после первого запуска модулятора

Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка. Монтаж новых модуляторов установки ИРЕН



Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка. Настройка рефлектометра GRAINS: устанавливается рефлектометрическая ячейка типа «твердое тело – жидкость» с использованием монокристалла кремния в качестве твердой подложки (фото М. В. Авдеева)





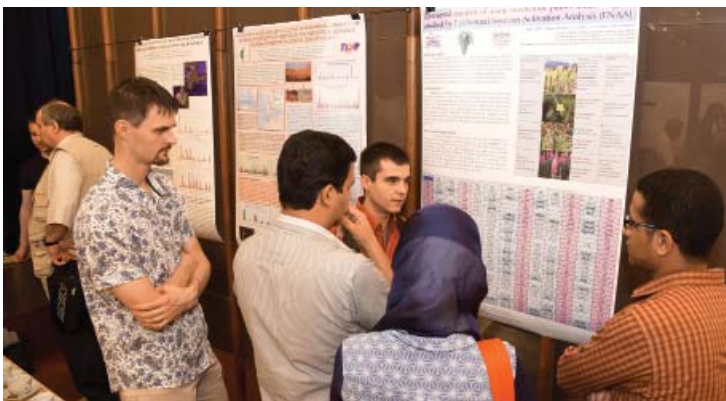
Дубна, 23 октября. Выступление директора Лаборатории Леона Бриллюэна (Сакле, Франция) К. Альбы-Симонеско на семинаре в Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка



Лаборатория нейтронной физики им. И. М. Франка, 7 августа. Чрезвычайный и полномочный посол Турецкой Республики в России У.Ярдым (третий слева) с сопровождающими лицами на экскурсии

Дубна, 24 марта. Открытие выставки, посвященной 100-летию со дня рождения одного из основателей Лаборатории нейтронной физики члена-корреспондента АН СССР Ф.Л. Шапиро (1915–1973)





Дубна, 25–29 мая. 23-й Международный семинар по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN)



Лаборатория информационных технологий, 5 февраля. Семинар, посвященный вводу в эксплуатацию гетерогенного кластера HybridLIT

Дубна, 26 ноября. Участники международной школы ОИЯИ–ЦЕРН по информационным технологиям «Грид и административно-управленческие системы ЦЕРН»





Лаборатория радиационной биологии. Слева направо: академики РАН В. А. Матвеев, М. А. Островский, А. Ю. Розанов, член-корреспондент РАН Е. А. Красавин

Дубна, 28–30 октября. Участники конференции «Современные направления в радиобиологии и астробиологии. Молекулярные, генетические, клеточные и тканевые эффекты»





Лаборатория радиационной биологии. Участники международной студенческой практики ОИЯИ

Лаборатория радиационной биологии.
Эксперименты в группе молекулярной биологии





Высокие Татры (Словакия), 13–17 июля. Участники 8-й Международной конференции «Математическое моделирование и вычислительная физика» (ММСР'2015)

Москва, 10 ноября. Лауреаты ежегодных премий губернатора Московской области в сфере науки и инноваций для молодых ученых и специалистов, в том числе молодые сотрудники ЛИТ (в первом ряду):
Д. Пряхина (первая слева), А. Нечаевский (второй) и О. Дереновская (пятая)





Дубна, 26 мая – 11 июня. Студенты из АРЕ — участники первого этапа международной студенческой практики в Лаборатории физики высоких энергий им. В. И. Векслера и А. М. Балдина



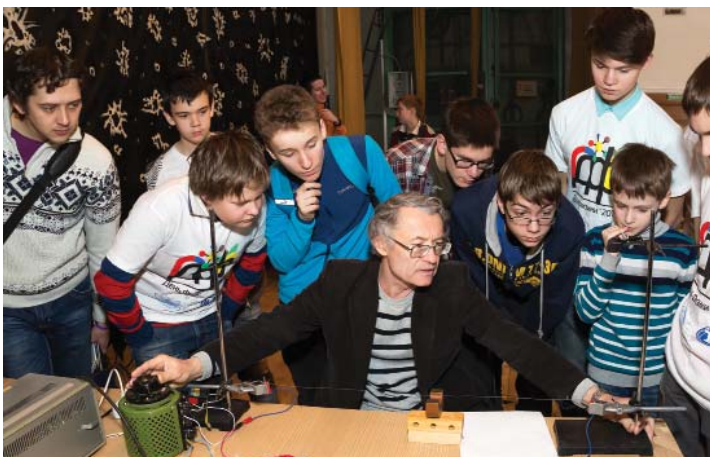
Дубна,
7–25 сентября.
Международная
практика для
студентов из ЮАР

Дубна, 21–27 июня. Учителя физики из стран-участниц ОИЯИ на ознакомительной лекции в Лаборатории ядерных реакций им. Г. Н. Флерова





Дубна, 27–29 марта. Дни физики, организованные УНЦ ОИЯИ, межшкольным физико-математическим факультативом и университетом «Дубна»



2015

**ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ
СЛУЖБЫ**



JINR

JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH



ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ

В 2015 г. издательский отдел выпустил в свет 106 наименований публикаций, 58 наименований служебных материалов.

Среди изданных в 2015 г. сборников аннотаций и трудов различных конференций, школ и совещаний, организованных ОИЯИ, можно назвать: сборник аннотаций международной конференции «Исследования конденсированных сред на реакторе ИБР-2» (Дубна, 11–15 октября 2015 г.), сборник аннотаций международной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора В. Г. Соловьева «Структура ядра и смежные проблемы» (Дубна, 14–18 июля 2015 г.), труды XII Международной школы-семинара «Актуальные проблемы физики микромира» (Гомель, 22 июля – 2 августа 2013 г.), труды международного рабочего совещания «Состояние и перспективы создания резонаторов для нового поколения e^+e^- линейных ускорителей и коллайдеров» (Минск, 22–25 апреля 2014 г.), труды XXII Международного семинара по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN-22) (Дубна, 27–30 мая 2014 г.), труды конференции «Современные направления в радиобиологии и астробиологии. Молекулярные, генетические, клеточные и тканевые эффекты» (Дубна, 28–30 октября 2015 г.) и др.

Вышли из печати годовые отчеты ОИЯИ за 2014 г. (на русском и английском языках), годовой отчет Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка ОИЯИ за 2014 г.

В 2015 г. вышла в свет монография Е. М. Сыресина «Протонная и ионная терапия», в которой обсуждается ионизирующее действие заряженных частиц на опухоль, технология, результаты лечения, а также ускорительная техника для протонной и ионной терапии. За подготовку и выпуск этой книги издательский отдел ОИЯИ получил диплом побе-

дителя международного конкурса на лучший научно-издательский проект «Научная книга» в номинации «Естественные науки».

К юбилею Лаборатории радиационной биологии была издана книга «Радиобиологические исследования в ОИЯИ», в которой рассматривается история создания лаборатории и современные направления исследований. Текст книги представлен на русском и английском языках.

Среди других изданий, опубликованных в 2015 г., «Технический проект ускорительного комплекса НИСА» в четырех томах, «История создания ОИЯИ в решениях ЦК КПСС. 1955–1958», книга М. А. Смондырева «Автопортрет в пяти измерениях».

В серии учебно-методических пособий УНЦ ОИЯИ выпущено пособие С. В. Ульянова, А. Г. Решетникова и Г. П. Решетникова «Технологии интеллектуальных вычислений. Квантовые вычисления и программирование в самоорганизующихся интеллектуальных системах управления».

В 2015 г. вышли в свет 6 выпусков журнала «Физика элементарных частиц и атомного ядра», включающих 69 статей. Издано 7 номеров журнала «Письма в ЭЧАЯ», содержащих 118 статей.

Продолжался выпуск информационного бюллетеня «Новости ОИЯИ» на русском и английском языках.

В 2015 г. было отпечатано 50 номеров еженедельника ОИЯИ «Дубна: наука, сотрудничество, прогресс».

В рамках обмена научными публикациями в сотрудничающие с Институтом организации из более чем 40 стран мира рассылались издания ОИЯИ: препринты и сообщения ОИЯИ, информационный бюллетень «Ново-

сти ОИЯИ», годовые отчеты ОИЯИ, журналы «ЭЧАЯ» и «Письма в ЭЧАЯ».

В редакции журналов, на различные конференции, симпозиумы, совещания и школы, проводившиеся как в странах-участницах ОИЯИ, так и в других странах, издательским отделом направлено около 180 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», «Биохимия», «Кристаллография», «Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и

нейтронные исследования», «Математическое моделирование» и др.

Оперативному информированию читателей Научно-технической библиотеки о новых поступлениях служат выпускаемые издательским отделом экспресс-бюллетени НТБ. Увидел свет «Библиографический указатель работ сотрудников ОИЯИ за 2014 г.». Продолжался выпуск экспресс-бюллетеней отдела лицензий и интеллектуальной собственности.

Издательским отделом выполнялись многочисленные заказы лабораторий на изготовление постеров, ксерокопирование и переплетные работы. Отпечатано более 175 тысяч различных бланков.



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

В 2015 г. число читателей Научно-технической библиотеки составило 2740 человек, количество выданной литературы 9400 экземпляров. На 1 января 2016 г. библиотечный фонд насчитывал 438183 экземпляра, из них 192275 — на иностранных языках.

По заявкам читателей по межбиблиотечному абонементу получено 358 изданий. По всем источникам комплектования поступило 3071 экз. книг, периодических изданий, препринтов, диссертаций и авторефератов, 1345 из них — на иностранных языках. Все поступившие издания фиксировались в центральном каталоге, каталогах филиала, а также в автоматизированной информационно-библиотечной системе «Absotheque». Еженедельно выпускались экспресс-бюллетени «Книги», «Статьи», «Препринты» (вышло в свет 156 номеров) с информацией относительно 8085 названий. Электронные версии информационных бюллетеней еженедельно рассылаются по 100 адресам по e-mail. Подписаться можно в разделе «Сервисы» на сайте NTB.

Каждую неделю обновлялись выставки новых поступлений книг, препринтов, периодических изданий, диссертаций и авторефератов. На них представлено 2380 изданий. Организовано 5 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 14 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 2014 г.» (1510 записей). Указатель с ссылками на полные тексты публикаций доступен в Интернете (см. сайт NTB, раздел «Сервисы»). Отсканировано и размещено в электронном каталоге 927 препринтов и сообщений ОИЯИ. База данных работ сотрудников ОИЯИ доступна в Интернете через электронные каталоги <http://lib.jinr.ru/cat.htm>.

Библиотека получает 150 названий 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 150 тыс.

Благодаря участию NTB в Национальном электронном консорциуме и консорциумах РФФИ сотрудники ОИЯИ получили электронный доступ к журналам издательства Ельзевир, к журналам Американского физического общества, Американского института физики, к журналам «Nature», «Science», журналам и книгам издательства «Шпрингер», к мировым реферативным базам данных научных публикаций «Web of Science» и «MathSciNet».

В рамках проекта «История ОИЯИ и г. Дубны на страницах книг, журналов и центральных газет» введено 42 новых библиографических описания.

В 2015 г. в порядке обмена на публикации, выпускаемые Издательским отделом ОИЯИ, поступило 502 издания из 17 стран.

Из них на долю России приходится 118, Украины — 5, Румынии — 12, Германии — 202, Франции — 9, Японии — 36, ЦЕРН — 33.

В 2015 г. в автоматизированную информационно-библиотечную систему «Absotheque» введено: книг — 1390 названий; журналов — 2438 номеров; препринтов — 1910 названий;

диссертаций и авторефератов — 126 названий; книжных статей — 872 названия и журнальных статей — 7393 названия.

На 1.01.2016 количество библиографических описаний в АИБС «Absotheque» составило 253407 записей.



ОТДЕЛ ЛИЦЕНЗИЙ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

В 2015 г. отделом лицензий и интеллектуальной собственности (ОЛИС) проводилась работа по следующим направлениям.

В области работы по защите промышленной интеллектуальной собственности. Велась работа по заявкам на патенты ОИЯИ, прошедшим формальную экспертизу Федерального института промышленной собственности (ФИПС) в 2014–2015 гг. Проведено согласование, внесены изменения, добавления, уточнения в заявочные документы по замечаниям экспертов ФИПС. Выполнена экспертиза ряда проектных разработок сотрудников ОИЯИ на предмет патентоспособности, 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 семи разработкам совместно с авторами составлены описания и формулы изобретений, подготовлены комплекты заявочных документов, которые поданы в Роспатент РФ для получения патентов на изобретения:

- «Координатный газонаполненный детектор»;
- «Способ измерения спектра переданного импульса нейтронов»;
- «Способ и устройство для измерения профиля нейтронного пучка»;
- «Способ синхронного ускорения заряженных частиц в постоянном магнитном поле»;
- «Способ настройки высокочастотного резонатора на резонансные частоты с заданной кратностью»;
- «Индукционный синхротрон с постоянным магнитным полем»;
- «Способ получения радиоизотопов серебра без носителя»

В 2015 г. по ранее поданным заявкам завершена работа и получено десять патентов РФ на изобретения:

- «Устройство для измерения величины натяжения трубки в STRAW детекторах» автора А. Д. Волкова;
- «Способ изготовления переходника для соединения резонатора с кожухом криомодуля коллайдера» авторов Б. М. Сабирова, Г. Д. Ширкова, Ю. А. Будагова, Г. В. Трубникова, Е. Д. Пекарь, Л. Д. Добрушина, С. Ю. Илларионова, А. Г. Брызгалина;
- «Способ изготовления моно- и олигопоровых мембран» авторов П. Ю. Апеля, С. Н. Дмитриева, О. М. Иванова, А. Н. Нечаева;
- «Туннельный полевой транзистор на основе графена» авторов В. Л. Каткова, В. А. Осипова;
- «Способ аксиальной инъекции пучка в компактный циклотрон со сверхвысоким магнитным полем» авторов С. Б. Ворожцова, В. Л. Смирнова;
- «Способ измерения флюенса быстрых нейтронов с помощью полупроводникового детектора» авторов Н. И. Замятина, А. Е. Черемухина, А. И. Шафрановской;
- «Устройство для изготовления цилиндрических трубок для газонаполненных дрейфовых детекторов ионизирующего излучения» авторов С. А. Мовчана, В. В. Елши, Ю. В. Ершова, С. Н. Шкаровского, Ю. К. Потребеникова, В. Д. Кекелидзе, Е. М. Кислова, Т. Л. Еника, Н. И. Азорского, А. О. Колесникова;
- «Способ ускорения тела» автора С. Н. Доли;

- «Способ определения пространственного распределения плотности в нанослое» автора Ю. В. Никитенко;
- «Анализатор состава вещества» авторов В. Н. Шаляпина, С. И. Тютюнникова.

На 1 января 2016 г. ОИЯИ обладает 60 действующими патентами РФ на изобретения.

В области патентно-информационной работы. В 2015 г. в ОИЯИ поступило 36 бюллетеней Роспатента «Изобретения. Полезные модели». Информация, опубликованная в этих бюллетенях, обработана с учетом тематики ОИЯИ. Результаты обработки оформлены в 12 выпусках бюллетеня ОЛИС «Патенты», рассылаемого в подразделения Института. Фонд отдела сейчас составляет 3235 бюллетеней Роспатента.

В области стандартизации. Пополнена библиотека стандартов: приобретены 35 новых межгосударственных и государственных стандартов (ГОСТов) РФ, 12 указателей ГОСТов и информационных указателей стандартов за 2015 г.; указатели национальных стандартов, технических условий, руководящих документов, рекомендаций и правил 2015 г. На основании этих нормативных документов (НД) внесено 308 изменений в соответствующие документы фонда библиотеки стандартов и экземпляры абонентов. Выдано в подразделения 42 официальные копии ГОСТов в постоянное пользование.

Подразделения регулярно получали информацию о поступлениях НД и изменениях в ГОСТах.

Пополнена база данных и автоматического поиска НД, находящихся в фонде библиотеки ОЛИС. Поддерживается доступ к базе данных нормативных документов на Интернет-странице ОЛИС, содержащей около 12 тыс. позиций.

Продолжается работа по внесению изменений в электронную базу «Перечень нормативно-технических документов, действующих в Объединенном институте ядерных исследований» с актуальными ссылками на сайты Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) и справочно-правовой системы «Консультант Плюс» по состоянию на конец 2015 г. Добавлено более 3 тыс. ссылок в электронный Перечень. Обновлено сведения о действующих в России межгосударственных стандартах (ГОСТ), национальных стандартах Российской Федерации (ГОСТ Р) и иной нормативно-технической документации, действующей в Объединенном институте ядерных исследований, по состоянию на 2015 г.

Совместно с Отделом охраны труда велась подготовка к выпуску Стандарта организации СТО 08626319-010-2015 «Положение об организации работ по охране труда, обязанностях, правах и ответственности административно-технического персонала по обеспечению требований безопасности труда в Объединенном институте ядерных исследований (П1)».

Внесены изменения в перечень полученных от федеральных органов РФ лицензий на право деятельности, связанной с исполнением уставных функций ОИЯИ.

2015

**АДМИНИСТРАТИВНО-
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**



Всего в 2015 г. в ОИЯИ поступило 132,4 М\$, что составляет 73 % от плановых доходов бюджета.

По сравнению с 2014 г. выплата взносов стран-участниц Института была более равномерной. Практически все страны перечислили половину взноса уже в первом полугодии, что соответствует принципам уплаты взносов, установленным в Финансовом протоколе ОИЯИ.

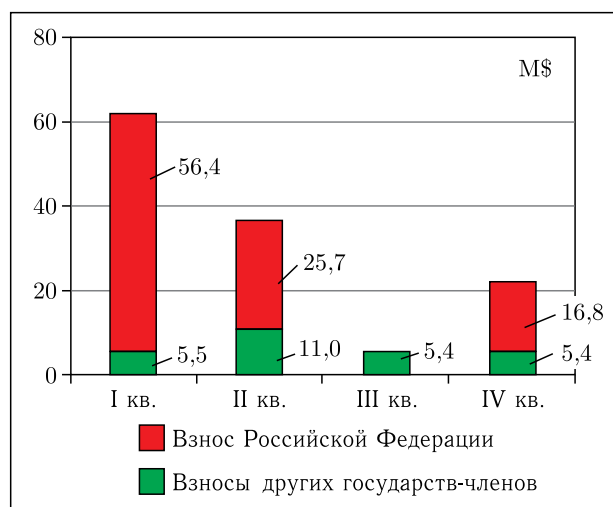


Рис. 1. Поквартальные поступления взносов государств-членов в 2015 г.

В бюджете 2015 г. были обозначены три приоритетных направления расходов:

- финансирование научных проектов Института по развитию и модернизации базовых установок, расходов по их эксплуатации в соответствии с запланированными объемами;
- обеспечение роста оплаты труда не ниже, чем в регионе месторасположения Института;
- обеспечение функционирования инженерной и социальной инфраструктуры.

Основная часть материальных расходов в 2015 г. была направлена на реализацию научных проектов ОИЯИ, таких как:

- создание ускорительного комплекса NICA;
- создание циклотронного комплекса DRIBs-III;
- нейтринная программа;
- развитие исследовательской ядерной установки ИБР-2 и научных спектрометров;
- информационное, компьютерное и сетевое обеспечение деятельности Института.

Раздел 1 Научные исследования		Раздел 2 Базовые установки		Раздел 3 Инфраструктура лабораторий		Раздел 4 Инфраструктура ОИЯИ		Итого по разделам 1–4	
план.	факт.	план.	факт.	план.	факт.	план.	факт.	план.	факт.
122 481,3	107 096,4	10 753,2	9 241,2	24 437,7	22 890,8	26 467,0	29 479,1	184 139,2	168 707,5

Фактические расходы за прошедший год по данным бухгалтерского отчета суммарно составили 168,7 М\$ при плане 182,6 М\$, то есть выполнены на 92%.

Основные расходы бюджета сосредоточены в двух консолидированных статьях: «Персонал» и «Материальные затраты, НИОКР, строительство», которые составляют около 80% от всех расходов бюджета.

Расходы на персонал являются одной из самых крупных частей расходов бюджета. Их доля в фактических объемах за 2015 г. составляет 40,5%. Всего на персонал в 2015 г. было израсходовано 68,3 М\$.

Фактические расходы на международное сотрудничество составили 9,9 М\$. Около трети этих расходов было осуществлено за счет средств, поступающих от стран, с которыми заключены соглашения о сотрудничестве, а также за счет финансирования программ сотрудничества с научными организациями из стран-участниц.

Консолидированная статья «Материальные затраты, НИОКР, строительство», которая включает в себя расходы по финансированию развития и модернизации экспериментальной базы ОИЯИ, составила 65,6 М\$.

В 2015 г. на капитальный и текущий ремонт было израсходовано 10,1 М\$. Из них 5,6 М\$ было использовано лабораториями для осуществления ремонта зданий и сооружений, расположенных на площадках Института. 4,5 М\$ было направлено на ремонт зданий и сооружений, относящихся к общеинститутской инфраструктуре. В частности, ремонтировались объекты социальной направленности, находящиеся за пределами площадок Института.

Выбор инфраструктурных объектов для ремонта был во многом связан с подготовкой празднования 60-летнего юбилея Института. Это, в первую очередь, «User-office», гостиница «Дубна», Дом культуры «Мир», Дом международных совещаний, музей ОИЯИ.

В целях улучшения условий проживания сотрудников Института и студентов были проведены масштабные ремонтные работы внутренних помещений в общежитии ОИЯИ по ул. Ленинградской, д. 10, а также отремонтирован фасад общежития по ул. Моховой, д. 6.

Большой объем работ был проведен по ремонту спортивных площадок стадиона «Наука». На стадионе появилось новое футбольное поле с искусственным покрытием и освещением, была реконструирована хоккейная площадка.

2016 г. станет завершающим для Семилетнего плана развития Института (2010–2016), и от него во многом будут зависеть итоговые результаты семилетней программы, особенно в области модернизации экспериментальной базы ОИЯИ.

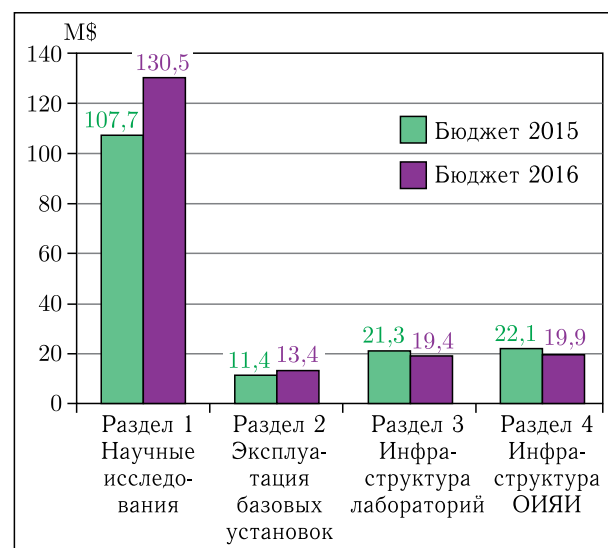


Рис. 2. Сравнение плановых расходов по разделам бюджета 2015 и 2016 гг.

В 2016 г. значительно увеличены расходы по консолидированной статье «Материальные затраты, НИОКР, строительство». Суммарно они составляют 110,6 М\$. На научные проекты будет направлено более 85% всех материальных расходов.



КАДРЫ

Численность сотрудников Объединенного института ядерных исследований на 1 января 2015 г. составила 4801 человек.

В ОИЯИ работают: академики РАН 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 И. Звара, Р. М. Мир-Касимов, А. Хрынкевич, Б. С. Юлдашев; 248 докторов наук, 559 кандидатов наук, в том числе 68 профессоров и 22 доцента.

В 2015 г. в ОИЯИ принят на работу 521 человек, уволено за этот период в связи с окончанием срока работы и по другим причинам 418 человек.

НАГРАЖДЕНИЯ

За плодотворную работу в ОИЯИ Указом Президента РФ *орденом Дружбы* награжден С. Н. Мазуренко.

За выдающиеся заслуги перед ОИЯИ в области развития приоритетных направлений науки и техники, подготовки научных кадров присвоено *звание «Почетный доктор ОИЯИ»* Н. В. Замфиру (Румыния), Ю. Ц. Оганесяну (Россия), И. Тигиняну (Молдова), В. Е. Фортову (Россия), П. Фре (Ита-

лия), Р.-Д. Хойеру (Германия), Дж. Хубуа (Грузия), Х. Штёкеру (Германия).

За заслуги перед ОИЯИ, многолетнюю и плодотворную деятельность трем сотрудникам Института присвоено *звание «Почетный сотрудник ОИЯИ»*. В 2015 г. 1 сотрудник ОИЯИ награжден ведомственным знаком отличия в труде *«Ветеран атомной энергетики и промышленности»*. Ряд сотрудников Института отмечен 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

А. В. Карпов

И. В. Кошлань

С. Н. Неделько

С. З. Пакуляк

Д. В. Пешехонов

Д. В. Подгайный

И. В. Титкова

Л. А. Тютюнникова

Д. М. Худоба

А. Н. Шабашова

Ю. Г. Шиманская

И. Ю. Щербакова

Художник

Ю. Г. Мешенков

В отчете использованы фотографии:

П. Е. Колесова

Е. В. Пузыниной

Объединенный институт ядерных исследований. 2015

Годовой отчет

2016-18

Редакторы *М. И. Зарубина, А. И. Петровская, Е. В. Сабеева*
Компьютерная верстка *И. Г. Андреевой, О. А. Буловой, Т. А. Савельевой*

Подписано в печать 01.06.2016.
Формат 60×84/8. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 22,79. Уч.-изд. л. 25,7. Тираж 250 экз. Заказ № 58836.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.
E-mail: publish@jinr.ru
www.jinr.ru/publish/