

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ ИМ. И. М. ФРАНКА

Научная программа Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка в 2009 г. охватила четыре темы Проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного научно-технического сотрудничества ОИЯИ. Она была направлена на получение новых результатов по физике конденсированных сред (тема «Исследования наносистем и новых материалов с использованием рассеяния нейтронов», 04-4-1069-2009/2011, руководители В. Л. Аксенов, А. М. Балагуров и Д. П. Козленко); по нейтронной ядерной физике (тема «Нейтронная ядерная физика — фундаментальные и прикладные исследования», 03-4-1036-2001/2010, руководи-

тели В. Н. Швецов и Ю. Н. Копач). Для обеспечения физических исследований осуществлялось развитие базовой установки лаборатории ИБР-2 (тема «Развитие и совершенствование комплекса ИБР-2», 04-4-0851-87/2010, руководители А. В. Белушкин и А. В. Виноградов), а также развитие комплекса спектрометров ИБР-2 (тема «Перспективные разработки и создание оборудования для спектрометров ИБР-2М», 04-4-1075-2009/2011, руководители В. И. Приходько и С. А. Куликов).

Этот отчет содержит краткое описание научных результатов за 2009 г. «Годовой отчет ЛНФ» представляет более детальный отчет за 2009 г.

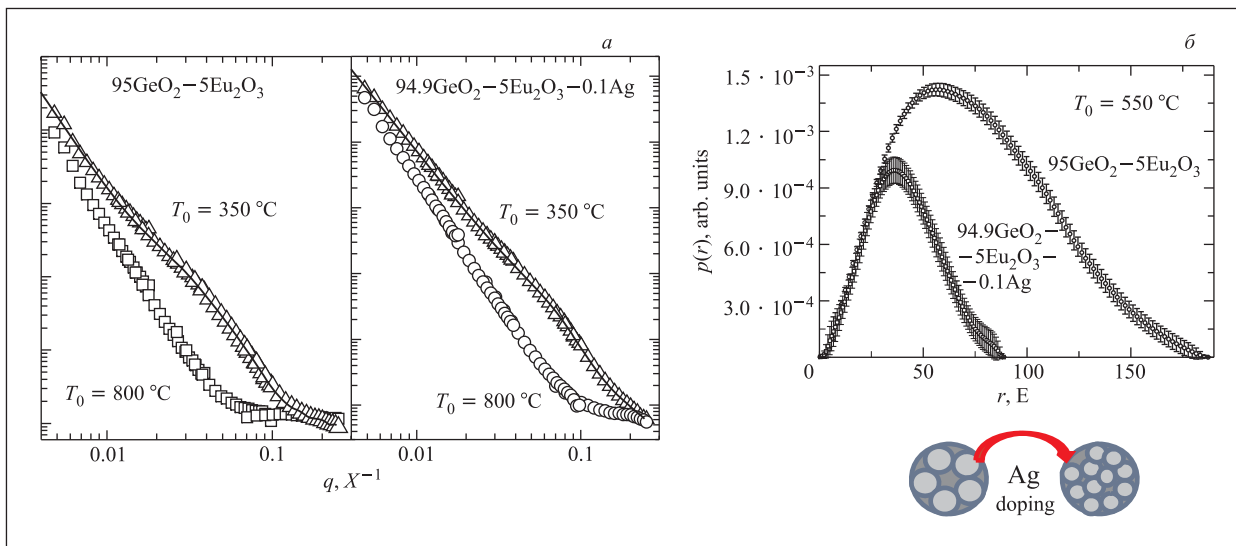
НЕЙТРОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

В связи с остановкой реактора ИБР-2 на проведение реконструкции научная экспериментальная работа сотрудников НЭОНИКС проводилась в нейтронных и синхротронных центрах в России и за рубежом. Она осуществлялась согласно существующим соглашениям о сотрудничестве, а также в соответствии с принятыми заявками на эксперимент. Работы на реакторе ИБР-2 выполнялись по плану модернизации спектрометров.

Научные результаты. Продолжалось нейтронное дифракционное исследование атомной и магнитной структуры 314-кобальтитов типа $\text{Sr}_3\text{YCo}_4\text{O}_{10,5+\delta}$, в которых А-позиции являются идеально упорядоченными. Для этих составов найдено, что атомы Со, находящиеся в различных позициях элементарной ячейки, имеют различную величину магнитного момента, которая коррелирует с кислородным окружением атома. В составах с разным содержанием кислорода установлен G-тип AFM-структуры, без признаков наличия ферромагнитной

компоненты момента [1]. В 2009 г. изучались составы с частичным замещением Sr на Ca, а именно, $\text{Sr}_{0,75-x}\text{Ca}_x\text{Y}_{0,25}\text{CoO}_{3-y}$ с $x \approx 0,30$ и $y \approx 0,35$, для которых из косвенных данных получены указания на частичную стабилизацию ферромагнетизма вследствие влияния Ca на зарядовое состояние Со. Для проверки этой модели на дифрактометре HRPT (PSI) измерены нейтронные дифракционные спектры в интервале температур от 1,5 до 300 К. Предварительный анализ показал наличие магнитного фазового перехода при $T \approx 260$ К с появлением AFM-структуры и возможной небольшой FM-компоненты.

Проведены исследования влияния высокого давления на кристаллическую и магнитную структуры сложных анион-дефицитных оксидов кобальта в широком диапазоне температур. В соединении $\text{Sr}_{0,7}\text{Y}_{0,3}\text{CoO}_{2,62}$ обнаружено изменение спиновой конфигурации ионов Co^{3+} при воздействии высокого давления, которое приводит к изменению симметрии антиферромагнитного состояния [2].



Экспериментальные и расчетные кривые малоуглового рассеяния нейтронов ксерогелей $95\text{GeO}_2-5\text{Eu}_2\text{O}_3$ и $94,9\text{GeO}_2-5\text{Eu}_2\text{O}_3-0,1\text{Ag}$ для температур отжига 350 и 800 °C (слева). Функция распределения размеров промежуточных агрегатов для ксерогелей $95\text{GeO}_2-5\text{Eu}_2\text{O}_3$ и $94,9\text{GeO}_2-5\text{Eu}_2\text{O}_3-0,1\text{Ag}$ для температуры 550 °C (справа)

Методами малоуглового рассеяния нейтронов и рентгеновской дифракции исследованы структурные характеристики оптически-активных наноструктурированных материалов состава $95\text{GeO}_2-5\text{Eu}_2\text{O}_3$, $94,9\text{GeO}_2-5\text{Eu}_2\text{O}_3-0,1\text{Ag}$ и $99,9\text{GeO}_2-0,1\text{Ag}$, отожженных на воздухе до $T = 900$ °C. Установлено, что значительное изменение относительной интенсивности полос возбуждения люминесценции ионов Eu^{3+} при введении серебра коррелирует с уменьшением характерных размеров полидисперсных кластеров, образующихся при отжиге (см. рисунок).

Завершено комплексное исследование эффекта регулирования размера наночастиц магнетита в феррожидкостях с неполярными органическими основаниями при стабилизации монокарбоновыми кислотами. Исследования проведены с применением анализа статической намагниченности, просвечивающей электронной микроскопии, дифракции и малоуглового рассеяния синхротронного излучения, малоуглового рассеяния поляризованных нейтронов. Подтверждено, что при замене ненасыщенной олеиновой кислоты (C_{18}), используемой в классической процедуре стабилизации, насыщенными кислотами (лауриновой (C_{12}), миристиновой (C_{14}), пальмитиновой (C_{16}), стеариновой (C_{18})) происходит уменьшение эффективного размера стабилизированного магнетита [3].

С помощью малоуглового рассеяния нейтронов определена структура агрегатов наноалмазных частиц (детонация), диспергированных в полярные жидкости (вода, ДМСО) согласно специальной процедуре «мокрого» размалывания. Получены размер и фрактальные характеристики агрегатов, а также структурные особенности наноалмазных частиц (раз-

мер, характер поверхности). Анализ зависимости структурного фактора от числа частиц в растворе указывает на перекрытие разветвленных кластеров при концентрировании дисперсий. Вариация контраста с использованием смесей протонированных и дейтерированных растворителей позволила определить среднюю плотность частиц, составляющих кластер, и сделать вывод о существовании неалмазной компоненты на поверхности наноалмазов [4].

Методом малоуглового рассеяния нейтронов исследованы мицеллообразование додецил (сульфофенокси) бензолсульфоната натрия и нонилбензолдекаэтиленоксида в нейтральных и щелочных растворах электролитов различной концентрации. Показано, что образующиеся в растворах мицеллы имеют цилиндрическую (эллипсоидальную) форму. Определены характерные размеры мицелл в функции концентраций ПАВ и добавляемого электролита. Получена корреляция структурных данных с геометрией и динамикой травления «трековых» нанопор в растворах, содержащих ПАВ, и разработана модель влияния ПАВ на получение пор специфической геометрии [5].

Продолжались экспериментальные исследования по проблеме сосуществования ферромагнетизма (F) и сверхпроводимости (S). Магнитное состояние би-слоя Fe/V было исследовано с помощью нейтронного волнового резонатора MgO/V/Cu [6]. Поведение би-слоя в действительности соответствовало поведению трехслойной структуры F/F-S/S, в которой промежуточный слой F-S представлял собой смесь атомов ванадия и железа. Наблюдались прямой и обратный эффекты близости. Прямой эффект, заключающийся в установлении сверхпроводящего параметра порядка в ферромагнетике F-S, проявился при пе-

реходе слоя ванадия (S) в сверхпроводящее состояние ($T=T_c$) в виде уменьшения и поворота вектора намагниченности к направлению внешнего магнитного поля. Обратный эффект близости, заключающийся в установлении ферромагнитного порядка в сверхпроводнике F-S, наблюдался при температуре $0,6 T_c$ и состоял в увеличении вектора намагниченности и его повороте от направления магнитного поля [6].

Методом рентгеновской дифракции исследованы водные растворы мультислойных везикул многокомпонентных мембран, моделирующих слизистую оболочку ротовой полости человека (Oral Stratum Corneum), и мембран, входящих в состав смеси сфингомиелин/дипальмитоилфосфатидилхолин/дипальмитоилфосфатидилэтаноламин (SM/DPPC/DPPE). Система смеси SM/DPPC/DPPE (при массовом соотношении 1/1/1, 1/2/1) характеризуется ламеллярной структурой. При увеличении массовой доли DPPE часть липида образует отдельную ламеллярную фазу и обратную гексагональную фазу ($a \sim 56 \text{ \AA}$).

По данным нейтрографии определена текстура специальных сталей, графита, ниобата циркония (различные процессы изготовления). Восстановлена функция распределения кристаллитов по ориентациям, проведено моделирование объемных упругих свойств этих конструкционных материалов. Показано, что аустенитная наплавка корпуса реактора ВВЭР-1000 имеет острую радиальную текстуру (вращение зерен вокруг нормали к плоскости (002) стали), что приводит к сложному распределению остаточных напряжений в ней, при этом минимальные значения модуля Юнга достигаются в направлении нормали к поверхности корпуса реактора.

Проведены исследования текстуры и внутренних напряжений образцов горных пород из Централь-

Альп (Швейцария) в районе туннеля Gotthard-Base-Tunnel. Полученные результаты важны для оценки влияния работ по устройству туннеля на геомеханическое состояние горных массивов его окружения.

Методом неупругого рассеяния нейтронов исследованы колебательные спектры гексана и изомеров гексанола. Проведено теоретическое моделирование колебательных спектров с использованием теории функционала плотности. Установлено, что для описания динамики гидроксильных групп необходимо учитывать формирование водородных связей между молекулами гексанола.

Методические результаты. Завершено изготовление головной части зеркального вакуумного нейтроновода и проведена ее установка на канале 6Б реактора ИБР-2М в рамках реализации проекта создания дифрактометра для исследования микрообразцов ДН-6. Продолжено изготовление вакуумного кожуха для хвостовой части нейтроновода. Начато проектирование газового ПЧД-детектора.

Завершено изготовление, проведены вакуумное тестирование и установка головной части рефлектометра GRAINS на реакторе. Начато изготовление рельсового основания и кожуха системы формирования пучка. Проведено тестирование элементов данной системы (изменяемые щели, отклоняющие зеркала). Подготовлена рабочая документация на изготовление механического прерывателя барабанного типа.

Подготовлен эскизный проект нового детектора обратного рассеяния для дифрактометра ФДВР на основе ZnS-элементов. Телесный угол нового детектора в ~ 10 раз превышает телесный угол существующего детектора, что позволит значительно улучшить условия проведения структурных экспериментов на ФДВР.

НЕЙТРОННАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Произведен физический пуск первой очереди установки ИРЕН в ЛНФ ОИЯИ. Первая очередь ИРЕН включает в себя одну секцию ускорителя электронов и неразмножающую вольфрамовую мишень. Достигнутые параметры установки: пиковый ток пучка электронов 2,0 А, энергия электронов 30 МэВ, ширина вспышки 100 нс, частота вспышек 25 Гц, интегральный нейронный поток $(3 \div 5) \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$. Указанные параметры уже позволяют проводить эксперименты, требующие высокого энергетического разрешения в диапазоне энергий от тепловой точки до сотен эВ [7].

Были продолжены исследования P -нечетной асимметрии эмиссии вторичных частиц в реакциях с поляризованными холодными нейтронами на легких

ядрах ${}^6\text{Li}$ и ${}^{10}\text{B}$, проводимые в ILL (Гренобль, Франция) с целью изучения нейтрального слабого тока в нуклон-нуклонном взаимодействии. Результаты на текущий момент: асимметрия вылета тритонов в реакции ${}^6\text{Li}(n, \alpha){}^3\text{H}$ $\alpha_{P\text{-odd}}^{6\text{Li}} = -(8,8 \pm 2,1) \cdot 10^{-8}$, асимметрия вылета гамма-квантов в ядерной реакции ${}^{10}\text{B}(n, \alpha){}^7\text{Li}^* \rightarrow \gamma \rightarrow {}^7\text{Li}(g.s.)$ $\alpha_{P\text{-odd}}^{10\text{B}} = +(0,8 \pm 3,9) \cdot 10^{-8}$. С использованием этих величин в рамках кластерной модели извлечена константа слабого нейтрального тока: $f_{\pi}^{6\text{Li}} \leq 1,1 \cdot 10^{-7}$ и $f_{\pi}^{10\text{B}} \leq 2,4 \cdot 10^{-7}$ (90%-й уровень достоверности). Оба этих результата противоречат «лучшему» значению DDH $f_{\pi}^{\text{DDH}} = 4,6 \cdot 10^{-7}$.

В октябре–ноябре 2009 г. был проведен новый эксперимент по измерению $\alpha_{P\text{-odd}}^{10\text{B}}$. 50-суточное

измерение выполнено на пучке холодных поляризованных нейтронов реактора ILL. Основным отличием этого эксперимента от предыдущих было улучшение геометрии: если ранее борная мишень устанавливалась на нейтронном пучке перед детекторами прямо в воздухе, то сейчас помещалась в заполненный гелием нейтронпровод. Это позволило на 20 % снизить общий фон и улучшить вдвое точность ($1,8 \cdot 10^{-8}$ вместо $3,9 \cdot 10^{-8}$). Проведен также «нуль»-эксперимент [8].

На пучке холодных нейтронов в ILL сотрудниками ЛНФ ОИЯИ в коллаборации с французскими учеными были измерены концентрация атомов водорода в алмазном нанопорошке до и после обезгаживания, полное сечение рассеяния на водороде, оставшемся после обезгаживания, и его температурная зависимость. Концентрация измерялась по относительной интенсивности потока характеристических гамма-квантов реакции $n(p, d)\gamma$ от исследуемых образцов и образца полиэтилена. Получено, что количество водорода в нанопорошке до и после обезгаживания может быть выражено отношениями C_8H и $C_{15}H$ соответственно. Полное сечение рассеяния атома водорода составляет в обезгаженном порошке ~ 120 б. Изменение этого сечения при изменении температуры от 500 до 80 К не превышает 3 %. Таким образом, увеличение вероятности отражения от алмазного нанопорошка, представляющего интерес как отражатель очень холодных нейтронов, возможно либо путем удаления/замещения водорода, либо путем подавления канала неупругих потерь глубоким охлаждением порошка до температуры жидкого гелия. Измерение вероятности отражения в этом случае возможны, например, при глубоком охлаждении ловушки очень холодных нейтронов [9].

Продолжено изучение реакций (n, p) , (n, α) на быстрых нейтронах. Эксперименты проводятся на ускорителях Ван-де-Граафа ЭГ-5 в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ и ЭГ-4,5 Института физики тяжелых ионов Пекинского университета (Китай) совместно с Пекинским университетом при участии сотрудников Лодзинского (Польша) и Монгольского национального университетов и Ок-Риджской национальной лаборатории (США). Данные о реакциях с вылетом заряженных частиц, вызванных быстрыми нейтронами, представляют значительный интерес как при создании конструктивных мате-

риалов для ядерной энергетики, так и при изучении механизмов ядерных реакций и определении параметров оптического потенциала. В рамках программы совместных исследований на ускорителе ЭГ-4,5 Института физики тяжелых ионов при Пекинском университете были проведены измерения параметров реакций $^{143}\text{Nd}(n, \alpha)^{140}\text{Ce}$ и $^{95}\text{Mo}(n, \alpha)^{92}\text{Zr}$ при энергиях нейтронов $E_n = 4,0, 5,0$ и $6,0$ МэВ, реакции $^{147}\text{Sm}(n, \alpha)^{144}\text{Nd}$ при $E_n = 5,0$ и $6,0$ МэВ. Получены энергетические спектры заряженных частиц. Обработка данных и теоретические расчеты закончены в 2009 г. Проведены сравнения полученных нами экспериментальных данных с существующими данными, оценками и модельными расчетами. Отметим, что анализ новых данных о сечениях на быстрых нейтронах проводился совместно с имеющимися данными по этим реакциям на резонансных нейтронах [10].

В 2009 г. в секторе нейтронного активационного анализа ЛНФ ОИЯИ завершен проект РФФИ–Румыния «Геохронология и изучение ретроспективных загрязнений незахарактеризованных и бескислородных акваторий западной части Черного моря». Результаты проведенных исследований опубликованы в пяти научных статьях в международных реферируемых журналах, две из которых представляют особый интерес для геологии. В 2009 г. работа, выполненная в секторе НАА в сотрудничестве с македонскими специалистами по созданию геохимического атласа одного из экологических проблемных районов Македонии, удостоена Государственной премии Правительства Республики Македонии [11–13].

Исследована зависимость электрических характеристик SiCN-пленок, выращенных на кремниевой подложке с помощью методики PECVD, от их химического состава. Концентрация кремния, азота и углерода в пленках измерена с помощью методики резерфордовского обратного рассеяния. Концентрация водорода в пленках и их толщина определялись с помощью методики протонов отдачи на пучке ионов гелия от электростатического генератора ЭГ-5. Возможность точного определения концентрации всех элементов в трехэлементной пленке реализована путем одновременного измерения спектров резерфордовского обратного рассеяния и спектра протонов отдачи [14].

ИСТОЧНИКИ НЕЙТРОНОВ

Реактор ИБР-2. В 2009 г. завершены следующие этапы работ по модернизации реактора ИБР-2.

1. Закончен монтаж корпуса реактора на рабочее место и внутрикорпусных устройств. Проведена загрузка в активную зону кассет-имитаторов ТВС.

2. Установка подвижного отражателя ПО-3 в рабочее положение.

3. Замена холодной ловушки для очистки натриевого теплоносителя петли «А» 2-го контура охлаждения реактора.

4. Монтаж стационарных отражателей и водяных замедлителей на тележках откатных защит.

5. Монтаж исполнительных механизмов и органов регулирования реактора.

6. Изготовление и монтаж в реакторном зале дополнительного хранилища для отработанного топлива ИБР-2.

7. Монтаж оборудования холодильной установки КГУ 700/15 и гелиевых трубопроводов на участке между криогенной машиной и откатными защитами.

Работы, продолжающиеся по плану

1. Монтаж и поэтапная наладка пульта оператора на основном пульте управления реактором.

2. Монтаж и наладка коммуникаций и силового электрооборудования системы надежного питания, системы электроснабжения резервного щита управления и нагревателей контуров охлаждения ИБР-2М от системы резервного электропитания.

3. Монтаж оборудования и коммутационных линий системы контроля технологических параметров реактора (СКТП) и автоматизированной системы контроля и защиты (АСУЗ-12Р).

4. Подготовка к заполнению контуров охлаждения реактора жидким натриевым теплоносителем.

5. Изготовление криогенного замедлителя для пучков 7–11 (КЗ 202).

6. Монтаж экспериментального стенда для обработки режимов транспортировки мезитиленовых шариков в криогенный замедлитель.

Установка ИРЕН. В соответствии с решением дирекции ОИЯИ по реализации проекта ИРЕН в несколько этапов были завершены конструкция электронного ускорителя и комплекс нерасмножающей мешени. С 2009 г. начали проводиться научные эксперименты на новой установке.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ И СОЗДАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРОВ ИБР-2М

Холодные замедлители. Выполнено концептуальное проектирование, разработана техническая документация, изготовлены и смонтированы основные узлы полномасштабного стенда технологической системы криогенного замедлителя (КЗ). Стенд является полномасштабной моделью будущей системы криогенного замедлителя с копией камеры КЗ, технологической системы и системы транспортировки мезитиленовых шариков. Система охлаждения стенда включает в себя два контура криогенных труб, объединенных теплообменником. В первом контуре гелий циркулирует посредством побудителя движения холодного гелия (газодувки) через теплообменник и камеру замедлителя. Во втором контуре гелий циркулирует через теплообменник посредством холодильной гелиевой установки (ХГУ-500, 500 Вт, 15 К). В результате одновременной работы ХГУ и газодувки достигается необходимая температура в камере замедлителя и происходит транспортировка мезитиленовых шариков газообразным гелием от загрузочного устройства в камеру замедлителя.

В отделе НЭОКС разработана специальная интегрированная система контроля различных параметров стенда с комплексом соответствующего программного обеспечения. В состав системы входят различные датчики (всего 15 шт.), контроллер привода управления двигателем газодувки и контроллер управления шаговым двигателем дозатора поступления «шариков» в систему. Система позволяет контролировать основные параметры стенда замедлителя:

— прохождение шариков через пневмотранспортную магистраль (регистрируется оригинальным методом, основанным на газодинамических эффектах);

— заполнение шариками камеры замедлителя (наблюдается при помощи веб-камеры через кварцевые стекла);

— скорость газового потока;

— давление и температуру гелия.

В настоящее время завершено изготовление элементов стенда и начаты работы по его сборке и проверке.

Тестовый пучок. Разработан технический проект создания тестового пучка на 13-м канале ИБР-2М, в конструкторское бюро даны задания на разработку узлов оборудования канала. Подготовлено также техническое задание на проектирование биологической защиты.

Системы формирования нейтронных пучков. В рамках проекта создания изогнутых зеркальных нейтронных спектрометров ЭПСИЛОН и СКАТ на канале 7а реактора ИБР-2 совместно с институтами ФРГ и ПИЯФ (Гатчина) продолжались работы по проектированию и изготовлению механических и оптических узлов нейтронных спектрометров. В частности, разработаны проекты вакуумной системы и фоновой защиты спектрометров ЭПСИЛОН и СКАТ и участка стыковочного нейтронного спектрометра НЕРА-ПР, разработана документация и заканчивается изготовление дискового фонового прерывателя и трех барабанных λ-прерывателей.

Завершена реконструкция несущей колонны ИБР-2 и биологической защиты головной части 7-го канала для размещения на канале трех нейтроноводов. Демонтировано оборудование из закладной трубы стены кольцевого коридора. В ООО НПО «Атом» изготовлены стойки и юстировочные опоры головной части нейтроновода. В ЗАО «Комтраст» продолжается изготовление 92 вакуумных кожухов изогнутых нейтроноводов для спектрометров ЭПСИЛОН и СКАТ. В настоящее время начинается монтаж головной части (сплиттера) 7-го канала и наладка механических узлов прерывателей.

Криостенд. Разработан тестовый криостат для работы с криокулерами замкнутого цикла. В стадии изготовления находится пульт управления системой циркуляции гелия для дополнительных рефрижераторов, которые могут размещаться в этом криостате. На криостенде ведутся работы по наладке криогенных систем. В настоящее время проходит модернизацию криостат для неупругого рассеяния нейтронов канала 7б реактора ИБР-2. Криостат содержит шахту диаметром 70 мм для оперативной холодной перезагрузки образцов. Ожидаемая конечная температура $-4,5$ К.

Развитие систем контроля и управления прерывателями. В ЛНФ разработана, изготовлена и отлажена система управления прерывателями на базе частотных электроприводов серии VFAS1 фирмы Toshiba для дискового фонового прерывателя и трех барабанных λ -прерывателей спектрометров ЭПСИЛОН, СКАТ и НЕРА-ПР. Выполнена разработка системы контроля прерывателей, основанной на микроконтроллерах с CAN-интерфейсом. В результате контроль каждого прерывателя осуществляется компьютером соответствующего спектрометра. Проведенные разработки и испытания показали возможность использования частотных приводов VFAS1 и систем управления для замены устаревших ЭКТ2 на прерывателях других спектрометров ИБР-2М.

Расчеты спектрометров. Завершены расчеты спектра нейтронов и оптимизация геометрии пучков от замедлителя до образца для спектрометров ЭПСИЛОН–СКАТ (канал 7а). Это позволит увеличить поток нейтронов на образце на 20–30%. Выполнены также предварительные расчеты для канала 10 (GRAINS). Проведено моделирование установки и ее отдельных элементов, даны рекомендации по увеличению потока нейтронов. Разработаны два новых модуля программного обеспечения для пакета VITESS.

Детекторы. Изготовлены анодный и катодные электроды, произведены сборка и заполнение газовой смесью позиционно-чувствительного детектора для спектрометра GRAINS. Испытание детектора и измерение его характеристик было проведено на 5-м пучке реактора ИР-8 в РИЦ «Курчатовский институт». Выполнен цикл измерений с точечными и щелевыми кадмиевыми масками при различных

значениях анодного напряжения и различных уровнях дискриминации входных сигналов. Сняты счетные характеристики ПЧД при точечной и щелевой засветке детектора. Выбраны оптимальные режимы работы детектора и измерены его основные характеристики. С помощью детектора был также измерен профиль 5-го пучка реактора ИР-8 и установки ИРЕН.

Разработан новый высокоскоростной счетчик нейтронов с предельной загрузкой до $3 \cdot 10^6$ с $^{-1}$. Конструктивно счетчик представляет собой прямоугольник из дюралюминия с габаритами $250 \times 80 \times 40$ мм и с внутренним рабочим объемом $150 \times 30 \times 20$ мм. Анодом служит многонитевая рамка, объединенная в общий электрод, выведенный через вакуумный разъем наружу. В качестве рабочего газа использовалась оптимизированная по давлению смесь ^3He и CF_4 . Разработана также электроника съема и регистрации данных от счетчика, интерфейс к РС и программное обеспечение. Испытания счетчика были проведены на рефлектометре SuperADAM (ILL, Гренобль, Франция).

Начата разработка нового кольцевого секционированного детектора на основе MWPC для дифрактометра ДН-6. На первом этапе предлагается создание одного кольцевого детектора для установки под углом рассеяния 90° . Преимущества кольцевого газового секционированного детектора по сравнению с ранее применявшимся на ДН-12 кольцевым детектором на основе газовых счетчиков СНМ-17 следующие: большие размеры рабочего объема детектора позволят в несколько раз увеличить скорость счета рассеянных нейтронов; общий рабочий объем позволит иметь практически одинаковую эффективность для всех секций; прямоугольная геометрия счетных секций должна улучшить однородность эффективности детектора; меньшие размеры «мертвых зон» детектора.

Электроника, компьютеринг. Согласованы технические задания и начата разработка электронных блоков для сбора и накопления «сырых» данных на дифрактометрах ЭПСИЛОН, HRFD и ДН-6. На этих дифрактометрах будут использоваться различные детекторные системы, но общим для них является то, что все эти системы могут рассматриваться как некий массив точечных детекторов с фиксированной пространственной геометрией. Это позволяет проектировать одинаковые с точки зрения hardware электронные блоки, в которых все функции и параметры реализуются на уровне микропрограмм, выполняемых в FPGA соответствующего блока.

Разработана новая тестовая программа и завершено тестирование быстродействующего блока DAQ для 1D и 2D MWPC-детекторов со съемом информации с линий задержки. Указанная тестовая программа является основой для создания стандартного интерфейса к пакету Sonix+.

В 2009 г. в локальной вычислительной сети ОИЯИ установлено новое оборудование внешних каналов связи для работы на скоростях до 10 Гбит/с. Это в свою очередь требует частичной замены существующего коммутационного оборудования в центральном и периферийных сегментах сети ЛНФ. Проведен анализ возможных изменений в архитектуре сети и характеристик доступного на рынке оборудования с учетом перспектив дальнейшего развития сети. В условиях ограниченного финансирования принято решение приобрести в текущем году один интеллектуальный многоуровневый маршрутизатор серии WS-3560 и ограниченный набор коммуникационных модулей. Соответствующий контракт находится в стадии реализации. После испытаний указанное оборудование будет установлено в одном из экспериментальных залов ИБР-2М.

Разработан план-график проведения профилактических работ на спектрометрах ИБР-2, в соответствии с которым будут осуществляться модернизация и ремонт электронного оборудования и подготовка спектрометров к пуску реактора. Эти работы уже ведутся на четырех спектрометрах.

КОНФЕРЕНЦИИ

В 2009 г. в Лаборатории нейтронной физики были организованы две научные школы повышения квалификации научных сотрудников: II Высшие курсы стран СНГ для молодых ученых, аспирантов и студентов старших курсов по современным методам исследований наносистем и материалов «Синхротронные и нейтронные исследования наносистем» (СИН-нано-2009, 28 июня–13 июля 2009 г., Москва–Дубна) и Всероссийская научная школа для

молодежи «Современная нейтронография: междисциплинарные исследования наносистем и материалов» (12–20 октября 2009 г., Дубна). Эти школы продолжают традицию организации в ЛНФ научных школ для молодых ученых, посвященных фундаментальным и прикладным аспектам нейтронных исследований в области физики конденсированного состояния, материаловедения, нанотехнологий и смежных областей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Sheptyakov D. V. et al.* // Phys. Rev. B. 2009. V. 80(2). P. 024409 (1–9).
2. *Golosova N. O. et al.* // Phys. Rev. B. 2009. V. 79. P. 104431 (1–5).
3. *Avdeev M. V. et al.* // J. Colloid Interface Sci. 2009. V. 334. P. 37–41.
4. *Avdeev M. V. et al.* // J. Phys. Chem. C. 2009. V. 113. P. 9473–9479.
5. *Ковалев Ю. С. и др.* // Коллоидный журнал. 2009. Т. 71, №5. С. 616–622.
6. *Aksenov V. L. et al.* // J. Phys.: Conf. Ser. (submitted).
7. *Belikov O. V. et al.* // Proc. XVIII Intern. School on Nucl. Phys. Neutron Physics and Appl., September 21–27, 2009, Varna, Bulgaria.
8. *Vesna V. A.* // Nucl. Phys. A. 2009. V. 827 (1). P. 687c–694c.
9. *Lychagin E. V. et al.* // Phys. Lett. B. 2009. V. 679. P. 186–190.
10. *Gledenov Yu. M.* // Phys. Rev. C. 2009. V. 80. P. 044602.
11. *Cristache C. et al.* // Marine Pollution Bulletin. 2009. V. 58. P. 827–831.
<http://doi:10.1016/j.marpolbul.2009.01.021>
12. *Cristache C. et al.* // J. Radioanalytical and Nucl. Chem. 2009. V. 279, No. 1. P. 7–12.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10967-007-7214-z>
13. *Stafilov T. et al.* Geochemical Atlas of Veles and Environs. Macedonia, Stip: 2nd August, 2008. P. 124.
14. *Kobzev A. P. et al.* // Vacuum. 2009. V. 83. supp. 1. P. S124–S126.