



ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ ИМ. И. М. ФРАНКА

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

в области нейтронной ядерной физики», 03-4-1104-2011/2013, руководители В. Н. Швецов и Ю. Н. Копач); по развитию базовых установок лаборатории («Развитие реактора ИБР-2М с комплексом криогенных замедлителей нейтронов», 04-4-1075-2009/2014, руководители А. В. Белушкин и А. В. Виноградов); по развитию комплекса спектрометров ИБР-2 («Перспективные разработки и создание оборудования для спектрометров ИБР-2М», 04-4-1075-2009/2014, руководители В. И. Приходько и С. А. Куликов).

НЕЙТРОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

Основная часть научных экспериментальных работ проводилась на базе комплекса спектрометров реактора ИБР-2.

В 2013 г. в рамках пользовательской программы получено 195 заявок на проведение экспериментов из 17 стран мира. Свыше 41 % заявок были направлены на решение физических задач, 22 % посвящены проблемам материаловедения, остальные 37 % охватывали области химии, геологических наук, биологии и прикладные задачи. 158 поданных заявок было принято к реализации.

Научные результаты. Проведено исследование кристаллической, магнитной структуры несобственного мультиферроика $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ [1]. В данном соединении спонтанная электрическая поляризация появляется вследствие нарушения инверсионной симметрии за счет возникновения неколлинеарного антиферромагнитного упорядочения. Кроме того, магнитные моменты железа в тригональной структуре $\text{RbFe}(\text{MoO}_4)_2$ (пространственная группа $R\bar{3}m1$) образуют 2D магнитную треугольную ре-

шетку, при этом магнитные взаимодействия между магнитными плоскостями в 25 раз слабее внутри-плоскостных. С повышением давления наблюдался структурный фазовый переход в моноклинную фазу симметрии $C2/c$, реализующийся через широкую область структурного фазового расслоения. Симметрия антиферромагнитного упорядочения для тригональной фазы характеризуется волновым вектором $q = (1/3, 0, k_z)$. С повышением давления наблюдалось увеличение k_z от 0,45 до 0,48 и увеличение температуры Нееля с барическим коэффициентом $0,09 \text{ ГПа}^{-1}$. В моноклинной фазе высокого давления установления магнитного упорядочения не наблюдалось вплоть до температуры 1,5 К.

На дифрактометре ФДВР продолжены исследования электродов литий-ионных аккумуляторов [2]. Экспериментальные данные позволили в деталях проследить стадийность процесса внедрения Li в графит с последовательным образованием нескольких LiCn-фаз и обратимый переход $\text{LiFePO}_4 \leftrightarrow \text{FePO}_4$. Сравнение процессов заряда/разряда в батареях с катодом из чистого LFP и LFP, содержащего ~ 1 % ва-

надия (LFPV), показало, что во втором случае существенно большая доля материала анода переходит в конечное LiC_6 -состояние из-за меньшей относительной массы графита к фторжелезофосфату. Анализ изменений микроструктуры материала катода при внедрении в него ванадия показал значительное увеличение степени дефектности структуры, что коррелирует с лучшими электрохимическими свойствами LFPV по сравнению с LFP.

На основе анализа данных малоуглового рассеяния нейтронов на жидких дисперсиях детонационных наноалмазов предложен специальный непрерывный пространственный переход углеродных состояний от кристаллического алмаза (sp^3 -гибридизация) внутри частиц к графитоподобному состоянию (sp^2 -гибридизация) на поверхности. Такой переход позволяет совместить экспериментально наблюдаемый сдвиг в средней плотности длины рассеяния частиц от плотности кристаллического алмаза (свидетельство наличия неалмазной компоненты в составе частиц) и диффузный характер поверхности, проявляющийся в специфическом отклонении от закона Порода в рассеянии [3]. Предложенный профиль имеет простое степенное поведение и благодаря ряду особенностей объясняет равномерное падение общей интенсивности при вариации контраста, свойственное однородным частицам. Используемая ранее при описании структуры частиц организация типа «сферическое ядро – графеновая оболочка», дающая для толщины неалмазной компоненты на поверхности частиц значение 0,5 нм, может быть рассмотрена как приближение к данному профилю, который естественным образом отвечает переходу алмаз–графен в терминах усредненной плотности длины рассеяния. При этом неалмазные переходные связи (предположительно, sp^{2+x} -связи) располагаются преимущественно ближе к поверхности частиц. Рассмотренный профиль также позволяет напрямую определить параметры функции распределения наноалмазов по размерам.

На спектрометре РЕМУР проведено исследование магнитного состояния слоистой наноструктуры Ta (10 нм)/ V (150 нм)/ $\text{Fe}_{0,7}\text{V}_{0,3}$ (1 нм)/ V (1,2 нм)/ $\text{Fe}_{0,7}\text{V}_{0,3}/\text{Nb}$ (150 нм)/ Si , состоящей из ферромагнитных и сверхпроводящих слоев, методом рефлектометрии поляризованных нейтронов. Предполагалось, что в такой наноструктуре могут реализовываться три явления: антиферромагнитное упорядочение пары слоев $\text{Fe}_{0,7}\text{V}_{0,3}$ (1 нм) во внешнем магнитном поле; намагничивание сверхпроводящей пары ферромагнитными слоями (что проявляется в намагничивании сверхпроводящего слоя) и образование доменной структуры с малыми размерами доменов и нулевой средней намагниченностью. Измерения были проведены в интервале температуры 1,3–110 К и диапазоне напряженности магнитного поля 30 Э–9,5 кЭ. В диапазоне 1,3–10 К наблюдалось рассеяние нейтронов, максимум которого нахо-

дился при температуре 8 К, что ниже температуры сверхпроводящего перехода в слое ниобия. Полученные экспериментальные данные указывают на существование в определенном интервале температур ниже температуры сверхпроводящего перехода фазы в виде решетки доменов, в которой происходит вращение вектора намагниченности и которая существует в двух направлениях. На последнее указывает большое рассеяние, не объяснимое одним рассеянием в вертикальном направлении. Отсутствие рассеянных во втором направлении нейтронов указывает на то, что период решетки и в этом направлении находится в диапазоне меньше тысячи ангстрем. Данные наблюдения являются первым прямым экспериментальным доказательством реализации криптоферромагнитной фазы в сверхпроводящем ферромагнетике, которое заключается в установлении антиферромагнитного упорядочения на масштабе сверхпроводящей длины когерентности (размер сверхпроводящей пары). При этом магнитный период криптоферромагнитного состояния оказался примерно в 1000 раз меньше размера обычного домена в ферромагнетике (микрометры).

С помощью метода малоуглового рассеяния нейтронов изучен процесс спонтанного формирования фосфолипидных везикул в присутствии ионов кальция (рис. 1). Впервые детально изучено поведение межмембранного расстояния в области перехода для мембран как в жидкой, так и в гель-фазе. Показано, что переход системы из связанного состояния в несвязанное в обеих фазах носит непрерывный характер, что является неординарным результатом для гель-фазы. Предшествующие теоретические работы для гель-фазы указывали на то, что при добавлении ионов кальция к липидным мультислойным мембранам должен происходить резкий переход мембран из связанного в несвязанное состояние, поскольку в гель-фазе отсутствуют ондуляции. Проведенные исследования показали, что влияние сил ондуляций на межмембранные взаимодействия имеет заметный вклад. Определены критические концентрации ионов кальция, при которых исследуемый переход происходит в геле (0,3 ммоль) и жидкой (0,4 ммоль) фазах и, кроме того, непосредственно определены константы связывания ионов кальция с липидными мембранами: 22 моль^{-1} в гель- и 24 моль^{-1} в жидкой фазах.

При эксплуатации ядерных установок важным источником информации об изменении свойств корпусных сталей, которые ухудшаются под воздействием нейтронного облучения, служит программа образцов-свидетелей, которые располагаются у внутренней стенки шахты реактора. Необходимо контролировать уровень остаточных напряжений после сварки в реконструированных образцах-свидетелях. На дифрактометре ФСД проведены эксперименты по изучению распределения остаточных напряжений в образцах-свидетелях, возникающих после

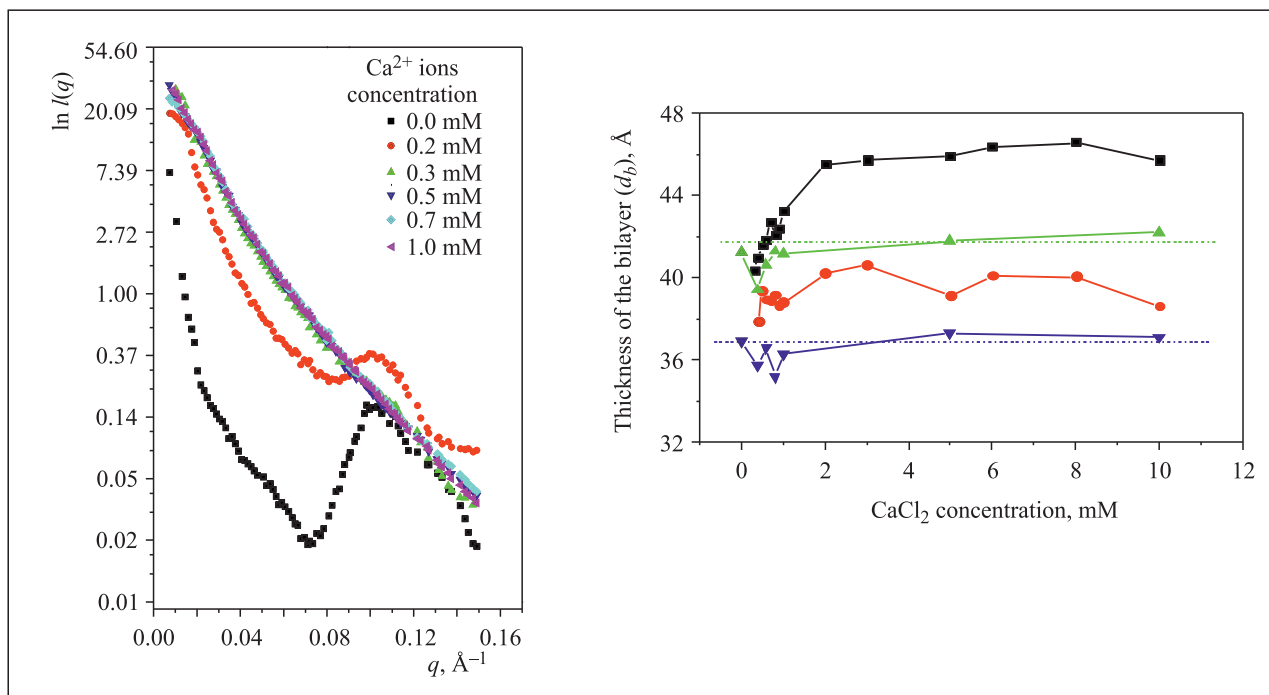


Рис. 1. Слева: кривые малоуглового рассеяния нейтронов от мультислойных мембран DMPC (1 % wt) в растворе вода/ CaCl_2 при $T = 15^\circ\text{C}$ для молярных концентраций ионов кальция 0,0, 0,2, 0,3, 0,5, 0,7, 1,0 ммоль. Справа: концентрационные зависимости толщины бислоя для везикул DMPC, спонтанно образованных из мультислойных мембран: \blacksquare — при $T = 15^\circ\text{C}$; \bullet — при $T = 55^\circ\text{C}$, и везикул, полученных методом экструдирования: \blacktriangle — при $T = 15^\circ\text{C}$; \blacktriangledown — при $T = 55^\circ\text{C}$

электронно-лучевой (electron beam welding — EBW) и лазерной (laser beam welding — LBW) сварки. Результаты экспериментов показали, что уровень остаточных напряжений для образца LBW значительно выше, чем для образца EBW, и достигает величины 550 МПа в районе сварного шва. Это подтверждает хорошо известный факт, что среди всех методов

сварка электронным лучом дает наименьший уровень остаточных напряжений в сварных швах. По всей видимости, это обусловлено малым количеством вводимой теплоты при данном сварочном процессе (в 4–5 раз меньше, чем, например, при дуговой), в результате чего резко снижается деформация конечного изделия. Кроме того, наблюдается значи-

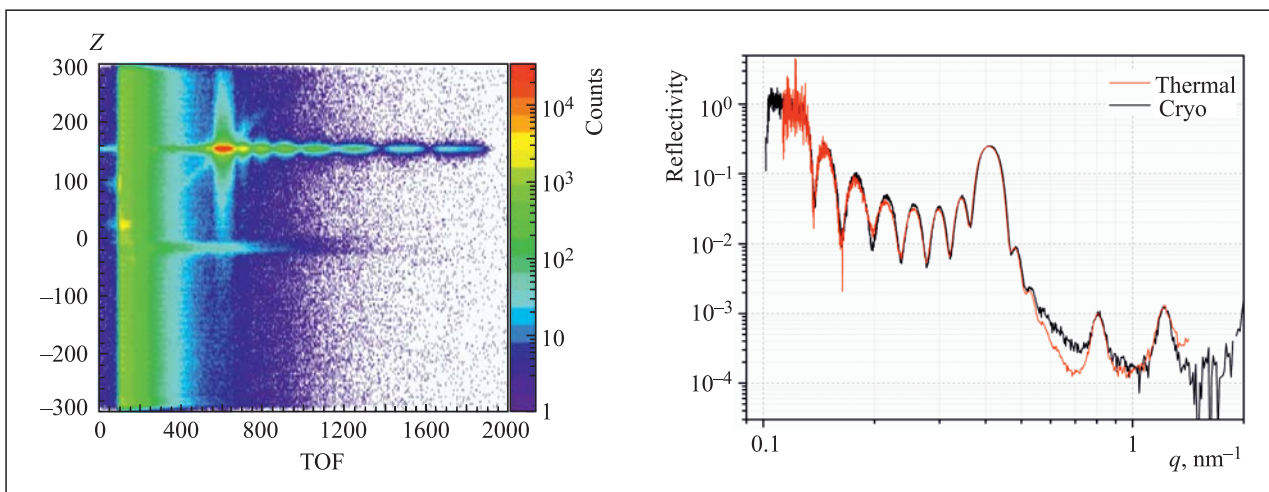


Рис. 2. Слева: 2D-спектр отраженного пучка неполяризованных нейтронов на слоистой структуре $[\text{Ni} (8,4 \text{ нм}) \text{Ti} (7 \text{ нм})] \times 8/\text{Floatglass}$ (производитель MIRRORTRON, Венгрия), полученный на рефлектометре GRAINS при криогенном режиме работы замедлителя в координатах Z (ширина канала 0,35 мм)–время пролета (ширина канала 32 мкс). Справа: коэффициент зеркального отражения как функция переданного импульса для той же системы, измеренный в тепловом (thermal) и криогенном (cryo) режимах работы замедлителя

тельное ($\sim 2,5$ раза) увеличение микротвердости в зоне сварных швов, которое, по всей видимости, является результатом формирования мартенситной (или мартенситно-бейнитной) структуры в области сварного шва и ЗТВ.

Методические результаты. Проведены работы по созданию и тестированию устройств окружения образца нового дифрактометра ДН-6. Приобретены камеры высокого давления с алмазными наковальнями с рабочим диапазоном до 15 ГПа (площадка 0,8 мм) и 50 ГПа (площадка 0,5 мм). Первые эксперименты показали возможность их успешного применения для экспериментов на ДН-6.

Проведен запуск первой стадии рефлектометра GRAINS. Измерены и оптимизированы профили пучка при различных конфигурациях элементов рефлектометра. Проведена экспериментальная оценка

интегрального потока тепловых неполяризованных нейтронов (длина волны свыше 0,05 нм) после отклоняющего зеркала при тепловом ($2 \cdot 10^6 \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) и холодном ($1 \cdot 10^6 \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$) режимах работы замедлителя. Получены первые кривые отражения на стандартных системах при двух режимах работы замедлителя (рис. 2). В рамках наладки рефлектометра проведен первый эксперимент по изучению влияния оксидации на структуру тонкой титановой пленки на стеклянной подложке, выполнявшийся в рамках разработки новых покрытий для нейтронооптических устройств.

Продолжены работы по созданию макетного варианта спектрометра радиографии на канале №14. Изготовлена и установлена на пучке вакуумная коллимационная система. Изготовлена и протестирована на 12-м канале система регистрации изображений на основе CCD-камеры.

НЕЙТРОННАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

В 2013 г. в ЛНФ работы по нейтронной ядерной физике велись в традиционных направлениях, таких как изучение процессов нарушения пространственной и временной четности при взаимодействии нейтронов с ядрами; изучение процесса деления; экспериментальное и теоретическое исследование фундаментальных свойств нейтрона; гамма-спектроскопия нейтронно-ядерных взаимодействий; эксперименты с ультрахолодными нейтронами. Установка ИРЕН работала в 2013 г. на физических экспериментах приблизительно 1050 ч.

Была создана и протестирована мобильная, реконфигурируемая гамма-спектрометрическая система nGamma для исследования ядерных реакций под действием нейтронов разных энергий, связанных с испусканием гамма-лучей. В первоначальной конфигурации она состоит из 24 NaI(Tl)-детекторов гамма-лучей, смонтированных на двух кольцах. Определены энергетические и временные характеристики отдельных трактов системы. Измерена энергетическая зависимость плотности потока нейтронов на расстоянии 60 м от нейтрон-производящей мишени импульсного нейтронного источника ИРЕН.

Собрана и протестирована 12-детекторная (2 модуля по 6 кристаллов NaI(Tl)) гамма-спектрометрическая система «Ромашка» для проведения исследований резонансного радиационного захвата (и деления) атомных ядер нейтронами на 4-м канале установки ИРЕН.

В 2013 г. продолжалась отладка экспериментальной установки АУРА (анизотропия угловых распре-

делений), предназначенной для измерений энергетической зависимости угловой анизотропии упругорассеянных медленных нейтронов на благородных газах с целью извлечения длины n, e -рассеяния. В данное время установка АУРА расположена на 15-метровой пролетной базе канала №2 установки ИРЕН.

Продолжаются работы, проводимые совместно с Техническим университетом (Прага, Чехия), по применению пиксельных кремниевых детекторов для регистрации заряженных частиц, испускаемых в процессе деления. В 2013 г. в ЛНФ совместно с ТУ Праги проводились измерения тройного спонтанного деления ^{252}Cf с использованием детекторов TimePix. Для идентификации тройных частиц использовался $\Delta E-E$ -метод, позволяющий разделять легкие заряженные частицы по заряду. В качестве ΔE -детектора использовался тонкий кремниевый детектор (12 мкм), в качестве E -детектора — пиксельный детектор TimePix с толщиной сенсорного слоя 300 мкм.

В 2013 г. была создана установка, предназначенная для прецизионных измерений множественности мгновенных нейтронов деления в зависимости от распределений масс осколков деления и их полной кинетической энергии.

Продолжаются экспериментальные и теоретические исследования реакций (нейтрон, заряженная частица) на быстрых нейтронах. Измерения проводятся на ускорителях Ван де Граафа ЭГ-5 в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ и ЭГ-4.5 Института физики тяжелых ионов Пекинского университета. Данные о реакциях с вылетом заряженных час-

тиц, вызванных быстрыми нейтронами, представляют значительный интерес для изучения механизмов ядерных реакций, структуры атомных ядер, выбора конструкционных материалов и проведения расчетов при создании новых установок ядерной энергетики. В конце 2013 г. проведены измерения реакций $^{66}\text{Zn}(n, \alpha)^{63}\text{Ni}$ и $^{144}\text{Sm}(n, \alpha)^{141}\text{Nd}$ при $E_n = 4$ МэВ, тем самым была завершена серия измерений этих реакций, начатая годом ранее. Проведены также измерения реакции $^{54}\text{Fe}(n, \alpha)^{51}\text{Cr}$

при $E_n = 5,5$ и $6,5$ МэВ. Получены энергетические спектры заряженных частиц, данные обрабатываются. Завершена обработка данных измерений реакций $^{57}\text{Fe}(n, \alpha)^{54}\text{Cr}$ и $^{63}\text{Cu}(n, \alpha)^{60}\text{Co}$ при $E_n \sim 4,0-6,5$ МэВ. Проведено сравнение полученных экспериментальных данных с существующими библиотечными оценками и данными других авторов (рис. 3, 4). Анализ показывает существенное разностное расхождение расчетных данных, представленных различными библиотеками, в то время как для изотопа ^{57}Fe

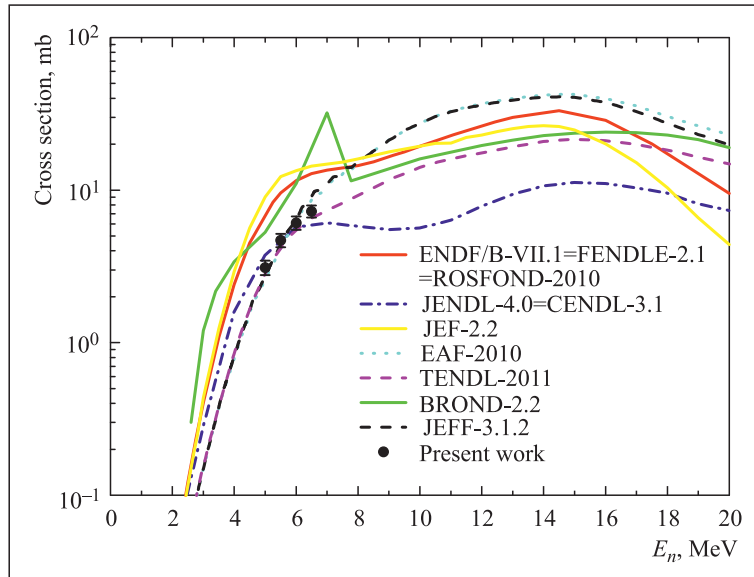


Рис. 3. Полученные сечения реакции $^{57}\text{Fe}(n, \alpha)^{54}\text{Cr}$ в сравнении с оценками

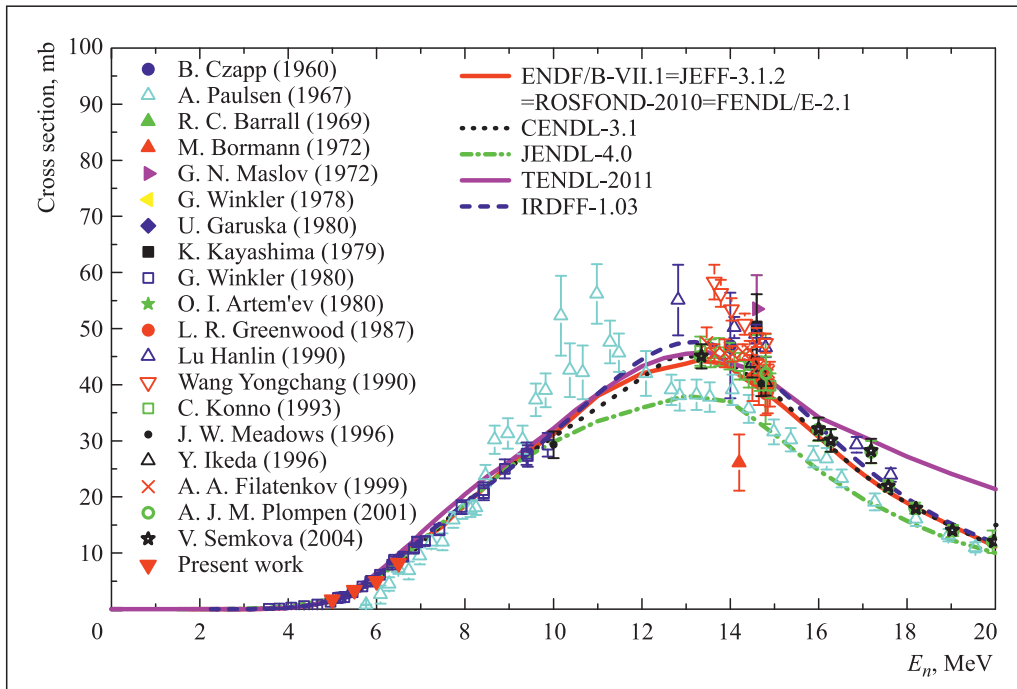


Рис. 4. Полученные сечения реакции $^{63}\text{Cu}(n, \alpha)^{60}\text{Co}$ в сравнении с существующими на сегодняшний день данными и оценками

экспериментальных данных нет. Для ^{63}Si имеются два достаточно давних измерения в области нескольких МэВ, но со значительным расхождением.

Для проверки идеи использования полости из твердого метана для формирования потока холодных нейтронов на конце нейтронновода с потоком тепловых нейтронов проведены тестовые измерения на инструменте DIN-2PI. Полученные результаты говорят о том, что на пучке тепловых нейтронов внутри метановой полости можно получить спектр нейтронов, близкий к спектру, идущему от холодного реакторного источника. Альbedo от твердого метана для холодных нейтронов близко к расчетному значению. Таким образом, идея создания гелиевого источника УХН внутри холодной полости на конце нейтронновода с тепловыми нейтронами представляется вполне реализуемой. Следующим шагом на пути развития данной идеи является создание прототипа источника, на котором необходимо проверить решения довольно большого числа технических проблем.

В 2013 г. на ИРЕН были проведены радиационные тесты сцинтилляторов и образцов мегатайла установки CMS (ЦЕРН). Это было необходимо для выбора оптимальных условий будущих экспериментов. Спектр нейтронов ИРЕН близок к спектру нейтронов в адронном калориметре CMS. Облучение образцов проводилось интегральным потоком нейтронов 10^{12} см^{-2} . Затем в течение трех недель из-

мерялась наведенная активность на двух расстояниях от образца.

Работы по активному биомониторингу с использованием мхов-трансплантатов позволили провести изучение воздушных загрязнений в центре Белграда (Сербия), а также в одном из наиболее экологически неблагоприятных районов Греции — Великой Фракийской низменности (Аттика).

Результаты комплексных исследований воздушной среды с помощью мхов и лишайников, а также водной экосистемы вблизи развивающегося порта в Кейптауне (залив Салдана, Атлантический океан в районе Западного побережья ЮАР) с помощью моллюсков и устриц вызвали интерес специалистов-экологов ЮАР и желание сотрудничать в рамках этого направления.

Совместно с Western Cape University (ЮАР) проведен НАА образцов золы, образованной при сжигании угля на тепловой электростанции в Матла, в провинции Мпумаланга Южной Африки (Mpumalanga Province in South Africa).

Методом НАА на реакторе ИБР-2 был определен элементный состав микробиальных образцов и оценена эффективность накопления цинка и других металлов биомассой спироулины. Эта работа была отмечена золотой медалью на V Европейской выставке изобретений и инноваций «EUROINVENT 2013» (Яссы, Румыния) в категории «PhD research project».

ИМПУЛЬСНЫЙ РЕАКТОР ИБР-2

Эксплуатация исследовательской ядерной установки ИБР-2 осуществляется на основании лицензии Ростехнадзора № ГН-03-108-2614 от 27.04.2012.

В соответствии с условиями действия лицензии на эксплуатацию исследовательской ядерной установки ИБР-2 в течение года специализированными организациями совместно с персоналом установки выполнены плановые работы по оценке техниче-

ского состояния и определению остаточного ресурса технологического оборудования. Завершены работы по продлению ресурса оборудования систем, важных для безопасности ИБР-2.

С января 2013 г. проводились регулярные циклы работы ИБР-2 на мощности 2 МВт для научных экспериментов с функционированием замедлителя КЗ-202 в водяном или криогенном режиме в

Данные по работе ИБР-2 на физический эксперимент

№ цикла	Период	Режим работы замедлителя	Время работы реактора на физический эксперимент, ч
1	22.01–30.01	Криогенный	176
2	11.02–22.02	Водяной	260
3	18.03–29.03	Криогенный	264
4	09.04–20.04	Водяной	242
5	21.05–02.06	Водяной	281
6	23.09–04.10	Водяной	262
7	14.10–22.10	Водяной	169
8	24.10–01.11	Криогенный	174
9	11.11–18.11	Водяной	170
10	21.11–23.11	Криогенный	44
11	29.11–13.12	Водяной	330
12	17.12–26.12	Криогенный	206
Всего:			2578

соответствии с планом-графиком физического пуска замедлителя.

С 13 по 19 сентября 2013 г. проведена догрузка одной свежей ТВС в активную зону ИЯУ ИБР-2 и вывод реактора на критичность в стационарном режиме работы с оценкой эффективности догруженной ТВС и оценкой интегральной эффективности органов регулирования СУЗ. Проведен контрольный вы-

вод реактора на мощность $W = 250$ кВт с оценкой эффективности догруженной ТВС на импульсной критичности.

В таблице представлены данные по работе ИЯУ ИБР-2 на физический эксперимент.

В 2013 г. завершена поставка НПО «Доза» оборудования для системы СРК ИБР-2 и начаты работы по монтажу и наладке системы.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ И СОЗДАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРОВ ИБР-2

В январе 2013 г. на мощности реактора 2 МВт проводились исследования по программе пуска криогенного замедлителя КЗ-202. Всего за период пуска осуществлено шесть циклов работы КЗ со свежими загрузками шариков замороженной смеси мезитилена и *m*-ксилола; длительность циклов составляла от нескольких часов до 178 ч. В результате анализа работы КЗ-202 в указанных циклах были получены однозначные ответы на основные вопросы, важные для обеспечения эффективной и длительной работы замедлителя.

- Время загрузки шариков в камеру замедлителя минимум 4 ч. Загрузка проходит без заторов и без заметной фрагментации шариков при расходе газа 1,2–1,5 г/с и температуре 80–85 К.

- Гидравлическое сопротивление контура и параметры газодувки обеспечивают расход гелия 6 г/с.

- Криорефрижератор КГУ-700/15 обеспечивает охлаждение шариков в камере КЗ-202 при мощности реактора 2 МВт до средней температуры 32–33 К (проектное значение 23–25 К).

- Фактор увеличения потока холодных нейтронов с длиной волны 8–10 Å — 13–14 (рис. 5), расчетное значение — до 20 при 20 К. Деградация потока холодных нейтронов в области 6–10 Å за 350 МВт·ч не более 5–7%; поток нейтронов с более короткой длиной волны увеличивается с дозой облучения.

- Слив отработанной жидкости проходит достаточно быстро; вязкость исходного раствора увеличивается не более чем в 10 раз после работы в течение 7,3 сут.

- Заполнение камеры и последующий слив мезитилена не влияют на реактивность реактора ИБР-2.

Выполнена модернизация детекторной системы дифрактометра для исследования микрообразцов под высоким давлением ДН-12, а также систем автоматизации для фурье-дифрактометров: ФДВР (6 каналов управления) и ФСД (12 каналов). Создана новая система для спектрометра GRAINS (26 каналов).

В 2013 г. был изготовлен и протестирован на стенде с источником прототип сцинтилляционного счетчика детектора АСТРА для дифрактометра ФСД. Ведутся работы по изготовлению секции из четырех сцинтилляционных счетчиков детектора АСТРА.

Изготовлены и настроены семь комплектов цифровых и аналоговых блоков МРД-32 для систем сбора и накопления данных со спектрометров ИЯУ ИБР-2. Из этих блоков были собраны и введены в эксплуатацию DAQ-системы на спектрометрах ЮМО, ДН-12, а также укомплектованы и находятся в стадии отладки системы на фурье-дифрактометрах ФСД и ФДВР.

В 2013 г. разработан новый универсальный пользовательский интерфейс (GUI) на основе PyQt и matplotlib (внедрен на спектрометрах ЮМО, НЕРА, СКАТ, РЕМУР). Усовершенствованы библиотеки операций для рефлектометров РЕМУР, РЕФЛЕКС, GRAINS, а также программ визуализации (SpecraViewer) и юстировки (ICE) по запросам пользователей. В течение года была подготовлена новая, существенно улучшенная версия системы удаленного контроля параметров и управления спектрометров (WebSonix), которая находится в опытной эксплуатации на спектрометрах СКАТ и ЮМО.

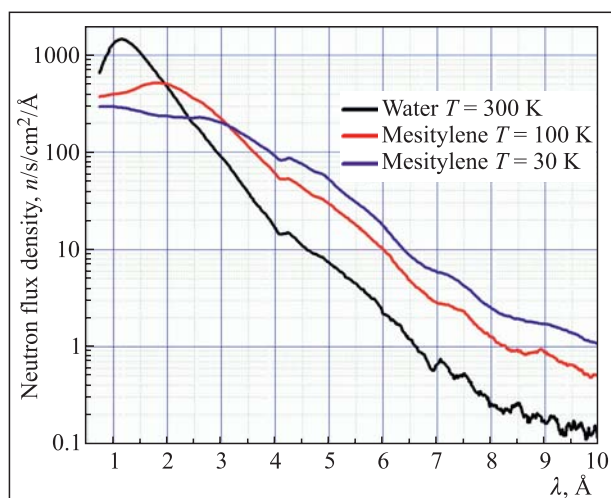


Рис. 5. Дифференциальная плотность потока нейтронов в месте расположения детектора ПЧД для пустой камеры (черная линия) и для заполненной при температурах 100 и 30 К

КОНФЕРЕНЦИИ И ШКОЛЫ

В 2013 г. в ЛНФ были организованы и проведены две научные школы для молодых ученых: V Международная молодежная научная школа «Современная нейтронография: фундаментальные и прикладные исследования функциональных и наноструктурированных материалов» (28 октября–1 ноября, Дубна) и IV Международная молодежная научная школа «Приборы и методы экспериментальной ядерной физики. Электроника и автоматика экспериментальных установок» (5–8 ноября, Дубна). Данные школы были посвящены фундаментальным и прикладным аспектам исследований в области нейтронной физики, физики конденсированного состояния, материаловедения. В них приняли участие студенты, аспиранты и молодые специалисты из России и девяти стран-участниц ОИЯИ.

С 13 по 17 мая в Дубне проходило 3-е координационное совещание (RCM-3) по исследовательскому проекту ИАЕА (МАГАТЭ) «Разработка, характеристика и испытания материалов, используемых в ядерной энергетике, на нейтронных пучках».

XXI Международный семинар по взаимодействию нейтронов с ядрами (ISINN-XXI) проходил 20–25 мая в Алуште. В этом году семинар был

приурочен к 50-летию нейтронного активационного анализа в ОИЯИ.

С 18 по 21 августа ЛНФ совместно с Федеральным министерством образования и научных исследований Германии (BMBWF) организовало совещание «Развитие приборной базы для источников нейтронов с длинным импульсом». Его целью было обсуждение современных тенденций в развитии установок по рассеянию нейтронов на источниках, работающих в импульсном режиме.

С 11 по 14 ноября в Туле проходила II Международная конференция «Многомасштабное моделирование структур, строение вещества, наноматериалы и нанотехнологии», посвященная памяти профессора А. Н. Никитина — бывшего сотрудника ЛНФ. Лаборатория нейтронной физики ОИЯИ являлась организатором этого мероприятия.

Совместная ОИЯИ–Румыния Международная школа по малоугловому рассеянию нейтронов и дополняющим методам исследования «умных» материалов проходила с 25 по 27 ноября в Западном университете Тимишоары. Школа проводилась в рамках конференции по физике «TIM 2013».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Kozlenko D. P. et al.* // *Phys. Rev. B.* 2013. V. 87. P. 014112-1-6.
2. *Бобриков И. А., Балагуров А. М.* // *Новости ОИЯИ.* 2013. № 3. С. 19.
3. *Karpinsky D. V. et al.* // *J. Appl. Phys.* 2013. V. 113. P. 187218.