

## Научно-методические исследования и разработки для изучения конденсированных сред на нейтронных пучках ИБР-2

**Руководители темы:** Боднарчук В.И.  
Приходько В.И.

### Участвующие страны и международные организации:

Аргентина, Армения, Беларусь, Великобритания, Венгрия, Германия, Республика Корея, Россия, Румыния, Узбекистан, Украина, Чехия, Швейцария, Швеция.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Штатная эксплуатация, модернизация и развитие систем управления и контроля криогенных замедлителей КЗ-201, КЗ-202. Разработка и оснащение оборудованием создаваемых, а также модернизация и реконструкция оборудования существующих спектрометров реактора ИБР-2 с целью улучшения их параметров, расширения экспериментальных возможностей и обеспечения бесперебойной работы. Научно-методическое обеспечение развития систем формирования пучка, нейтронных детекторов, систем окружения образца, криостатов и криомагнитных систем, а также электроники и программного обеспечения систем сбора данных. Развитие информационно-вычислительной инфраструктуры ЛНФ.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Поддержка и текущая модернизация холодных замедлителей нейтронов КЗ-202 и КЗ-201 с системами управления и контроля. Проведение экспериментов по исследованию материалов для холодных замедлителей.
2. Развитие и применение программного комплекса VITESS и других пакетов программ для моделирования нейтронного рассеяния в образцах и в отдельных компонентах спектрометров. Комплексный расчет и оптимизация спектрометров. Исследование фоновых условий на спектрометрах ИБР-2, выработка рекомендаций по уменьшению уровня фона.
3. Развитие горизонтально – вертикального криостата со сверхпроводящим магнитом. Модернизация криогенного стенда для работы с жидким гелием. Разработка и модернизация криостатов на спектрометрах ИБР-2.
4. Завершение работ по созданию детектора обратного рассеяния. Ввод детектора в эксплуатацию на дифрактометре ФДВР. Ввод в эксплуатацию модернизированного детектора АСТРА-М на ФСД.
5. Разработка и исследование прототипов позиционно-чувствительных детекторных систем на основе счетчиков с резистивной нитью длиной до 1м и сцинтилляционных ПЧД большой площади (~1м<sup>2</sup>). Разработка и изготовление 2Д ПЧД с центральным отверстием для прохода прямого пучка для спектрометра РЕМУР. Исследование конверторов нейтронов на основе соединений бора. Разработка и оснащение спектрометров мониторами пучков.
6. Внедрение программируемых логических контроллеров (ПЛК) в системы контроля и управления исполнительными механизмами, оборудованием окружения образца и прерывателями спектрометров. Установка дополнительного оборудования на спектрометры по заявкам пользователей, разработка систем управления и интерфейсов.
7. Исследование радиационной стойкости материалов и электронных компонентов на облучательной установке 3-го канала ИБР-2.
8. Совершенствование программного обеспечения спектрометров ИЯУ ИБР-2. Сопровождение и развитие комплекса Sonix+ и внедрение его новых версий на спектрометрах реактора ИБР-2. Модернизация почтовой системы ЛНФ и сети Wi-Fi. Развитие сетевой и вычислительной инфраструктуры ЛНФ в соответствии с потребностями Лаборатории и стратегией развития вычислительной сети ОИЯИ. Поэтапная замена коммутаторов нижнего уровня на управляемые коммутаторы.

### **Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:**

1. Обеспечение штатной эксплуатации комплекса криогенных шариковых замедлителей КЗ-201 и КЗ-202 на физический эксперимент. Автоматизация вакуумной системы и системы подачи гелия в пневмотранспортный трубопровод криогенного замедлителя КЗ-202, модернизация и развитие программного комплекса контроля и управления системами замедлителя КЗ-202. Изготовление опытного образца капельницы для формирования метановых шариков для комплекса криогенных замедлителей и проведение пусконаладочные работ.
2. Изучение радиационной стойкости материалов на установке для радиационных исследований. Проведение нейтронно-активационного анализа облученных образцов при помощи спектрометра на основе сверхчистого германия.
3. Разработка новой системы сбора и накопления данных с многодетекторных систем на основе ПЧД для дифрактометра ДН-12.
4. Внедрение новых электронных блоков MPD32-USB3 в системы сбора и накопления данных на спектрометрах ИБР-2.
5. Внедрение промышленных диджитайзеров в измерительные системы с ПЧД. Оптимизация параметров диджитайзеров для получения наилучших счетных и координатных характеристик ПЧД. Применение нового 32-канального диджитайзера для съема данных с прототипа сцинтилляционного ПЧД, разработанного и изготовленного в НЭОКС ИБР-2.
6. Монтаж и наладка сцинтилляционного детектора Астра-М на дифрактометре ФСД.
7. Изготовление и сборка секторов детектора ДОР, монтаж и наладка 8-ми блоков MPD32-USB3 для сбора и накопления данных на дифрактометре ФДВР в соответствии с планом-графиком проекта.
8. Выполнение второго этапа работ по сборке детекторной системы для спектрометра РЕМУР.
9. Изготовление, монтаж и ввод в эксплуатацию монитора пучка на спектрометре ЮМО.
10. Разработка технологии создания детекторов тепловых нейтронов на основе конвертера В<sub>4</sub>С, изготовление и испытание прототипов детекторов.
11. Ввод в эксплуатацию совместно со специалистами отдела НЭО НИКС горизонтально – вертикального криостата со сверхпроводящим магнитом на дифрактометре ДН-12.
12. Исследование и разработка устройств на основе криорефрижераторов замкнутого цикла для получения температур (4.2 – 0.5) К при помощи ожижения <sup>3</sup>Не и откачки его насыщенных паров.
13. Применение программных комплексов VITESS, McStas и других пакетов программ для моделирования нейтронного рассеяния в образцах и в отдельных компонентах спектрометров. Комплексный расчет и оптимизация спектрометров.
14. Разработка системы управления частотой и фазой вращения механических прерывателей нейтронных пучков на базе программируемых логических контроллеров (ПЛК). Модернизация устройств, работающих на ПЛК по заявкам пользователей, разработка технических заданий на применение ПЛК для автоматизации элементов спектрометров (устройства позиционирования, контроль специального окружения образца, и др.).
15. Разработка и изготовление узлов прерывателей нейтронного пучка с двумя барабанами для рефлектометров РЕМУР и ГРЕИНС.
16. Создание механического фильтра нейтронного пучка с временной фокусировкой.
17. Создание специализированных ячеек образца для рефлектометра ГРЕИНС (ячейка с контролем влажности, проточная ячейка жидкость - твердое тело).

18. Сопровождение и развитие комплекса Sonix+ по запросам пользователей, а также на основе последних версий используемых программных пакетов и систем. Модернизация комплекса на спектрометрах ДН-6, ДН-12, РТД. Разработка в рамках Sonix+ модулей для управления контроллерами MPD-32 и диджитайзером фирмы CAEN N673, а также программного обеспечения для новых детекторов на дифрактометрах ФДВР и ФСД.
19. Программная поддержка дальнейшей автоматизации систем управления и контроля комплекса криогенных шариковых замедлителей КЗ-201 и КЗ-202.
20. Модернизация центрального хранилища экспериментальных данных ЛНФ. Развитие сети Wi-Fi в корпусах 42 (первый и второй этажи), 42а и 44.

### Проекты по теме:

Название проекта	Руководитель проекта	Приоритет проекта (сроки реализации)
1. Создание широкоапертурного детектора обратного рассеяния (ДОР) для дифрактометра ФДВР	Милков В.М.	1 (2021-2023)

### Основные этапы темы:

Этап темы или эксперимент	Руководители	Статус проекта или эксперимента
Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ	Основные исполнители	
1. Обеспечение штатной эксплуатации и развитие комплекса криогенных шариковых замедлителей КЗ-201 и КЗ-202. Дальнейшая автоматизация систем управления и контроля замедлителей	Булавин М.В.	Реализация
2. Изучение радиационной стойкости материалов, электроники и детекторов для крупных физических установок: ATLAS, CMS, NICA, ITER, ESS и др.; прикладные исследования ЛНФ	Булавин М.В.  Алтынов А.В., Белова М.О., Галушко А.В., Кирилов А.С., Мухин К.А., Петухова Т.Б., 10 инженеров	Реализация
3. Развитие программного комплекса VITESS и моделирование элементов спектрометров. Исследование фоновых условий на спектрометрах ИБР-2, выработка рекомендаций по уменьшению уровня фона ЛНФ	Боднарчук В.И.  Садилов В.В.	Реализация
4. Развитие горизонтально – вертикального криостата со сверхпроводящим магнитом. Разработка и модернизация криостатов на спектрометрах ИБР-2. Модернизация криогенного стенда для работы с жидким гелием ЛНФ	Черников А.Н. Кичанов С.Е.  Буздавин А.П., 1 инженер, 1 лаборант	Реализация
5. Завершение работ по созданию детектора обратного рассеяния. Ввод детектора в эксплуатацию на дифрактометре ФДВР. Ввод в эксплуатацию модернизированного детектора АСТРА-М на ФСД ЛНФ	Милков В.М. Богдзель А.А. Кирилов А.С.  Бокучава Г.Д., Дроздов В.А., Симкин В.Г., Швецов В.В., 3 инженера, 4 лаборанта	Реализация

6.	Разработка и исследование прототипов позиционно-чувствительных детекторных систем на основе счетчиков с резистивной нитью длиной до 1м и сцинтилляционных ПЧД большой площади (~1м <sup>2</sup> ). Разработка 2Д ПЧД с центральным отверстием для спектрометра РЕМУР. Исследование конверторов нейтронов на основе соединений бора. Разработка и оснащение спектрометров мониторами пучков	Чураков А.В. Милков В.М. Богдзель А.А.	Реализация
	ЛНФ	Дроздов В.А., Журавлев В.В., Курилкин А.К., Мурашкевич С.М., 3 инженера	
7.	Модернизация детекторной электроники и электроники сбора и накопления данных на спектрометрах ИБР-2	Богдзель А.А. Кирилов А.С.	Реализация
	ЛНФ	Дроздов В.А., Журавлев В.В., Литвиненко Е.И., Милков В.М., Мурашкевич С.М., Швецов В.В., 2 инженера	
8.	Внедрение программируемых логических контроллеров в системы контроля и управления исполнительными механизмами, оборудованием окружения образца и прерывателями спектрометров. Установка дополнительного оборудования на спектрометры по заявкам ответственных за установки	Боднарчук В.И. Гапон И.В.	Реализация
	ЛНФ	Алтынов А.В., Журавлев В.В., Зернин Н.Д., Кирилов А.С., Петухова Т.Б., 2 инженера	
9.	Сопровождение и развитие комплекса Sonix+ и внедрение его новых версий на спектрометрах реактора ИБР-2. Развитие центральных серверов и сетевой инфраструктуры ЛНФ в соответствии со стратегией развития вычислительной сети ОИЯИ. Модернизация почтовой системы ЛНФ и сети Wi-Fi	Кирилов А.С. Приходько В.И.	Реализация
	ЛНФ	Кирилов А.С., Сухомлинов Г.А., 4 инженера	
	ЛИТ	Долбилов А.Г., 1 инженер	

### Сотрудничество по теме:

Страна или международная организация	Город	Институт или лаборатория	Участники	Статус
Аргентина	Барилоче	СAB	Гранада Р. + 2 чел.	Совместные работы
Армения	Ереван	ННЛА	Арутюнян В.В. + 2 чел.	Протокол
Беларусь	Минск	БГТУ	Павлюкевич Ю.Г. + 6 чел.	Протокол
		НИИ ЯП БГУ	Дормешкин О.Б. + 3 чел.	Совместные работы
Великобритания	Дидкот	RAL	Кутень С.А. + 2 чел.	Обмен визитами
Венгрия	Будапешт	Wigner RCP	Бодуэн З. + 3 чел.	Совместные работы
Германия	Берлин	HZB	Рошта Л. + 2 чел.	Совместные работы
	Дармштадт	GSI	Вильперт Т.	Совместные работы
	Юлих	FZJ	Шмидт К. Брюкель Т. Иоффе А.	Совместные работы

Республика Корея	Тэджон	KFE	Ли Юнг-Сеок + 2 чел.	Протокол
Россия	Гатчина	НИЦ КИ ПИЯФ	Алтынбаев Е.В. Булкин А.П. + 2 чел. Григорьев С.В.	Совместные работы
	Дубна	Гос. ун-т "Дубна"	Крюков Ю.А. + 3 чел.	Протокол
	Екатеринбург	ИФМ УрО РАН	Бобровский В.И. + 2 чел.	Совместные работы
	Москва	НИЦ КИ ПЦ ИТЭР РФ	Борисова П.А. + 2 чел. Кашук Ю.А. + 1 чел.	Совместные работы Протокол
Румыния	Москва, Троицк	ИЯИ РАН	Садыков Р.А. + 2 чел.	Совместные работы
	Бухарест	INCDIE ICPE-SA	Добрин И. Сетнеску Р. Раду С.	Протокол
	Клуж-Напока	INCDTIM	Бэнкуце И.	Совместные работы
	Тырговиште	UVT	Тудорел Т.	Протокол
	Яссы	UAIC	Садыков И.И.	Протокол
Узбекистан	Ташкент	ИЯФ АН РУз	Большакова И.	Протокол
Украина	Львов	НУЛП	Рюхтин В. + 1 чел.	Совместные работы
Чехия	Ржеж	NPI CAS	Волмутер М. + 1 чел.	Совместные работы
Швейцария	Виллиген	PSI	Холл-Уилтон Р.	Совместные работы
Швеция	Лунд	ESS ERIC		Совместные работы