

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ И СОЗДАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРОВ ИБР-2

На 40-й сессии ПКК по физике конденсированных сред были рассмотрены и одобрены детальный отчет по теме 1075 за 2009-2014 гг., а также обоснование и предложение об открытии на период 2015-2017 гг. новой темы первого приоритета "Развитие экспериментальной базы для проведения исследований конденсированных сред на пучках ИЯУ ИБР-2" (эти материалы доступны на сайте <http://indico.jinr.ru>). Ниже приведены результаты работ, выполненных в 2014г. по основным научным направлениям.

Криогенные замедлители

В течение 2014 года проводились исследования на экспериментальном полномасштабном стенде криогенного шарикового замедлителя К3201 (рис. 56)



Рис. 56. Полномасштабный стенд К3201

Основной целью экспериментов была проверка возможности загрузки камеры криогенного замедлителя К3201 замороженными шариками из смеси мезитилена и метаксилола по трубопроводу с углом подъема 50° . Эксперименты показали, что шарики без каких-либо затруднений преодолевают данный подъем транспортного трубопровода и достигают камеры-имитатора, расположенной внутри внешней вакуумной оболочки (рис. 57). Наблюдение за заполнением камеры-имитатора велось при помощи видеокамеры с высоким разрешением (рис. 58).

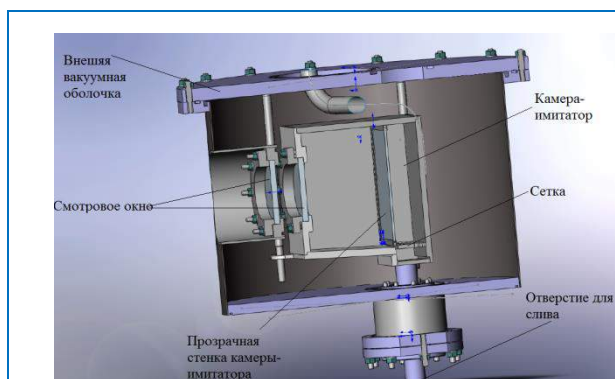


Рис.57. Камера-имитатор.



Рис. 58. Фото замороженных шариков во время загрузки.

1. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Криогенный замедлитель КЗ202 находится в эксплуатации с 2012 года. В течение 2014 года проходила модернизация его систем управления и программного обеспечения. В результате для КЗ202, а также для КЗ201 и КГУ, практически заново в общем конструктиве были созданы системы управления (рис. 59), в состав которых входит также система аварийного контроля КЗ, которая следит за циркуляцией гелия в системе и расходом гелия в трубопроводе. Электроника контроля при превышении допустимых значений этих параметров подает на пульт реактора ИБР-2 сигнал для принятия решения о снижении мощности реактора.

На физический эксперимент КЗ202 работал в течение 2 циклов (2 и 7 циклы ИБР-2). При этом проводились первые эксперименты с холодными нейтронами на спектрометрах НЕРА-ПР, РЕМУР и др. Выполнялись также важные исследования, направленные на увеличение цикла работы ИБР-2 в режиме криогенного замедлителя до 11 суток.

Максимальная длительность работы КЗ202 к настоящему времени составляет 410 МВт-часов (8.5 суток работы ИБР-2). Возможность увеличения длительности цикла зависит от вязкости облученной рабочей смеси замедлителя (мезитилена и метаксилола). Вязкость смеси мезитилена и метаксилола после облучения составляет около 12 единиц (8.5 суток, 410 МВт-часов). Данное значение вязкости позволяет облученной жидкости беспрепятственно перетекать из камеры в сливной бак. Возможно, что более высокие значения вязкости могут привести к закупориванию сливного отверстия и, следовательно, к выходу КЗ202 из строя.

В результате поиска выходов из сложившейся ситуации были проведены эксперименты по загрузке камеры КЗ202 замороженными шариками, полученными из раствора 55 г нафталина и 1 л смеси мезитилена и метаксилола (в соотношении 3:1). После облучения в течение 374 МВт-часов вязкость оказалась равной примерно 6 единицам, т.е. достаточно низкой по сравнению с вязкостью облученного раствора без нафталина (рис.60). Таким образом, раствор с нафталином можно использовать в течение большего времени работы ИБР-2 и, возможно, в течение 11 суток. Эксперименты по увеличению длительности цикла работы КЗ202 будут продолжены совместно с МГУ, Москва в 2015 году.



Рис. 59. Стойки систем управления и контроля криогенных замедлителей КЗ201, КЗ202, и КГУ.

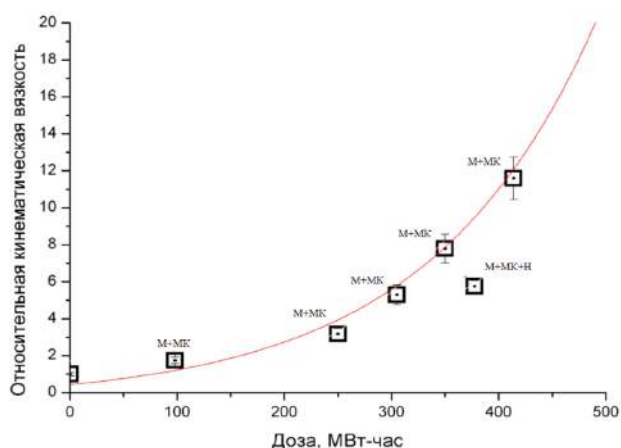


Рис. 60. Изменение вязкости жидкой смеси в зависимости от дозы облучения: М-МК – раствор мезитилена и метаксилола (в соотношении 3:1), М-МК-Н – раствор 55 г нафталина в 1 л смеси мезитилена и метаксилола (в соотношении 3:1).

Расчеты и моделирование спектрометров

Разработана методика использования метода обратного Монте Карло (Reverse Monte Carlo, RMC_POT) для восстановления трехмерной структуры стекол (или других разупорядоченных систем) на основании дифракционных данных нейтронного эксперимента. Разработана и внедрена специальная программа, позволяющая рассчитать координацию атомов стекла с помощью сети Вороного. При необходимости построение сети Вороного может быть произведено с учетом ионных радиусов частиц. При этом использовались некоторые функции библиотеки специализированных программ Voronoi++. Пример расчета полного закона рассеяния $S(Q)$ (или его аналога полного структурного фактора $F(Q)$) методом обратного Монте-Карло RMC для стекла $\text{Fe}_{63}\text{Er}_2\text{Mo}_{14}\text{C}_{15}\text{B}_6$ в сравнении с экспериментальными данными приведен на **рис. 61**. На **рис. 62** показан общий пример построенной трехмерной сети Вороного с учетом ионных радиусов (разными цветами показаны разные элементы).

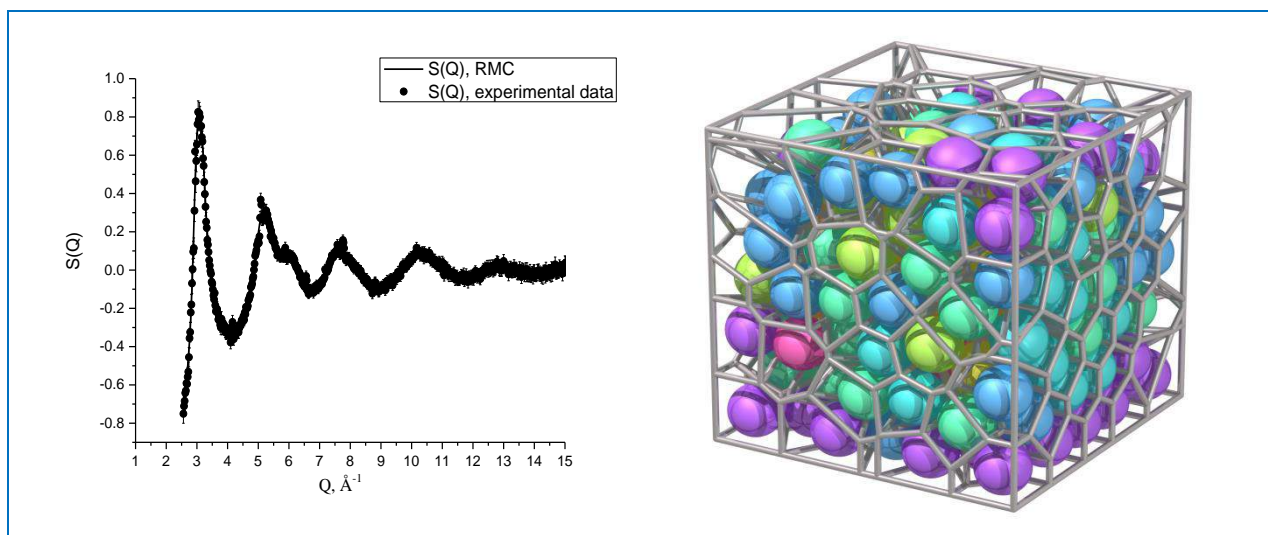


Рис. 61 Экспериментальный полный закон рассеяния $S(Q)$ и его расчет методом RMC_POT.

Рис. 62 Пример построенной сети Вороного.

В сотрудничестве с Лабораторией информационных технологий ОИЯИ начата разработка специальных математических моделей и соответствующих программ для моделирования нейтронного рассеяния в образцах, включая многослойные шероховатые образцы и магнитное рассеяние. Получены первые результаты моделирования двухслойных шероховатых образцов.

Фурье-дифрактометры

В 2014г. совместно с отделом НЭОНИКС выполнен ряд работ по модернизации и развитию фурье-дифрактометров.

FSS. Продолжались работы по созданию нового фурье-дифрактометра высокого разрешения, основанного на узлах спектрометра FSS (Гестхахт, Германия). Проведена ревизия поступившего оборудования и конструкторская проработка для его монтажа на 13-м канале ИБР-2. Отмыты и обезжирены оптические секции и кожуха нейтроноводов. Изготовлены дополнительные секции и стойки нейтроноводов. Для снижения радиационной нагрузки на нейтроновод в закладную трубу канала установлен стальной коллиматор. Смонтированы первая секция нейтроновода и Фурье-прерыватель (**рис. 63**). Разработана и изготовлена электроника накопления дифракционных спектров («List Mode»-анализатор MPD-64).

1. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

На этом же канале создается инфраструктура для тестирования спектрометрического оборудования. Смонтирована биологическая защита и технологические системы на 13-м и 14-м каналах ИБР-2, в стадии изготовления находятся домик экспериментатора, платформа, юстировочные столики и др.



Рис. 63. Первая секция нейтронновода и Фурье-прерыватель на 13 канале ИБР-2

ФДВР. Смонтирована электроника управления фоновым прерывателем. Проведена профилактика фонового прерывателя и настройка электроники управления в режиме фазировки. Восстановлена работа электроники управления Фурье-прерывателем за счет установки в кольцевом коридоре фонового прерывателя быстрых нейтронов и снижения радиационного фона в зоне вывода пучка.

ФСД. Измерены характеристики pick up сигналов магнитного и оптического датчиков Фурье-прерывателя. На рис. 64 приведена зависимость дифференциальной нелинейности, а на рис. 65 скважности pick up сигналов магнитного и оптического датчиков от времени при изменении скорости Фурье-прерывателя от -4000 до $+4000$ об/мин. Измерения показали, что шумы pick up сигналов оптического датчика примерно в пять раз меньше, чем магнитного. Работы по развитию детекторной системы ФСД, а также разработке алгоритмов и программ восстановления спектров высокого разрешения, измеренных "List-mode" анализатором, приведены в других разделах данного отчета.

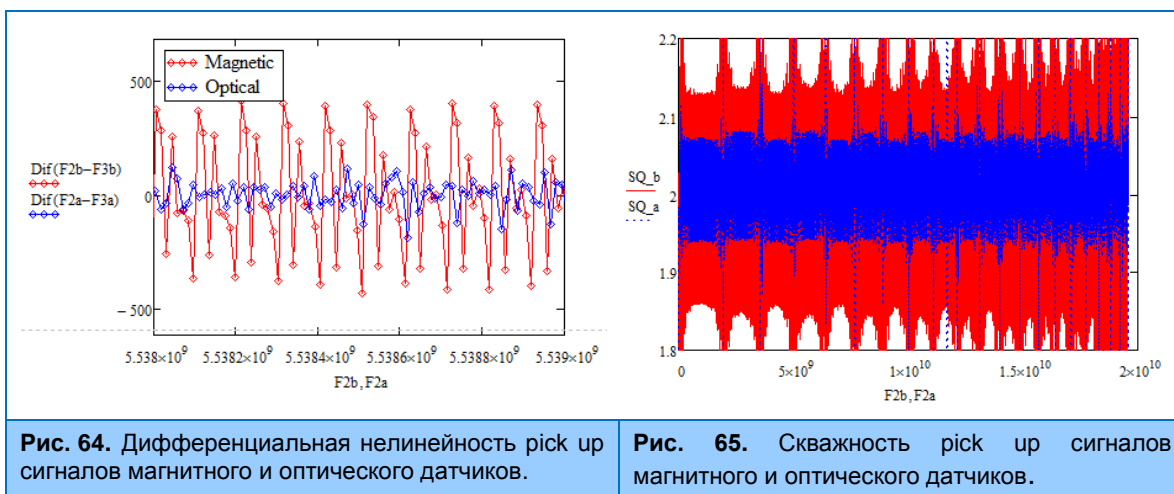


Рис. 64. Дифференциальная нелинейность pick up сигналов магнитного и оптического датчиков.

Рис. 65. Скважность pick up сигналов магнитного и оптического датчиков.

Детекторы

Изготовлены и настроены малоугловая, 45° и 90° детекторные системы на He3 счетчиках. Эти системы вместе с блоками предусилителей установлены на дифрактометр RTD и подготовлены к вводу в эксплуатацию (**рис. 66**).

Также для RTD разработан проект кольцевого детектора для регистрации тепловых нейтронов на малых углах рассеяния на (**рис.67**). В отличие от ранее установленного на RTD кольцевого детектора обратного рассеяния, в конструкцию малоуглового детектора внесены следующие изменения:

- вместо нержавеющей стали корпус изготовлен из дюрала, что существенно уменьшило его вес и поглощение нейтронов во входном окне;
- изменен способ крепления анодной нити, что позволило уменьшить потери в мертвых зонах детектора;
- все радиусы сделаны независимыми друг от друга, что дает возможность проводить ремонт детектора без его полной разборки;
- цилиндрические катоды изготовлены из двустороннего фольгированного стеклотекстолита, что дает возможность сделать 9 концентрических счетчиков вместо 8, а также разделить катоды на 16 секторов и, благодаря этому, получить еще одну дополнительную азимутальную координату.

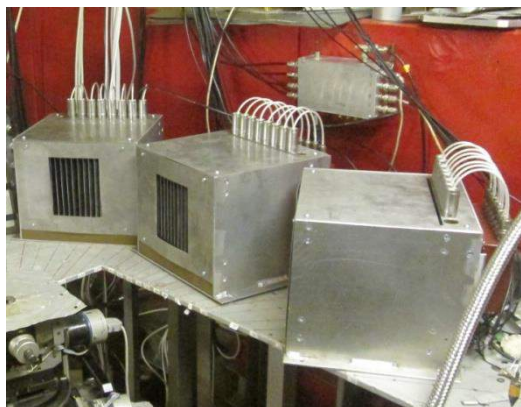


Рис. 66. Малоугловой, 45° и 90° детекторы на ба канале ИБР-2.

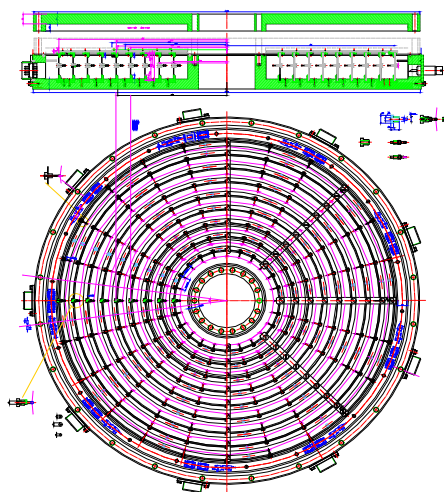


Рис. 67. Схема малоуглового кольцевого детектора спектрометра RTD.

Продолжились работы по комплектованию детекторной системы АСТРА. В рамках этих работ было завершено изготовление плоскости из четырёх сцинтилляционных счётчиков (третья секция, **рис. 68**). Эти счётчики установлены на дифрактометре ФСД и в настоящее время совместно с отделом НЭОНИКС проводится их тестирование и юстировка. Получены времяпролётные спектры как низкого (**рис. 69**), так и высокого разрешения (**рис.70**). В рамках подготовки к тестированию был выполнен большой объём работ по отладке электроники системы сбора и накопления данных MPD, адаптированной для использования со сцинтилляционными детекторами АСТРА.

1. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

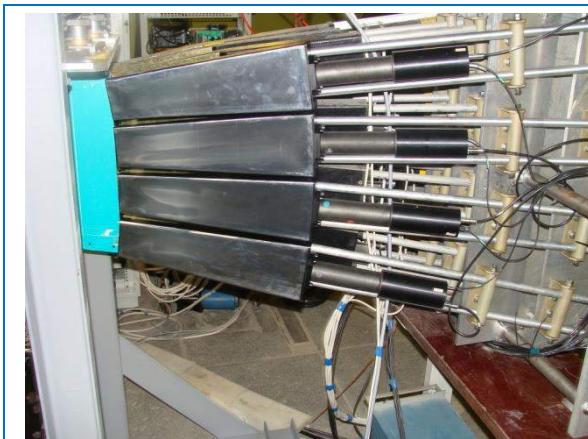


Рис. 68. Плоскость из четырёх сцинтилляционных счётчиков, установленных на дифрактометре ФСД.

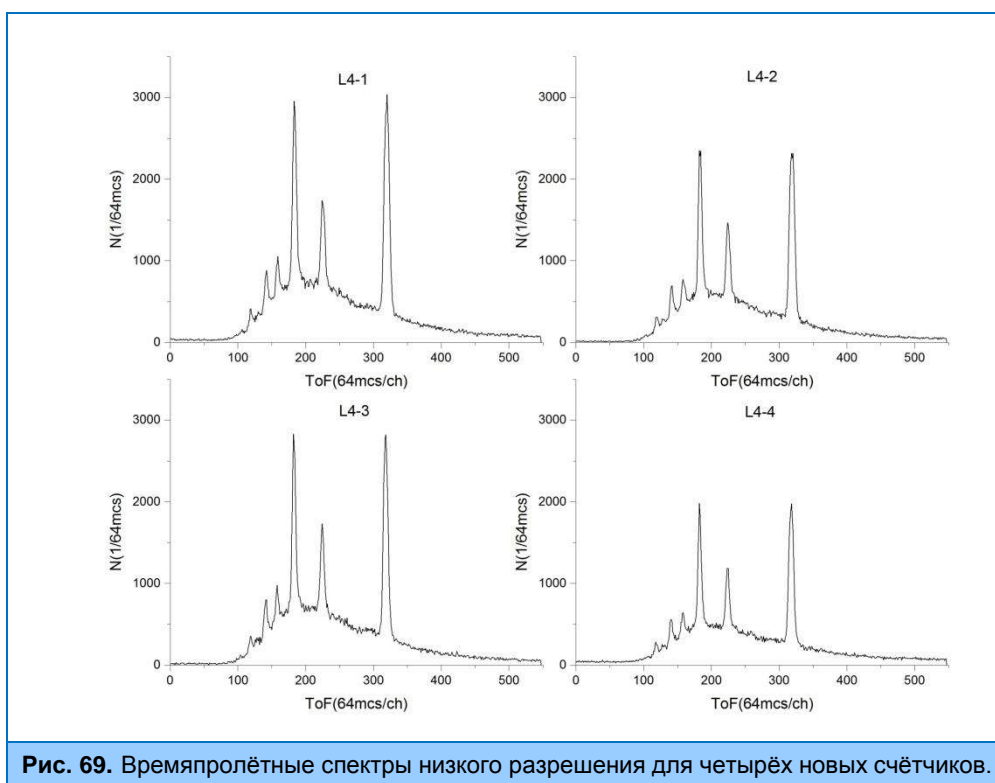


Рис. 69. Времяпролётные спектры низкого разрешения для четырёх новых счётчиков.

Изготовлен и подготовлен к тестированию мониторный двухкоординатный ПЧД. В декабре 2014г. планируется его тестирование и рабочие измерения профилей пучков. Модернизация ПЧД на спектрометре РЕМУР оказалась невозможной без остановки экспериментов на длительный срок, поэтому совместно с заинтересованными физиками было принято решение изготовить новый детектор. Эти работы включены в план 2015 года.

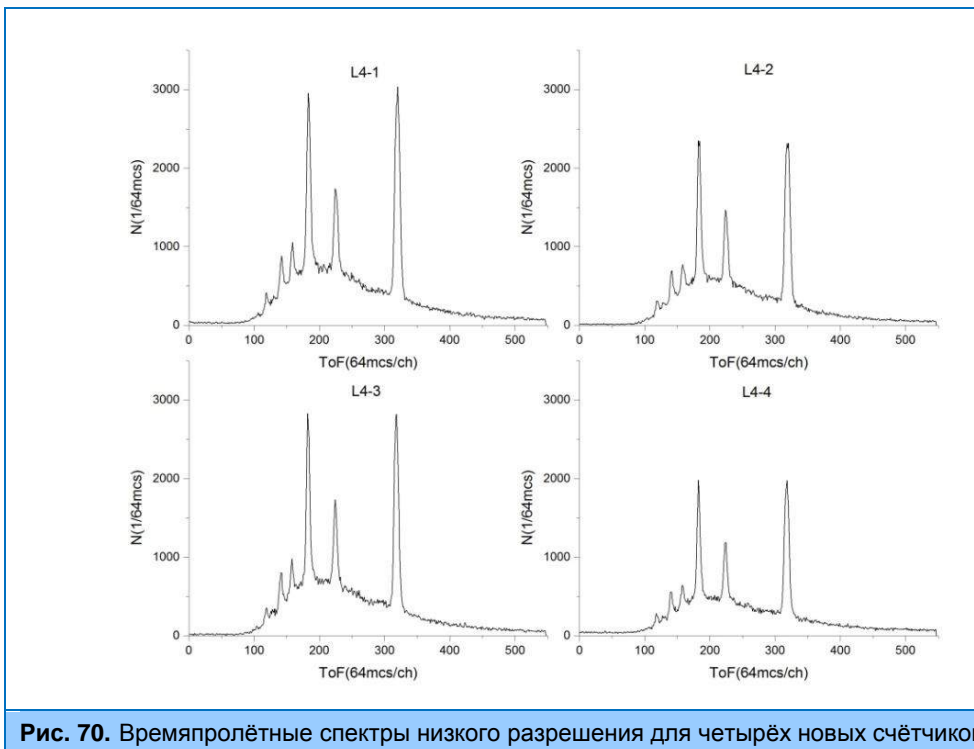


Рис. 70. Времяпролётные спектры низкого разрешения для четырёх новых счётчиков

Криогеника

Для спектрометра НЕРА-ПР создан и введен в эксплуатацию шахтный криостат, работающий в диапазоне температур 6-300К (рис. 71). Криостат содержит криорефрижератор на пульсационной трубке CRYOMECH PT405 и имеет шахту диаметром 70мм для ввода образцов.



Рис. 71. Шахтный криостат для спектрометра НЕРА.

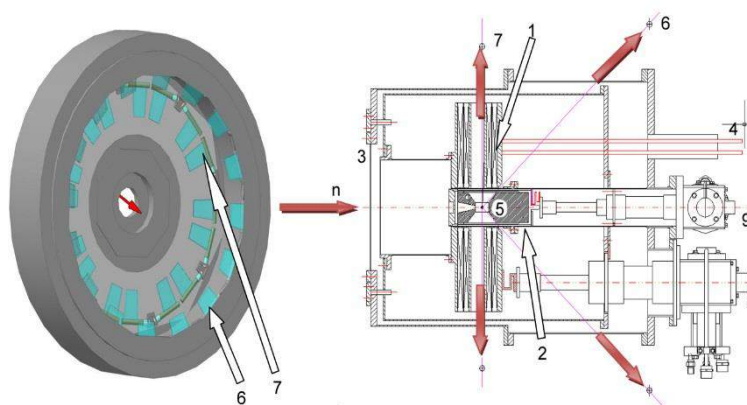


Рис. 72. Предварительная конструкция криостата со сверхпроводящим магнитом и криостатом-вставкой, и дифрактометр DN-12: 1 – сверхпроводящий магнит; 2 – криостат-вставка; 3 – входное окно для нейтронов, оно же окно обратного рассеяния; 4 – тоководы (до 300 А); 5 – камера высокого давления; 6 и 7 – детекторы для рассеянных нейтронов под углами 45° и 90° ; 8 – криорефрижератор RDK408S; 9 – криорефрижератор RDK101D).

1. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Введен в эксплуатацию горизонтальный криостат с криорефрижератором замкнутого цикла SRDK415 для охлаждения камер высокого давления на дифрактометре ДН-6. Получена минимальная температура 4К на камере образца.

Выполнены предварительные расчеты магнитной системы криостата со сверхпроводящим магнитом на ВТСП ленте шириной 12 мм для работы в полях до 4 Тл и изменяемой температурой на образце в диапазоне 5-300К. Разработан и одобрен 40-й сессией ПАК по физике конденсированных сред проект: **"Разработка ДТМ - системы окружения образца для дифрактометра ДН-12 на ИЯУ ИБР-2"**. Проведены предварительные конструкторские работы. Криостат будет иметь загрузочную шахту диаметром 80 мм для загрузки охлаждаемого держателя образца. Конструкция криостата (рис. 72) предусматривает его применение на дифрактометре ДН12. Работы выполняются совместно с ICPE-SA, Бухарест, Румыния.

Использование жидкого гелия и азота в условиях зоны специального допуска на ДН-12 ограничено условиями безопасности персонала, а именно - расположением установки в замкнутом пространстве. По этой причине, а также исходя из геометрического расположения элементов ДН-12, для получения низких температур требуются «криоген-фри» технологии - использование рефрижераторов замкнутого цикла без использования жидких криоагентов.

С целью упрощения тепловой схемы охлаждения магнита, а, следовательно, его конструкции, и снижения эксплуатационных расходов целесообразно использовать в качестве сверхпроводника магнита ВТСП ленту. Для работы магнита из ВТСП ленты достаточна температура охлаждения 20К, которая может поддерживаться с помощью криорефрижераторов без жидкого гелия (например, RDK408S).

Для изменения температуры образца требуется разработка криостата-вставки в магнит. Этот криостат предполагается оснастить держателями и контейнерами камер высокого давления. Камеры давления должны изготавливаться из немагнитных материалов.

Для проведения температурных измерений в зависимости от величины магнитного поля будет использоваться криорефрижератор - RDK101D с конечной температурой ~3К. Для инсталляции магнита на дифрактометре DN-12 потребуется модернизация корпуса дифрактометра, а также ревизия существующего оборудования дифрактометра на предмет обеспечения его работы в магнитных полях.

Системы управления исполнительными механизмами спектрометров ИБР-2

Выполнены модернизация и оснащение датчиками исполнительных механизмов спектрометра ЮМО и РЕМУР. На ЮМО абсолютные угловые многооборотные датчики установлены непосредственно на шаговые двигатели (рис. 73) для индикации линейных перемещений в горизонтальном и вертикальном направлениях стола образцов и платформ трех детекторов. Установка датчиков позволила существенно повысить точность позиционирования образцов и детекторов в пучке нейтронов.

Аналогичным образом на спектрометре РЕМУР абсолютный многооборотный угловой датчик отслеживает положение платформы с детектором. На фурье-дифрактометре ФСД установлен контроллер OSM88RA (ток - до 8А, напряжение - до 72 В), что позволило на порядок (до 1мм/сек) повысить скорость вертикального перемещения стола образцов гониометра Huber.

На строящемся спектрометре нейтронной радиографии и томографии на 14 канале реактора ИБР-2М введена в эксплуатацию система управления исполнительными механизмами на 4 канала управления с возможностью ее дальнейшего расширения до 32. Выполнено подключение к системе гониометрической головки Huber, обеспечивающей 3 оси вращения (2 - горизонтальные и 1 – вертикальную).

1. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Введены в эксплуатацию системы контроля и управления прерывателем и шибером на дифрактометрах ДН-6 и ДН-12, а также монохроматор (рис. 74) на базе двигателя постоянного тока с магнитным датчиком оборотов на спектрометре РЕФЛЕКС.

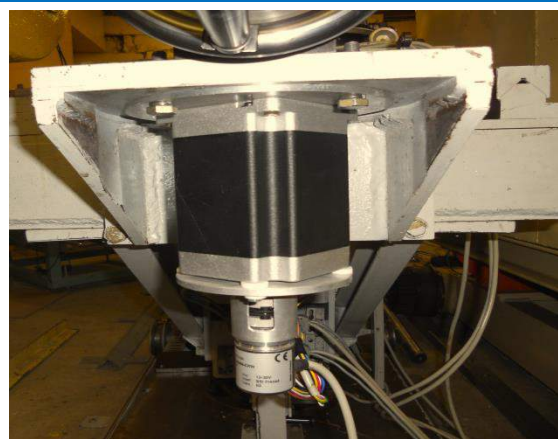


Рис. 73. Двигатель с угловым датчиком MCD1312 стола для горизонтального перемещения образцов спектрометра ЮМО.

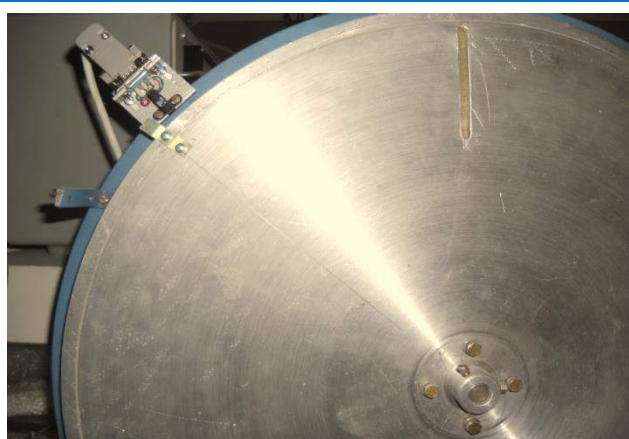


Рис. 74. Монохроматор и система управления на 9 канале реактора ИБР-2.

Системы сбора и накопления данных с комплекса спектрометров ИЯУ ИБР-2.

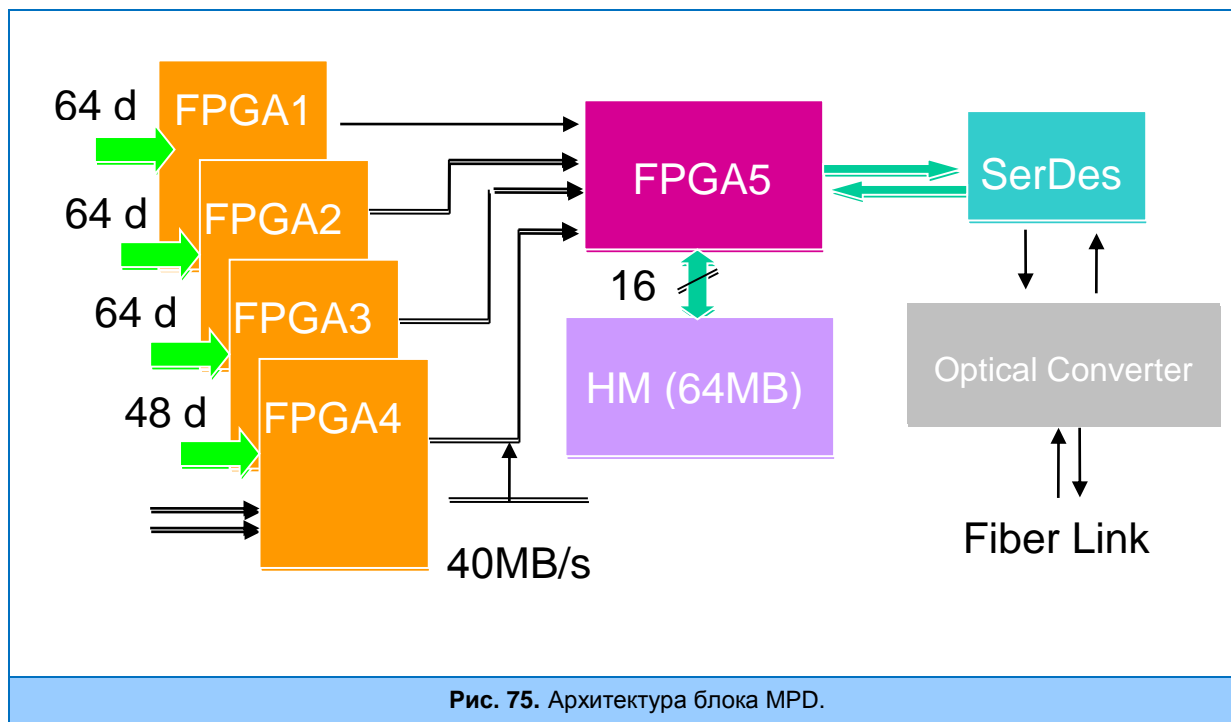
Для комплекса спектрометров ИБР-2 завершено создание нового поколения унифицированных систем сбора и накопления данных с характеристиками, отвечающими мировому уровню. Эти системы установлены на всех спектрометрах, подключаются непосредственно к управляющему PC и обладают гибкостью для быстрой адаптации к любым изменениям условий эксперимента и расширению состава оборудования спектрометров. Выбранная архитектура DAQ-систем хорошо вписывается в сетевую инфраструктуру и обеспечивает простоту и низкую стоимость их постоянной модернизации в соответствии с прогрессом в вычислительной технике и коммуникационных технологиях. Важным отличием этого поколения электроники является отказ от использования стандартов ядерной электроники (CAMAC, VME и др.), которые снижают потенциально достижимое быстродействие из-за необходимости выполнения внутренних протоколов стандарта. К тому же, стоимость «стандартных» электронных блоков существенно выше, т.к. они, в отличие от компьютерных устройств и интерфейсов, не являются массовыми продуктами. Уход от стандарта VME позволил нам также перевести программный комплекс Sonix под управление ОС Windows вместо устаревшей и недружественной операционной системы Os9. И, наконец, новые DAQ-системы на ИБР-2 дают новое качество — возможность накопления сырых данных, что в ряде случаев имеет принципиальное значение.

Системы сбора данных практически всех спектрометров ИБР-2 состоят из 1-2 базовых блоков, один из которых обрабатывает и накапливает данные с одно- и двухкоординатных ПЧД (De-Li-DAQ), а другой — с массива точечных детекторов (MPD). С точки зрения hardware базовые блоки идентичны; задание всех параметров, режимов и алгоритмов работы, специфичных для конкретного спектрометра, реализовано на уровне микропрограмм, которые хранятся и выполняются в программируемых логических матрицах (FPGA) соответствующего блока под управлением PC.

Модуль MPD используется для сбора и накопления данных с газовых и сцинтилляционных счетчиков. В настоящее время новой DAQ-электроникой оснащены все спектрометры ИБР-2. Все указанные DAQ-системы состоят из двух типов блоков — одного

1. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

цифрового (его архитектура показана на **рис. 75**), способного регистрировать и накапливать данные от 1 до 240 точечных детекторных элементов, и нескольких 32-канальных аналоговых блоков, в которых осуществляются прием, дискриминация, преобразование и передача сигналов от предусилителей детекторов в цифровой блок MPD. В аналоговом блоке осуществляется также переход от разъемов LEMO на ленточный кабель.



Блоки используются также для накопления множества гистограмм в коротких интервалах времени для изучения в конденсированных средах переходных процессов в реальном времени на дифрактометре ДН-2 (RTD).

На основе блоков MPD для фурье-дифрактометров ФДВР, ФСД разработан “List-mode” анализатор, для которого в отделе НЭОНИКС создано специализированное программное обеспечение. На этих дифрактометрах выполнены первые эксперименты, в которых проведены одновременные сравнительные измерения дифракционных спектров на существующем анализаторе на базе DSP и новом “List-mode” анализаторе. С помощью разработанного алгоритма восстановлены спектры высокого разрешения, измеренные в режиме “List-mode”, и проведено их сравнение с DSP-спектрами, которое показало, что спектры идентичны. Это свидетельствует о корректности работы новой электроники и разработанных алгоритмов восстановления дифракционных спектров из “сырых” данных (детали см. в отчете по теме 1069).

Для сбора и накопления данных с одно- и двухкоординатных позиционно-чувствительных детекторов на основе многопроводочных пропорциональных камер со считыванием информации с линий задержки предназначены два типа унифицированных электронных блоков нового поколения De-Li-DAQ-1 и De-Li-DAQ-2.

Блок De-Li-DAQ-1 разработан совместно с HZB, Берлин. Он построен на основе цифровых сигнальных процессоров и программируемых логических матриц (FPGA – Field Programmable Gate Array), что позволило реализовать широкие функциональные возможности и достаточно сложные алгоритмы отбора и предварительной обработки событий. Блок имеет внутреннюю гистограммную память емкостью 256 Мбайт и обеспечивает скорость регистрации

1. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

до 10^5 соб./сек. К настоящему времени изготовлено около 50 блоков DAQ, которые вместе с разработанными в ЛНФ ПЧД используются на спектрометрах ИБР-2, в ИЯФ (Ржеж, Чехия) и в ряде российских нейтронных центров (ИФМ УрО РАН, Екатеринбург, РИЦ «Курчатовский институт», Москва и Филиал НИФХИ, Обнинск), а также в HZB, Берлин с детекторами других производителей. Блок устанавливается в свободный слот персонального компьютера, подключается к PC через PCI интерфейс и работает под управлением ОС Windows.

Новый блок De-Li-DAQ-2 включает в себя гистограммную память емкостью 1 Гбайт, которая позволяет накапливать 3-х мерные спектры X-Y-TOF размером $512 \times 512 \times 1024$ 32-разрядных слов, и высокоскоростной интерфейс с оптической линией связи к персональному компьютеру. Связь с PC осуществляются через интерфейс USB 2.0. Блок De-Li-DAQ-2 обеспечивает скорость регистрации более 10^6 соб./сек.

Так же как и MPD, оба блока De-Li-DAQ обеспечивают сбор и накопление данных в двух основных режимах: режим гистограммирования (on-line сортировка и накопление спектров в памяти блока) и списочный режим (list mode), в котором сырые данные накапливаются непосредственно на диске компьютера.

Следует отметить, что описанные выше DAQ-блоки являются только частью электроники систем сбора данных, с которой непосредственно работают физики. В течение последнего времени была модернизирована примерно половина аналоговой электроники спектрометров, которая, как правило, от них «скрыта» – это предусилители, формирователи, дискриминаторы, источники питания, кабели, разъемы и т.п. для нескольких сот измерительных каналов.

Программное обеспечение и локальная вычислительная сеть

Системы управления всех спектрометров ИЯУ ИБР-2 модернизированы с заменой управляющего компьютера в стандарте VME на PC. При этом, использующийся ранее управляющий программный комплекс Sonix, заменен на Sonix+, адаптированный к измененному в ходе модернизации составу оборудования спектрометров (новые детекторы, исполнительные механизмы, системы окружения образца, цифровая электроника и др.).

В ходе этих работ были значительно расширены возможности программного инструментального комплекса Sonix+:

- Добавлены новые модули для управления всеми контроллерами, разработанными в ЛНФ (MPD, De-Li-DAQ-2) или приобретенными на коммерческой основе (для управления шаговыми двигателями, гониометрами, нагрузочными машинами, нагревателями, рефрижераторами, высоковольтными источниками питания и т.д.), которые используются в составе оборудования спектрометров. Для DAQ-контроллеров помимо режима гистограммирования, реализован режим накопления сырых данных.
- Разработан и внедрен новый, более простой и удобный унифицированный графический интерфейс (GUI), включающий как управление экспериментом, так и визуализацию данных со всех используемых детекторов (точечные детекторы, 1D и 2D ПЧД). Новый GUI создан на основе PyQt и библиотеки matplotlib.
- Предложен общий подход к созданию программ юстировки (настройки) спектрометров. На основе этого подхода были разработаны и внедрены программы юстировки на рефлектометрах (РЕМУР, РЕФЛЕКС, ГРЕЙНС), а также на спектрометрах ЮМО и ЭПСИЛОН (пример работы программ показан на **рис. 76**). Одна из версий программы используется на спектрометрах Дн-6 и Дн-12 в качестве пользовательского интерфейса для управления экспериментом.
- Предложен подход к созданию программ ведения рабочего журнала измерений. Создан первый вариант, который успешно эксплуатируется на спектрометре ЮМО.

1. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Выполнен перевод всех компонентов Sonix+ под Microsoft Visual Studio 2008 и версию языка Python 2.6.

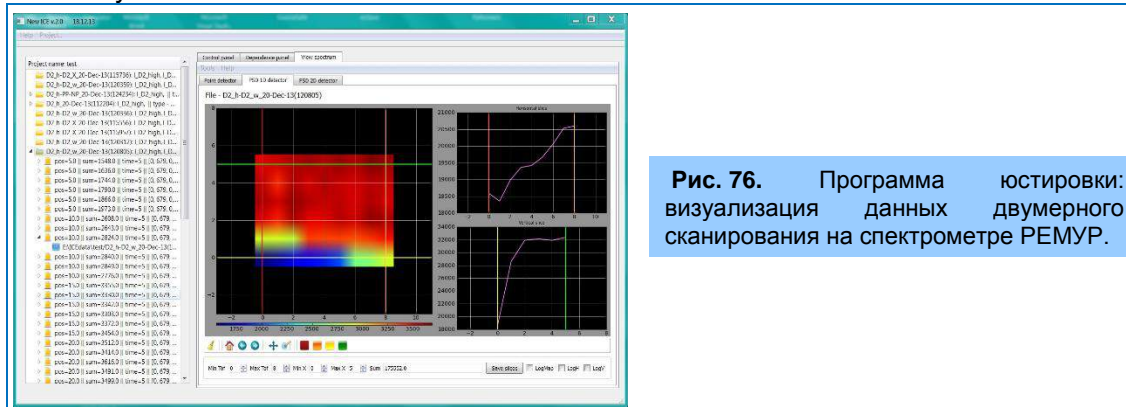


Рис. 76. Программа юстировки: визуализация данных двумерного сканирования на спектрометре РЕМУР.

Радикально переработана с учетом опыта эксплуатации и пожеланий пользователей система удаленного слежения за экспериментом WebSonix. Основные результаты модернизации – улучшение пользовательского интерфейса, а также повышение надежности и защищенности системы за счет использования современных веб технологий. Существенно дополнен справочный раздел системы на русском и английском языках.

Усовершенствовано программное обеспечение системы контроля состояния холодного замедлителя.

Начата практическая эксплуатация центрального файл-сервера ЛНФ Supermicro 6047. Предложение по организации на его основе централизованного отказоустойчивого сетевого хранилища данных, измеренных на спектрометрах ИБР-2, было выдвинуто целым рядом физических групп. Такой подход обеспечивает:

- автоматическую передачу экспериментальных данных;
- постоянную доступность данных;
- систему резервирования данных, при отказе жестких дисков на управляющем компьютере спектрометра;
- регламентацию прав доступа к данным средствами авторизации на сервере.

Все сервисы сервера настроены как единая система, которая организует сетевое хранилище и обеспечивает его функционирование. Для обеспечения доступа к данным были выбраны протоколы sftp и samba, которые обеспечивают шифрование паролей пользователей.

К скрипту записи данных на сервер был выдвинут ряд требований, выполнение которых обеспечивает надежность и безопасность хранилища:

- скрипт должен быть интегрирован в общую систему проведения экспериментов Sonix+;
- при записи данных на сервер он должен копировать структуру экспериментальных данных на управляющем компьютере спектрометра, а также обеспечивать запись промежуточных состояний файлов, если они изменяются во время эксперимента;
- скрипт должен быть максимально изолирован от общей системы;
- в системе должен вестись подробный журнал (лог) всех процессов, происходящих при записи данных на сервер.

Тестирование первой версии проводилось в течение ряда измерительных циклов реактора на спектрометрах ФСД, ФДВР и СКАТ. При этом особое внимание уделялось обеспечению бесперебойности измерений при возможных сбоях передачи данных на сервер. Проверка, в целом, показала достаточную надежность системы. В дальнейшем планируется

1. НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

обеспечить авторизацию пользователей хранилища данных через общую систему авторизации ЛНФ, а также разработку дополнительных сервисных средств для удобства работы с хранилищем.

Технические характеристики сервера приведены в отчете за 2013г. В дополнение к исходной конфигурации сервера были приобретены и установлены рейд-контроллер SAS2108 и 8 блоков оперативной памяти по 4 Гбайта каждый, которые используются как кэш-буфер. Общая полезная емкость хранилища составляет 58 Тбайт.

Появились активные пользователи на новом вычислительном сервере на базе платформы Supermicro SYS-6017R-TDAF с двумя CPU Intel Xeon, дисковой памятью 16 TByte и операционной системой Linux.

Решены основные задачи по развитию сети ЛНФ (рис. 77):

- в магистральных каналах сети осуществлён переход на скорость 10 Гбит/сек;
- обеспечена возможность работы конечных пользователей на скорости до 1Гбит/сек в основных сегментах сети;
- завершено создание сети WiFi в основных зданиях Лаборатории и экспериментальных залах ИБР-2;
- обеспечена бесперебойная работа всего сетевого оборудования как на спектрометрах ИБР-2, так и в офисах персонала ЛНФ.

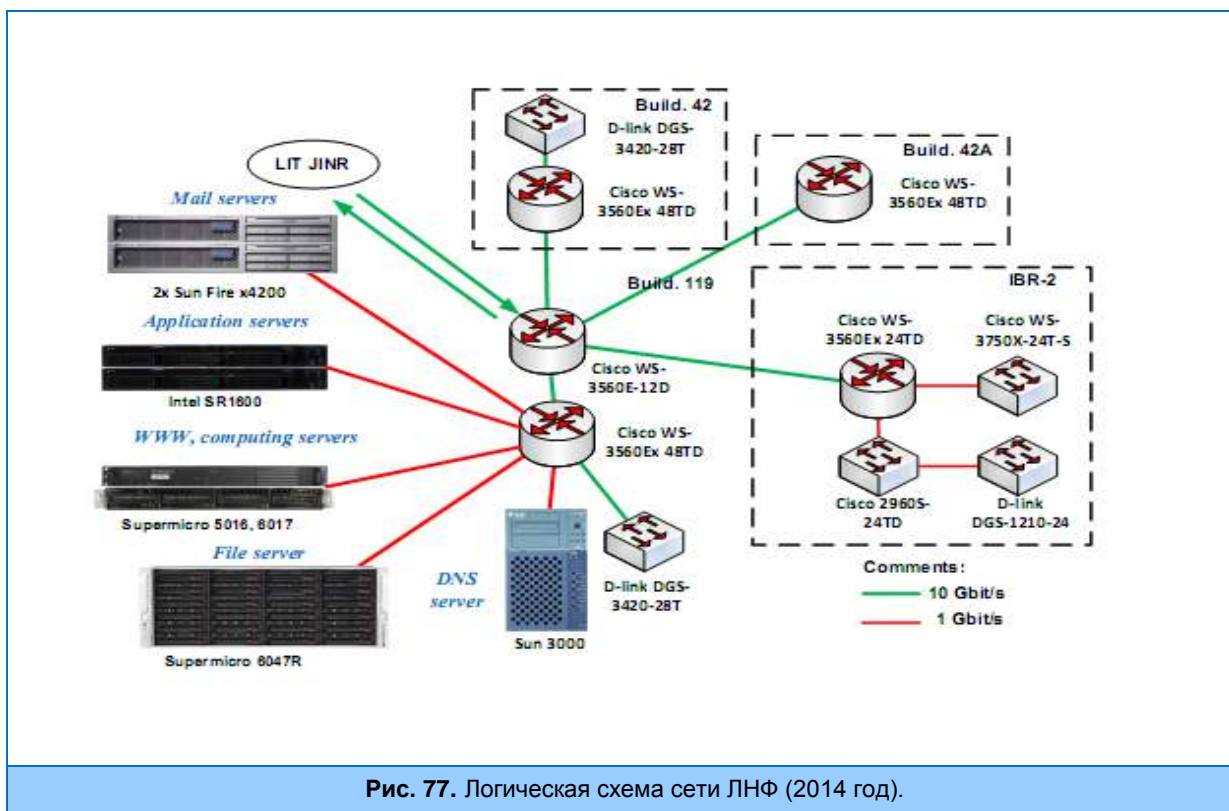


Рис. 77. Логическая схема сети ЛНФ (2014 год).