

3. КОМПЛЕКС СПЕКТРОМЕТРОВ ИБР-2 И КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Работы по теме велись в соответствии с проектами ЛНФ – ИВК, ФСД, СПН и ВМВФ – ECS, Detectors, YuMO, Texture и др. Основные направления работ:

1. развитие информационно-вычислительной инфраструктуры;
2. создание систем сбора данных и управления спектрометрами;
3. развитие комплекса спектрометров ИБР-2:
 - автоматизация спектрометров и развитие систем «окружения образца»;
 - создание нейтронных детекторов;
 - создание нейтронно-оптических систем;
 - текущая эксплуатация спектрометров.

Локальная вычислительная сеть. Локальная вычислительная сеть (ЛВС) начала создаваться более 10 лет назад. Первоначально сеть состояла из нескольких сегментов, объединенных при помощи репитеров и мостов. С 1996 г. ведется планомерная модернизация сети, основными направлениями которых являются перевод кабельной сети на скрученные пары, установка в сегментах сети коммутаторов 2-го уровня и переход на технологию Fast Ethernet.

На данный момент в сеть ЛНФ включены около 500 различных устройств; их количество продолжает увеличиваться. Постепенный переход пользователей сети на технологию Fast Ethernet увеличил нагрузку на каналы между зданиями лаборатории. В сеть ЛНФ включены вычислительные системы, работающие под управлением большого количества разнообразных операционных систем. Коммуникации между пользователями сети осуществляются с использованием практически всех распространенных в настоящее время протоколов. Среди пользователей сети можно выделить небольшое количество относительно независимых рабочих групп, каждая из которых работает с вычислительной системой конкретной установки. В то же время, все пользователи сети используют общие ресурсы центрального вычислительного комплекса ЛНФ, такие как подсистемы хранения данных, электронной почты, WWW и другие.

Исторически сложившаяся звездообразная структура коммуникаций и отсутствие интеллектуальных устройств управления не позволяют оптимально распределить потоки данных между потребителями. В то же время, эксперименты, проводимые на установках ЛНФ, переводятся на распределенную модель хранения и обработки данных, что также увеличивает нагрузку на ЛВС. Политика удаленного управления экспериментом, все более широко применяемая на крупных физических установках, выдвигает значительно более жесткие требования к таким параметрам сети, как время транспортировки пакетов и процент потерь.

Главные текущие проблемы:

- отсутствие свободных IP адресов;
- большой широковещательный трафик (~30% от общего трафика ЛВС) не фильтруется коммутаторами и обрабатывается каждым узлом сети;
- любая неправильно настроенная или пораженная вирусом рабочая станция способна затруднить, если не парализовать, работу всего сегмента;
- затруднены локализация и устранение неисправностей в узлах сети.

Для решения вышеперечисленных проблем в 2001 г. разработан проект модернизации инфраструктуры опорных сегментов и ключевых элементов ЛВС. При проектировании сети следующего поколения рассматривались следующие требования:

- *Отказоустойчивость* – топология сети позволяет ей оставаться в работоспособном

состоянии при выходе из строя отдельных элементов, автоматическое включение резервных или обходных путей следования данных;

- *Управляемость* – оперативное управление конфигурацией сети, возможность изменения логической структуры сети без изменения её физической топологии;
- *Управление качеством обслуживания* - гарантированная полоса пропускания для определённых абонентов и сетевых приложений, гарантированная задержка на ответную реакцию, предсказуемый процент потерь пакетов, возможность оперативного анализа трафика с целью оптимизации потока данных и качества предоставляемого сервиса, пропускная способность сети более 100Мбит/сек и более 1Мпакетов/сек (1-й этап) и до 1 Гбит/с (2-йэтап);
- *Защищённость* – защита подключённых узлов от внешних и внутренних атак;
- *Модульность* – простота дальнейшего расширения сети, возможность применения новых сетевых технологий.

Также учитывалась сложившаяся физическая топология каналов связи между зданиями Лаборатории (8 зданий в радиусе 1км.), а также сложность прокладки новых коммуникаций между зданиями, в помещениях реакторов и экспериментальных залах.

Для реализации 1-го этапа проекта в текущем году в двух сегментах сети осуществлен переход на стандарт Fast Ethernet 100 Mbit (здания 42a – отдел НЭОНИКС и 42 – отдел НЭОФЯ). В здании 42a установлен и введен в эксплуатацию коммутатор Catalyst 2924XL (CISCO), что позволило увеличить надежность и скорость передачи данных в сегменте НЭОНИКС. Заключен также контракт на приобретение маршрутизирующего коммутатора 3-го уровня (CISCO router 8510) и выполнены подготовительные работы по его установке. Ввод в эксплуатацию маршрутизатора планируется в начале 2002 года.

Для модернизации сети выбрана двухуровневая схема. Вся сеть ЛНФ разбивается на распределенные виртуальные подсети (VLANs). Каждая подсеть представляет собой домен 2-го уровня с наложенной подсетью IP. Такая организация позволит до минимума ограничить размер широковещательного домена и уменьшить объемы паразитного трафика. Следует заметить, что применяемая технология позволит формировать группы пользовательских устройств вне зависимости от их географического расположения. Формирование VLAN осуществляют коммутаторы Ethernet / Fast Ethernet, обеспечивающие пользовательский уровень (access layer) сети. Функции ядра сети (core layer) выполняются на коммутаторе 3-го уровня модели ISO. Ядро обеспечивает маршрутизацию пакетов между подсетями Лаборатории, а также обеспечивает доступ в опорную сеть Института. Для связи между центральными и пользовательскими коммутаторами используются существующие в настоящий момент оптические магистрали.

Построенная по такой схеме сеть позволит, не меняя физических интерфейсов, поднять реальную пропускную способность сети на 50-60%. Встроенные механизмы управления и анализа трафика позволят оперативно расширять узкие места сети и определять причины влияющие на её медленную работу. Богатые возможности управления качеством сервиса, обеспечиваемые коммутаторами 3-го уровня, позволяют гарантировать надёжность доставки данных и обеспечивать гарантированную полосу пропускания для наиболее важных сетевых приложений. Появляется возможность дальнейшего расширения сети без изменения логической структуры – коммутация на 3 уровне позволяет легко увеличивать количество маршрутизируемых сетей IP и IPX, применять технологию трансляции адресов для улучшения защиты от внешних атак и более эффективного использования адресного пространства.

Системы сбора данных. В течение года были модернизированы детекторные системы на ряде спектрометров. В частности, разработаны, изготовлены и отестированы

новые низкошумящие электронные блоки для детектора “NEW” на ЮМО, выполнена наладка 32-канального детектора на СПН, полностью заменена детекторная электроника на КДСОГ, в состав ДН-2 включён линейный ПЧД с резистивной нитью.

На спектрометре Эпсилон введена в эксплуатацию унифицированная VME-система сбора данных, в которой кроме стандартного набора функций, при помощи электроники выполняется также коррекция времени пролёта нейтронов (временная фокусировка).

Изготовлен и отлажен с программным генератором событий второй TDS/DSP блок сбора данных с PCI интерфейсом для MSGC детектора (ИГМ, Берлин). В одном таком блоке обрабатываются события с двух сопряженных плоскостей детектора, расположенных по обе стороны нейтронного конвертора. Блок состоит из четырех 8-канальных время-цифровых преобразователей типа F1 (Acam), различных типов FIFO памяти, программируемых логических матриц, гистограммной памяти емкостью 256Мбайт, высокопроизводительного сигнального процессора TMS320C6701 и PCI-интерфейса. Для каждого события измеряются X,Y координаты (по сигналам с обоих концов линий задержки), время пролета (TOF) и амплитуда сигналов (PH). В DSP выполняются он-лайн калибровка и преобразование X/Y/TOF/PH данных в двумерные спектры (например, 2 θ /TOF). Эти данные накапливаются в гистограммной памяти и в конце измерений передаются в PC для дальнейшей обработки. В настоящее время этот блок используется в ЛНФ для разработки и отладки программного обеспечения.

Выполнена наладка мультипроцессорного модуля (четыре DSP TMS320C51), предназначенного для вычисления корреляционной функции и гистограммирования данных с ZnS сцинтилляционного детектора на установке ФСД.

Продолжились работы по развитию и постановке на спектрометры унифицированного программного комплекса SONIX для систем сбора данных, в частности:

- пакет SONIX поставлен на спектрометры СПН и Эпсилон;
- разработана программа МАКС для он-лайн визуализации и экспресс-анализа данных (установлена на ДН-2, СПН и Эпсилон);
- подготовлена и испытана на СКАТ новая версия SONIX с автоматическим перезапуском измерений в случае зависаний в системе или сети (сейчас эта версия переносится на другие спектрометры);
- испытан сетевой VME контроллер со скоростью передачи данных до 100 Мбит/с (планируется его установка на ЮМО).
- испытана новая версия 2.15 сетевого пакета ISP для OS-9, показавшая более высокую устойчивость в работе.

На базе пакета Open G2 ведется разработка программы по редукции данных точечных детекторов спектрометра ЮМО с автоматическим учетом геометрических параметров установки.

Выполнен большой объем работ по поддержке и развитию веб-сервера ЛНФ.

Начаты работы по освоению мезонинных технологий с целью их использования в системах сбора данных.

Развитие и текущая эксплуатация комплекса спектрометров ИБР-2. *Развитие систем «окружения образца».* Продолжено развитие «систем окружения образца»:

- в состав спектрометров введены новые исполнительные механизмы, адаптированные под существующие системы управления шаговыми двигателями;
- продолжена работа по сертификации существующих устройств: печей, головок рефрижераторов и т.п. для создания базы данных устройств управления и регулирования температуры на спектрометрах ФДВР, ФСД, СПН, ЮМО, ДН2 и

рентгеновском дифрактометре ДРОН;

- выполнены исследовательские работы по подключению двух элементов управления: нагревателя и рефрижератора к одному регулятору Eurotherm типа 902S и 906S. Результаты данной работы используются на дифрактометре ДРОН. Точность системы регулирования составила +/- 0,03 градуса;
- укомплектован и введен в эксплуатацию второй канал контроля температуры печи отжига в комнате для подготовки образцов;
- выполнена разработка и заканчивается изготовление криостата КГУ до 4.2 К на основе рефрижератора RGD-1245.

Создание нейтронных детекторов. Методические исследования, проведенные в Лаборатории нейтронной физики в 1998-2000 годах, позволили разработать новый тип широкоапертурных сцинтилляционных детекторов для дифрактометров высокого разрешения. К настоящему времени два экспериментальных образца детекторов, построенных на базе сцинтилляционного экрана ZnS(Ag)/LiF и спектросмещающих волокон, в течение года проходят опытную эксплуатацию на фурье-дифрактометре для анализа внутренних напряжений (FSD). Детекторы используются для исследования напряжений в образцах корпуса реактора по заданию Минатома РФ.

В ближайшие годы детекторами нового типа, позволяющими резко повысить эффективность исследований на времяпролетных дифрактометрах, должны быть оснащены дифрактометр ФСД и спектрометр для исследования микрообразцов при высоких давлениях (DN-12).

К настоящему времени проведено необходимое моделирование установки и разработана 3-х мерная модель детектора установки ФСД. Начато изготовление узлов детектора.

Продолжались работы по созданию «Чистой комнаты» и газового стенда для сборки газовых детекторов.

Создание нейтронно-оптических систем. В отчетном году начаты работы по созданию технологии изготовления основных элементов нейтроноводов - стеклянных нейтроноводных секций с металлическим тонкопленочным покрытием на основе стекла FLOATGLASS:

- отлажено и запущено в работу оборудование для резки стекла на основе фрезерного станка с алмазными фрезами; изготовлена пробная партия из четырех стеклянных пластин;
- закуплена опытная партия флоат-стекла 19 мм «Планилюкс» фирмы Saint-Gobain;
- запущена в опытную эксплуатацию установка вакуумно-термического напыления со следующими параметрами:
 - объем вакуумной камеры - 1 м³;
 - количество и размеры одновременно напыляемых стекол – 2 стекла по 750x300 мм²;
 - вакуум в режиме напыления – 9×10^{-6} мм.рт.ст;
 - нагреватели – 2 вольфрамовых стержня \varnothing 3 мм и длиной 1000 мм;
 - максимальная температура нагревателя - 2000 С;
 - температура подогрева подложки – 215 С;
 - охлаждение кожуха камеры – водяное;
 - распыляемый материал – Ni, NiCr в виде проволоки \varnothing 0.3-0,5 мм;
 - потребляемая мощность в режиме напыления – 2 кВт.
- проведено пробное напыление природного Ni на флоат-стекло размерами 210x80 мм.

Модернизация спектрометров. Основные усилия по развитию спектрометров были сконцентрированы на: SPN, YuMO, FSD и DN-12.

Модернизация спектрометра поляризованных нейтронов (SPN)

Программа модернизации SPN в 1999-2002 состоит из следующих этапов:

- демонтаж старого оборудования, изготовление и установка новой головной части и рефлектометрического плеча СПН-2;
- создание и внедрение новой широкоапертурной поляризационной техники ;
- создание и внедрение новой системы сбора и накопления данных, а также управления спектрометром в стандарте VME;
- автоматизация экспериментов и расширение диапазона магнитного поля и диапазона температур в системах окружения образца.

Главные результаты в 2001 году:

- выполнены демонтаж и установка оборудования новой головной части;
- изготовлен юстировочный столик для анализатора поляризации;
- проведена модернизация системы управления исполнительными механизмами для увеличения количества устройств управления до 32;
- разработано техническое задание на поляризатор малоугловой моды спектрометра.
- в состав спектрометра введены автоматически регулируемые диафрагмы, заслонка и поляризаторы для отдельных измерительных режимов, широкоапертурный спин-флиппер и другие элементы управления физической установкой на базе шаговых двигателей;

Модернизация малоуглового спектрометра (YuMO)

Проведены первые успешные эксперименты в длительном режиме с окончательным вариантом электроники VME.

Продолжена работа по автоматизации систем управления исполнительными механизмами:

- разработана система управления устройством создания давления на образце на базе двигателя УР-7;
- выполнены конструкторские работы по созданию устройств ввода стандартных рассеивателей в пучок на базе шагового двигателя ДШИ-200, четыре устройства введены в состав системы исполнительных механизмов.
- проведена модернизация системы управления исполнительными механизмами для увеличения количества устройств управления до 32;
- начато проектирование устройства перемещения и юстировки ПЧД детектора.

Нейтронный фурье-дифрактометр (FSD) для анализа внутренних напряжений

Главные результаты в 2001 году:

Продолжена работа по разработке и изготовлению 90-градусного детектора:

- созданы и испытаны экспериментальные образцы детекторов на базе сцинтилляционных экранов ZnS(Ag)/Li⁶F с оптимизированной оптической ловушкой;
- разработаны компьютерная модель и технический проект широкоапертурного 90-градусного сцинтилляционного (ZnS) детектора ASTRA;
- ведется изготовление и сборка первой секции (8 счетчиков) детектора ASTRA.

Изготовлен первый вариант стола образца с 3-х координатным гониометром и поворотным кольцом. Отлажена аппаратура и программное обеспечение для позиционирования образца.

Рассчитаны спектральные распределения интенсивности нейтронов на месте образца для трех различных геометрий замедлителя – нейтронорода. Подготовлен отчет.

Нейтронный спектрометр для исследования микрообразцов при высоких давлениях (DN-12)

В 2001 году были выполнены следующие работы по модернизации спектрометра:

- создан участок загрузки камер высокого давления;
- разработана, изготовлена и проградуирована камера высокого давления типа «Тороид».

Краковско-Дубненский спектрометр обратной геометрии (KDSOG-M)

Спектрометр KDSOG-M был создан в 1982 году на 10 канале реактора ИБР-2 для исследования атомной и магнитной динамики конденсированных сред методом неупругого рассеяния нейтронов.

В 2001 году была проведена модернизация детекторной системы. Изготовлены предусилители, блок высоковольтного питания, преобразователи NIM-TTL механические элементы детектора и 60 гелиевых счетчиков. Комплект аппаратуры модернизированного детектора смонтирован и отлажен на спектрометре.

Измерения ННРН на ванадии (**рис.1**) показали, что светосила спектрометра увеличилась примерно в 2 раза только за счет увеличения эффективности регистрации рассеянных нейтронов. Существенно повысилась чувствительность спектрометра (соотношение сигнал/фон), что важно для измерения малых или слабо рассеивающих образцов.

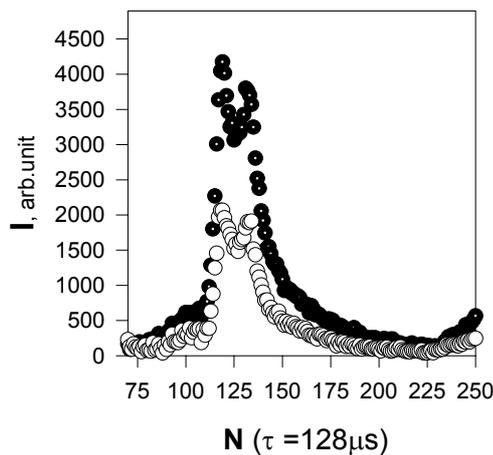


Рис.1. Времяпролетные спектры ННРН на ванадии, измеренные за 10 часов в одинаковых экспериментальных условиях: ● - новые детекторы, ○ - старые детекторы

В текущем году обеспечена подготовка и обслуживание оборудования спектрометров для проведения экспериментов в 8 циклах работы реактора ИБР-2.