



НАУКА СОПРУЖЕСТВО ПРОГРЕСС

ЕЖЕНЕДЕЛЬНИК ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
Газета выходит с ноября 1957 года ♦ № 10-11 (3698-3699) ♦ Пятница, 19 марта 2004 года

● Сообщение в номер

Собраны 86 мюонных камер

Сотрудники Лаборатории ядерных проблем – участники сооружения мюонной системы установки ATLAS/LHC 4 марта успешно завершили сборку всех 86 мюонных камер – основного элемента мюонной системы установки ATLAS. Камеры размером 1,6 x 3 м² и общей площадью свыше 400 квадратных метров собраны из 25000 отдельных дрейфовых трубок, также произведенных в ОИЯИ. Несмотря на значительные размеры, данные камеры

относятся к разряду современных высокоточных координатных трековых детекторов, собранных с точностью не хуже 20 микрон. Каждая камера оснащена оптикоэлектронной системой непрерывного контроля уровня механических деформаций, что позволяет реализовать указанную точность в условиях механических и термических деформаций.

Тем самым пройден важный этап в выполнении международных

обязательств ОИЯИ перед ЦЕРН и сотрудничеством ATLAS. Впереди последний перед отправкой в ЦЕРН этап работы – оснащение камер всеми необходимыми для надежной работы системами (газораспределения, высоковольтного питания и электроники считывания, а также температурными датчиками) и их комплексная проверка. Интенсивные работы по завершению сборки и испытания мюонных камер продолжаются и должны быть завершены в 2004 году.

**А. Г. ОЛЬШЕВСКИЙ,
Н. А. РУСАКОВИЧ,
Г. А. ШЕЛКОВ**

ИБР-2: 20 лет на службе науки

Уникальная идея – уникальная машина

9 февраля исполнилось 20 лет со дня сдачи в эксплуатацию уникального реактора ИБР-2.

Идея импульсного реактора на быстрых нейтронах ИБР была предложена Д. И. Блохинцевым в 1955 году и реализована в ЛНФ ОИЯИ в 1960-м. Позднее, в 1961 году великий физик Нильс Бор, увидев эту машину в действии, сказал: «Я восхищен мужеством людей, решившихся на сооружение такой замечательной установки!»

Эта уникальная находка Д. И. Блохинцева получила свое развитие в новом мощном реакторе ИБР-2, который был запущен в эксплуатацию в 1984 году и успешно работает до сегодняшнего дня на физический эксперимент. Главным конструктором ИБР-2 был Н. А. Доллежал (НИКИЭТ), научным руководителем – Д. И. Блохинцев, а после его смерти – И. М. Франк.

Параметры ИБР-2 уникальны: средняя мощность невелика – всего 2 МВт, зато мощность в импульсе 1500 МВт! Длительность импульса – 220 мкс, а частота их следования 5 Гц. «Изюминкой» реактора является модулятор реактивности или подвижный отражатель (основной и дополнительный). Основной вращается около активной зоны из двуокиси плутония со скоростью 1500 об/мин,

дополнительный – со скоростью 300 об/мин. При их одновременном совпадении около неподвижной активной зоны реактор на короткое время становится надкритическим по мгновенным нейтронам (чего никогда не бывает в обычном стационарном реакторе) и развивается гигантский нейтронный импульс. При этом поток нейтронов в импульсе составляет 10^{16} н/см²·с, чего не могут достигнуть стационарные реакторы мощностью даже в 50–100 МВт.

В 60-е годы в мире было несколько амбициозных проектов подобного рода (США, Евроатом), но ни одна страна так и не решилась на сооружение реактора типа ИБР. Поэтому ИБР-2 остается единственным в мире импульсным реактором периодического действия.

Сегодня ИБР-2 – единственный исследовательский реактор на территории Российской Федерации, включенный в 20-летнюю стратегическую программу развития нейтронных исследований в Европе. Ежегодно на реакторе проводится около 150 экспериментов, в реализации которых участвуют специалисты из более чем 30 стран мира. Основную часть научной программы составляют фун-

даментальные и прикладные исследования в области физики твердого тела и жидкостей, химии, биологии, материаловедения, наук о Земле. Кроме того, на ИБР-2 активно развиваются исследования в области ядерной физики и прикладные работы.

В 1971 году создатели первого реактора ИБР были удостоены Государственной премии СССР.

В 1996 году была присуждена премия Правительства РФ за работу «Высокопоточный импульсный исследовательский реактор ИБР-2».

В 2000 году физики, работающие на ИБР-2, включены в состав коллектива, удостоенного Государственной премии РФ за разработку и реализацию новых методов структурной нейтронографии по времени пролета.

**В. Д. АНАНЬЕВ,
главный инженер ИБР-2,
А. В. БЕЛУШКИН, директор ЛНФ**

Общелабораторный семинар, посвященный юбилейной дате, состоится в ЛНФ 25 марта в 11.00. С научными докладами выступят Е. П. Шабалин и В. Л. Аксенов.

Спецвыпуск, подготовленный Ольгой ТАРАНТИНОЙ, читайте на 3–14 стр. еженедельника.

Наш адрес в Интернете – <http://www.jinr.ru/~jinrmag/>

АТЛАС:

восемь дубненских модулей
весом 220 тонн спущены
на глубину 100 метров

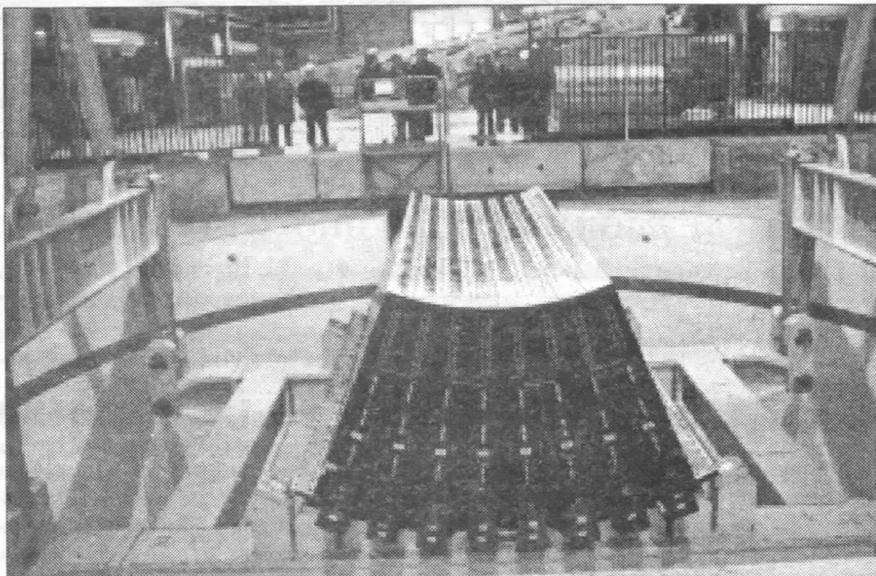
1 марта первая часть всей установки АТЛАС – 8 модулей центральной баррельной составляющей тайл-калориметра с опорой, на которой будет собираться весь калориметрический комплекс, опущена в «пещеру» (так физики называют огромный зал, расположенный на стометровой глубине). Там, где находится орбита двух протонных пучков женецкого коллайдера, будут собраны все системы АТЛАСа. Но дубненцы стали первыми.

10 лет назад большая группа ученых и специалистов ОИЯИ включилась в работу по созданию адронного калориметра. В эти дни, с опережением на два месяца графика подземной сборки, завершена очередной важный этап международного сотрудничества, в котором одна из ведущих ролей принадлежит ОИЯИ. Еще раз подтверждена высокая репутация Института как надежного партнера в решении самых сложных научно-технических задач.

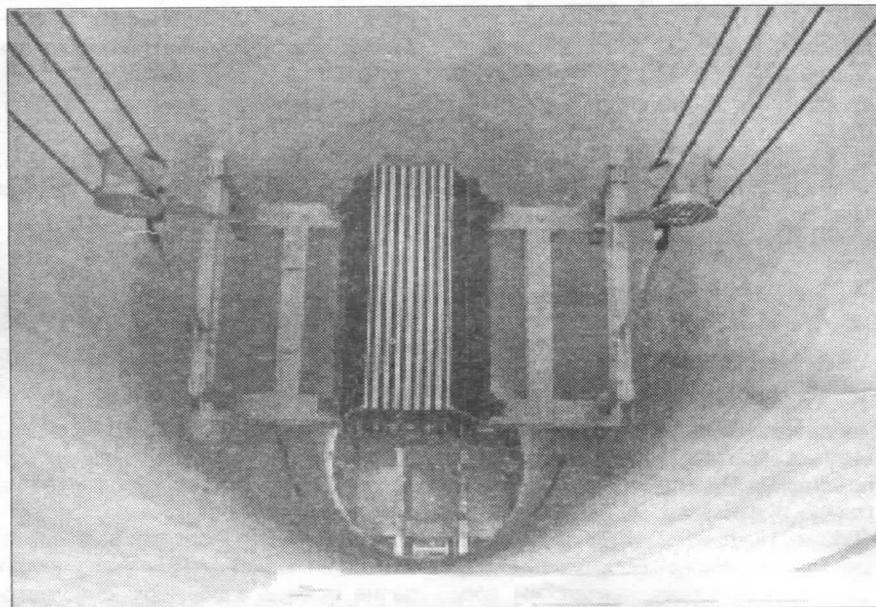
Восемь дубненских модулей – фрагмент адронного коллайдера с удерживающими их фермами готовы к спуску (фото 1).

Могучие краны бережно спускают 220-тонные модули на глубину 100 метров (фото 2).

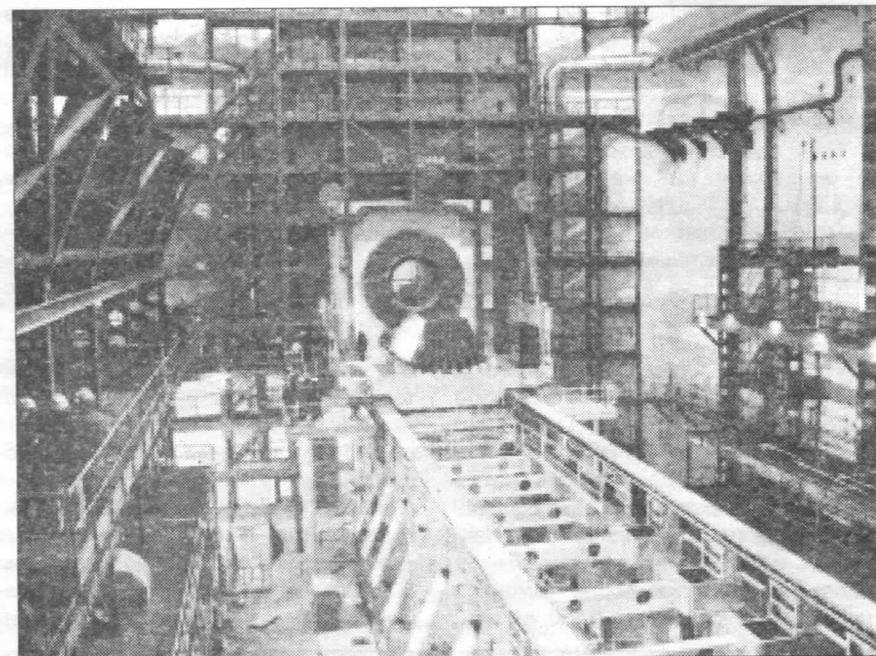
Фрагмент центральной части барреля тайл-калориметра установлен в «пещере» на оси пучков (фото 3).



● 1



● 2



● 3



НАУКА
СОВЕРШЕСТВО
ПРОГРЕСС

Еженедельник Объединенного
института ядерных исследований

Регистрационный № 1154
Газета выходит по пятницам
Тираж 1020
Индекс 55120
50 номеров в год

Редактор Е. М. МОЛЧАНОВ

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

141980, г. Дубна, Московской обл., ул.
Франка, 2.

ТЕЛЕФОНЫ:

редактор – 62-200, 65-184
приемная – 65-812
корреспонденты – 65-181, 65-182,
65-183.

e-mail: dnsp@dubna.ru

Информационная поддержка –
компания КОНТАКТ и ЛИТ ОИЯИ.

Подписано в печать 18.3 в 13.00.

Цена в розницу договорная.

Газета отпечатана в Дубненской типо-
графии Упрполиграфиздата Московской
обл., ул. Курчатова, 2а. Заказ 79.

В. Д. АНАНЬЕВ, главный инженер ЛНФ

Двадцать лет на службе науки

9 февраля 1984 года реактор ИБР-2 был принят в постоянную эксплуатацию. Этому историческому событию в жизни ОИЯИ и ЛНФ предшествовали длительные исследования во время физического и энергетического пуска с 1977 по 1984 годы.

Приемку реактора выполняла Государственная комиссия, которую возглавлял А. М. Петросьянц – председатель Госкомитета по использованию атомной энергии СССР. В комиссию входили крупнейшие специалисты СССР в области реакторной техники: Н. А. Доллежалъ – директор НИКИЭТ, главный конструктор ИБР-2, О. Д. Казачковский – директор ФЭИ (г. Обнинск), В. А. Цыканов – директор НИИАР (г. Димитровград). От ОИЯИ в комиссии были директор ЛНФ И. М. Франк, главный инженер ОИЯИ Ю. Н. Денисов и заместитель директора ЛНФ Ю. С. Язвизкий. Были представлены также специалисты Госатомнадзора, Минздрава СССР, отдела охраны труда ЦК профсоюза. Всего в комиссии было 13 человек, кроме того, привлекалась группа экспертов (более 20 человек) из различных организаций и ОИЯИ.

Государственная комиссия была назначена еще в 1977 году перед физическим пуском ИБР-2 без теплоносителя и в дальнейшем давала разрешение на проведение физического пуска с натрием и энергетического пуска.

Заседание 9 февраля было последним. Был заслушан доклад В. Д. Ананьева об итогах работ по энергетическому пуску реактора ИБР-2. Затем очень четко доложили Б. Н. Бунин – о состоянии СУЗ ИБР-2, В. С. Дмитриев (НИКИЭТ) – о состоянии и работоспособности подвижного отражателя, В. А. Архипов – о радиационной обстановке на ИБР-2. С интересом было воспринято сообщение о первых физических экспериментах на пучках ИБР-2 – Ю. М. Останевич выступал, как всегда, ярко и убедительно. Дискуссия была живой и конструктивной. Комиссия высоко оценила результаты работы по энергетическому пуску, готовность персонала. Но оставался открытым вопрос, какой уровень мощности разрешить при эксплуатации. Следует пояснить, что к этому времени нами были изучены и освоены два режима: 25 Гц до 2 МВт и 5 Гц до 1 МВт. Дирекция ОИЯИ склонялась к тому, чтобы ограничиться на достигнутом. С этим комиссия не согласилась и, детально проанализировав ситуацию с режимом 5 Гц (именно он был так нужен физикам-экспериментаторам), постановила принять ИБР-2 в эксплуатацию на мощности 2 МВт в режимах 5 Гц и 25 Гц. Нам давалось два месяца для постепенного выхода на 2 МВт при 5 Гц.

9 апреля 1984 года эта мощность была успешно достигнута, выполнены все необходимые исследования реактора, которые полностью подтвердили возможность работы на мощности 2 МВт при 5 Гц. Итак, пусковой период на реакторе был завершен, начался новый этап плановых физических исследований на выведенных нейтронных пучках. Сегодня, 20 лет спустя, подводя итог этому периоду из истории ИБР-2, мы должны вспомнить наших учителей, наших научных руководителей: Дмитрия Ивановича Блохинцева и Илью Михайловича Франка, без которых ИБР-2 просто не было бы. Необходимо также сказать, что в создание реактора ИБР-2 и его исследования во время пуска определяющий вклад внесли Н. А. Хрястов (НИКИЭТ), М. Т. Воронцов (ГСПИ), Е. П. Шабалин, Б. Н. Бунин, А. И. Бабаев.

Все последующие годы реактор успешно работал на физический эксперимент, обеспечив пользователям около 43500 часов. Достаточно быстро было освоено 12 нейтронных пучков в экспериментальных залах, заработала облучательная установка «Регата». Все 20 лет работы ИБР-2 не были годами рутинной эксплуатации, шло постоянное развитие и совершенствование установки.

Постепенно повышалась стабильность работы реактора, то есть сокращалось количество непредвиденных срабатываний аварийной защиты (отказы оборудования, посадки в электри-

ческих сетях, ошибки персонала). Этот показатель за 20 лет улучшен в два раза. В большой степени это зависело от надежной работы системы управления и защиты (СУЗ) реактора, которая включает в себя сложнейшую электронику контроля реакторных параметров и большое количество приборов, а также от первоклассных специалистов службы СУЗ: Б. Н. Бунина, Л. В. Едунова, Н. П. Анцупова, В. Г. Ермилова, Ю. Н. Тихомирова.

Одной из главных задач эксплуатации реактора была своевременная замена подвижного отражателя (ПО), ресурс работы которого ограничивался 7-8 годами. Всего на ИБР-2 было использовано три машины; ПО-1 (1977–1986 гг.), ПО-2 (1987–1994 гг.), ПО-2Р (1995–2003 гг.). В каждой последующей учитывался опыт эксплуатации предыдущей. Ни один из подвижных отражателей не имел поломок и выводился из работы только по одной причине – выработке установленного ресурса. В этом заслуга В. П. Воронкина, В. К. Титкова, А. Ф. Зацепина, В. Д. Сизарева (НИКИЭТ).

Очень высокую надежность за годы эксплуатации установки показали тепловыделяющие элементы (ТВЭЛЫ), разработанные И. С. Головинным в ВНИИНМ имени Бочвара и изготовленные на ПО «Маяк». Не было ни одного случая разгерметизации ТВЭЛов. Как показали исследования двух максимально нагруженных тепловыделяющих сборок, выполненные в 2001–2002 гг. в специализированной лаборатории, оболочка и топливная композиция ТВЭЛ сохранили работоспособность и допускают дальнейшую безопасную эксплуатацию. Работами по топливу ИБР-2 на всех этапах успешно руководил А. И. Бабаев.

Надежно работает натриевая система охлаждения реактора. Как известно, натрий, являясь очень эффективным теплоносителем, в то же время требует особо пристального внимания от персонала, четкого соблюдения всех технологических требований. Конечно, залогом успешной работы этой системы явился качественный монтаж натриевых контуров (прежде всего, сварка трубопроводов), выполненный специалистами монтажного треста. Значительный вклад в создание натриевой системы внес Ю. В. Кульпин.

Хотелось бы остановиться на высокой экономичности нашего реактора. При большой импульсной мощности ИБР-2 – 1500 МВт его средняя мощность невелика, всего 2 МВт и, как следствие этого, расход ядерного топлива (его выгорание) мал. Так, за время эксплуатации реактор догружался топливом всего дважды. Относительно невелики и другие эксплуатационные расходы. Все это позволило нам преодолеть трудности 90-х годов. Все 20 лет на реакторе ИБР-2 строго выдерживался график работы на физический эксперимент.

Еще один пример совершенствования ИБР-2 – это создание источника холодных нейтронов (криогенного замедлителя) на основе метана. Первый опытный образец такого замедлителя был опробован в 1992 году, а в 1999-м под руководством Е. П. Шабалина и А. А. Белякова был запущен штатный криогенный замедлитель разработки НИКИЭТ (И. Т. Третьяков), который увеличил поток холодных нейтронов в 10 раз для трех пучков реактора.

Все эти годы на ИБР-2 постоянно осуществляется строгий контроль за радиационной обстановкой. При выполнении сложных регламентных работ (перегрузка топлива, замены ПО, замедлителей и т.д.) персоналом реактора во главе с А. В. Виноградовым проводилась тщательная подготовка. В результате не было никаких радиационных инцидентов. Это в решающей степени заслуга В. А. Архипова и С. В. Куликова.

Очевидно, что каждая установка, а ядерная в особенности, требует обновления, замены оборудования, которое выработало установленный ресурс. Понимая это, мы уже с 1995 года начали работы по модернизации ИБР-2. Однако финансовые трудности ОИЯИ в то время не позволяли развернуть ее широким фронтом. Поэтому нами в 1999 году была разработана «Концепция модернизации ИБР-2 на период до 2010 года», которая предполагает постепенную, с учетом реальных финансовых возможностей ОИЯИ, подготовку нового оборудования для реактора и параллельно работу ИБР-2 до выработки его остаточного ресурса.

По завершении модернизации ИБР-2 в 2010 году мы планируем создать новый модернизированный реактор ИБР-2М повышенной безопасности и надежности (ресурс тепловыделяющих элементов будет увеличен в 1,5 раза, подвижного отражателя в 2,5 раза). При этом поток тепловых нейтронов увеличивается в 1,5 раза при неизменной средней мощности 2 МВт. Все это позволит использовать новый реактор ИБР-2М после 2010 года в течение 20-25 лет.

Переломным оказался 2000 год. Проект модернизации ИБР-2 получил финансовую поддержку Минатома России, которая нашла отражение в «Соглашении между Минатомом России и ОИЯИ о модернизации ИБР-2». Здесь я должен сказать о большой роли В. Л. Аксенова, тогда директора лаборатории, в иницировании и подготовке этого документа. Начиная с 2000 года темп работ по модернизации существенно ускорился. На сегодня в модернизацию ИБР-2 вложено около 40 процентов от полной стоимости всех средств.

За это время выполнена большая часть конструкторских работ по новому реактору, изготовлены твэлы для новой топливной загрузки, изготовлен и испытан новый подвижный отражатель ПО-3. Таким образом, я оцениваю ситуацию оптимистически и считаю, что медленно, но верно мы приближаемся к цели.

За годы работы ИБР-2 вокруг реактора сложился сильный коллектив специалистов и рабочих, способный решать сложные технические задачи. Хочется сказать самые теплые слова благодарности нашей старой гвардии: Е. П. Шабалину, А. И. Бабаеву, Б. Н. Бунину, В. П. Воронкину, В. П. Попову, А. И. Селезневу, В. П. Пластинину и другим специалистам, которые по-прежнему находятся на переднем крае работ по ИБР-2. Конечно, нам очень нужен приток молодых людей. Это серьезный вопрос для будущего нашего реактора. К сожалению, он решается крайне медленно.

В связи с 20-летним юбилеем ИБР-2 хочу выразить искреннюю признательность и благодарность всем, кто принимал участие в проектировании, изготовлении, строительстве, пуске и эксплуатации реактора.

А. И. БАБАЕВ, ведущий инженер ИБР-2

Воспоминания о пуске реактора

В 1984 году в Доме ученых на банкете, посвященном вводу в эксплуатацию реактора ИБР-2, директор Лаборатории нейтронной физики академик Илья Михайлович Франк сказал: «Родился «ребенок» по имени ИБР-2. И теперь наша задача, чтобы ребенок рос здоровым и развивался нормально».

Прошло 20 лет, и сейчас можно с уверенностью сказать, что реактор вырос здоровым, безопасен в эксплуатации, и в этом большая заслуга коллектива ИБР-2, механико-технологического, электротехнологического отделов.

Необходимо вспомнить, что рождение этого «ребенка» было сопряжено с преодолением больших непредвиденных технических задач, которые появлялись по мере ввода в эксплуатацию технологических систем реактора. А главное, хочу вспомнить всех, кто, не жалея времени, добросовестно работал.

Моя работа на реакторе ИБР-2 началась в конце 1976 года. На исходе ноября заместитель директора ЛНФ Ю. С. Язвицкий пригласил меня на расширенное совещание у И. М. Франка, на котором присутствовали он сам, начальник ОРСИ Е. Д. Воробьев, главный инженер лаборатории С. К. Николаев, главный инженер ИБР-2 В. Д. Ананьев, начальник отдела ФТО В. Т. Руденко, начальник конструкторского бюро Б. И. Воронов, начальник механических мастерских Н. А. Мацуев.

Директор лаборатории И. М. Франк сообщил, что принято решение в 1977 году провести физический пуск реактора ИБР-2 без теплоносителя. К этому этапу готовы системы, связанные с физическим пуском, в стадии наладки аварийная защита, смонтированы органы регулирования реактора. Из ПО «МАЯК» получены твэлы и находятся на спецскладе

ОИЯИ, но до сего времени они не собраны в рабочие кассеты, необходимые для загрузки в зону реактора, нет «сердца» реактора, нет технологического участка, на котором можно было бы собрать рабочие кассеты.

«...В дирекции вопрос обсуждался, и мы считаем, что выполнение этой задачи необходимо поручить А. И. Бабаеву...». Я был удивлен такому повороту дел, так как знал, что этой проблемой уже более двух лет занимался Е. Д. Воробьев. Он бывал на машиностроительном заводе в Электростали и принимал участие в изготовлении кассет-имитаторов ИБР-2. Я посчитал нужным высказать свои соображения: поскольку Е. Д. Воробьев занимается этой задачей несколько лет, то ему проще решить ее в такой короткий срок. И. М. Франк не согласился с моими доводами и ответил: «Предварительно мы все варианты обсудили и считаем, что наше предложение самое правильное...». Затем выступил Ю. С. Язвицкий: «А. И. Бабаев дважды собирал зону реактора ИБР-30 и успешно справлялся с этой работой, хорошо знает, как обращаться с плутонием, так как работал на промышленном реакторе ПО «МАЯК», и, с учетом всего этого, предлагается поручить ему выполнение этой задачи...».

После этих слов я понял, что сопротивляться бесполезно, и высказал свои соображения. Во-первых, я просил: если мне поручается эта задача, то необходимо освободить меня от выполнения обязанностей заместителя начальника физико-технологического отдела ИБР-30. И, во-вторых, чтобы при выполнении заказов в механической мастерской и конструкторском бюро мне предоставлялась зеленая улица, и чтобы все эти работы я не согласовывал с разными инстанциями, а принимал решения самостоятельно. На что И. М. Франк дал свое согласие, а Б. И. Воронов и Н. А. Мацуев обещали оказать помощь, что всегда и выполняли добросовестно и в срок.

На другой день я был в кабинете И. М. Франка и попросил его, чтобы он позвонил директору машиностроительного завода в Электросталь и попросил его ознакомить меня с технологией во время моей командировки. Звонок был сделан в мое присутствие, и 22 ноября 1976 года я уехал в Электросталь, где десять дней ознакомился с технологией сварки и организацией работ при сварке кассет. После командировки я встретился с И. М. Франком, рассказал о результатах командировки и предложил свой план работ, с которым он согласился.

Первой моей задачей было подобрать коллектив сотрудников для сборки и сварки рабочих кассет. 9 декабря 1976 года директор ЛНФ И. М. Франк подписал распоряжение, которым назначил меня начальником участка, освободив от выполнения обязанностей заместителя начальника физико-технологического отдела ИБР-30.

В состав коллектива технологического участка вошли: Н. А. Мацуев – начальник мастерских – ответственный за сборку и сварку рабочих кассет, А. А. Беляков – старший инженер МТО – ответственный за проведение испытаний твэлов и ТВС на герметичность, В. А. Архипов – начальник группы ОРБ – ответственный за дозиметрический контроль, В. С. Мирошниченко – старший инженер КБ – ответственный за технический контроль, В. М. Крылов – начальник участка ЭММ – ответственный за входной контроль комплектующих деталей, С. А. Квасников – начальник установки ИБР-30 – ответственный за спецматериалы, Л. Н. Уваров – старший инженер ЭТО – ответственный за сварочное оборудование, Л. Н. Стругова – инженер отдела ИБР-2 – ответственный за проведение хим. операции при травлении образцов. М. Г. Зайцев и Е. А. Басков – сварщики, Б. Ф. Дыбин и Э. П. Пилипенко – слесари-сборщики, В. П. Душкин и В. М. Тур – вакуумщики, Н. В. Филиппов – старший техник-дозиметрист, Н. Н. Калякин – дозиметрист ОРДВ, Д. Д. Голубев – слесарь-ремонтник ОРДВ.

Курировать работы, связанные с подготовкой технологического участка и работы, связанные с изготовлением рабочих кассет, директор И. М. Франк поручил своему заместителю Ю. С. Язвицкому.

Многие были подготовлены мероприятия по подготовке и проведению сборки и сварки ТВС ИБР-2, которые были утверждены первым заместителем министра среднего ма-

шиностроения Н. А. Семеновым 13 декабря 1976 году.

Необходимо было в короткий срок смонтировать оборудование технологического участка, разработать техническую документацию, пересмотреть технологический процесс по сборке и сварке рабочих кассет (ТВС). Я благодарен начальнику конструкторского бюро Б. И. Воронову, начальнику опытного производства Н. А. Мацуеву, руководителю группы ОРБ В. А. Архипову, руководителю группы КБ А. В. Андросову за активную помощь по разработке технологического процесса по сборке и сварке ТВС.

За три месяца 1977 года была подготовлена 21 технологическая инструкция. 3 марта 1977 года главным инженером ОИЯИ Ю. Н. Денисовым были утверждены «Положение о технологическом участке» и инструкция «Организация работ на технологическом участке», а 9 марта – «Технологический процесс сборки и сварки ТВС». Параллельно с разработкой технологических инструкций велись монтаж и отладка оборудования на технологическом участке в здании 133 ОРДВ.

В выполнении этих работ принимали активное участие начальник ОП Н. А. Мацуев, начальник МТО В. П. Воронкин, старший инженер МТО А. А. Беляков, начальник службы вентиляции МТО В. И. Кудрин, старший инженер ЭТО Л. Н. Уваров. Все работы на технологическом участке проводились при содействии начальника отдела РДВ В. Ф. Филиппова и заместителя начальника отдела РДВ А. В. Богданова. Параллельно с подготовкой оборудования на технологическом участке отрабатывалась технология сборки и сварки ТВС.

22 марта приемочная комиссия из специалистов ведущих институтов Москвы произвела аттестацию персонала, и технологический участок был принят в работу. В комиссии участвовали: от НИКИЭТ – Е. Ф. Карташев, А. Г. Сила-Новицкий, от НИИНМ – И. С. Головин, В. М. Родин, Р. С. Сычев, В. М. Захаркин. Насколько в то время был важен технологический участок – можно судить по тому вниманию, которое уделялось со стороны государственного комитета. За три месяца подготовки у нас на участке трижды был председатель Государственного комитета СССР по использованию атомной энергии в мирных целях А. М. Петросьянц.

После принятия комиссией технологического участка началась отработка технологии и режимов сварки на холостых кассетах. 27 апреля в присутствии рабочей комиссии, которая принимала технологический участок, была собрана и сварена одна кассета из холостых твэлов, и комиссия своим техническим решением разрешила нам проводить работы с рабочими твэлами.

Очень важным этапом во время сварки ТВС был допуск сварщика к выполнению этой операции. Каждый день, когда проводилась сварка, сварщик варил образцы-свидетели, а качество сварного шва определяла сварочная лаборатория треста «Моспромтехмонтаж», руководителем которой являлся А. П. Антипов. Сварщик допущен к проведению сварки только после положительного заключения этой лаборатории, и это было очень важно. За все время сварки кассет у нас не было ни брака, ни сбоя в работе.

28 апреля, 9 часов утра. На технологическом участке все на рабочих местах. Сварщики М. Г. Зайцев и Е. А. Басков производят контрольную сварку образцов. Комиссия осматривает образцы, довольна результатом анализа качества сварки шва и дает свое согласие на сварку рабочей кассеты. В 14 ч. 20 мин. на технологическом столе лежала первая кассета за номером 126, сваренная из рабочих твэлов.

Сборку ТВС под руководством ответственного Н. А. Мацуева произвели слесари Б. Ф. Дыбин и Э. П. Пилипенко, сварку ТВС – сварщики М. Г. Зайцев и Е. А. Басков. Герметичность твэлов и ТВС производили под руководством А. А. Белякова вакуумщики В. М. Тур и В. П. Душкин. Дозиметрический контроль под руководством В. А. Архипова проводили дозиметристы Н. Ф. Филиппов и Н. Н. Калякин. Технический контроль осуществлял В. С. Мирошниченко.

Это была наша первомайская вахта, за что ЛНФ в социалистическом соревновании заняла первое место среди лабораторий ОИЯИ и шла на демонстрации первой в колонне Института.

После праздников семь рабочих ТВС были собраны и сварены в присутствии членов рабочей комиссии, а 22 июля была сварена 84-я рабочая ТВС. Все ТВС были представлены рабочей комиссии, которая их приняла. 6 сентября акты рабочей комиссии были утверждены заместителем министра среднего машиностроения А. Г. Мешковым.

Работу, доверенную мне директором И. М. Франком, я выполнил. В сентябре со мной стали вести беседы Ю. С. Язвический и Е. Д. Воробьев, вместе и поодиночке, чтобы я перешел работать на реактор ИБР-2 в должности заместителя главного инженера реактора, то есть В. Д. Ананьева. Я отговаривался, как мог. Мне жалко было расставаться с реактором ИБР-30, я ему отдал много сил. Последнее время на реакторе я занимался мишенями для зоны реактора, в том числе плутониевыми.

Последний разговор был у И. М. Франка в кабинете, и он убедил меня (он это делал хорошо), что главному инженеру ИБР-2 надо помогать. И вот с 1 августа 1977 года я заместитель главного инженера ИБР-2 В. Д. Ананьева. Переехал из здания 44 в здание 117, комната 801 вместе со столом, за которым сижу вот уже 40 лет.

14 ноября 1977 года начался физический пуск реактора ИБР-2 без теплоносителя. В зону реактора были загружены первые рабочие ТВС. Загрузку зоны реактора проводили начальник службы СНТ Ю. В. Кульпин, слесари В. Н. Жуков и Б. В. Романов. 30 ноября в 16 ч. 20 мин. реактор достиг критического состояния.

1 декабря состоялся банкет по случаю успешного физического пуска на средства сотрудников, собранных от тотализатора.

13 января 1978 года в 18 ч. 40 мин. реактор ИБР-2 достиг импульсной критичности.

Заканчивая описание этого этапа работ по подготовке «сердца» реактора к физическому пуску, приношу большую благодарность Юрию Александровичу Туманову – нашему постоянному фотокорреспонденту, которого мы считаем членом своего коллектива. Он скрупулезно, этап за этапом запечатлел на пленку весь технологический процесс сборки и сварки. Это очень важно сейчас, после двадцатипятилетнего перерыва, когда ведется подготовка к модернизации реактора ИБР-2 и вновь создается технологический участок.

Профессор В. Л. АКСЕНОВ,

начальник отдела ЛНФ,

руководитель научной программы ИБР-2

Нейтроннография по времени пролета

Практически сразу после создания исследовательских ядерных реакторов было обнаружено, что нейтрон является мощнейшим инструментом изучения вещества в конденсированном состоянии. По сравнению с другими видами излучений, используемых для получения информации о структурной организации и динамике атомов и молекул в конденсированных средах (твердых телах и жидкостях), нейтроны имеют ряд преимуществ, поэтому нейтроннография, то есть использование различных видов рассеяния нейтронов в конденсированных средах с целью изучения их строения, стала совершенно необходимым инструментом современного естествознания.

Для проведения экспериментов по рассеянию нейтронов конденсированными средами имеется две возможности. На источнике нейтронов с непрерывным потоком после рассеяния в образце монохроматического пучка нейтронов измеряют изменение энергии нейтронов при неупругом рассеянии или угла рассеяния при упругом рассеянии. На импульсном источнике фиксируют время вылета нейтрона из источника и время его попадания на детектор и затем по измеренному времени пролета нейтронов от источника до детектора определяют их характеристики после рассеяния в образце.

Метод времени пролета был хорошо известен в нейтронной ядерной спектроскопии, поэтому разработки методик экспериментов по неупругому рассеянию нейтронов конденсированными средами начались одновременно с пусковыми работами на реакторе ИБР в 1960 году, и уже через два года были получены первые результаты по динамике воды и динамике водорода в гидриде циркония. В 1965 году по инициативе физиков из Кракова был создан первый вариант спектрометра обратной геометрии. Дальнейшие модификации этого спектрометра привели к созданию уникального Краковско-Дубненского спектрометра обратной геометрии (КДСОГ) на реакторе ИБР-30 и затем спектрометров КДСОГ-М и НЕРА-ПР на реакторе ИБР-2.

На спектрометрах КДСОГ был выполнен целый ряд пионерских исследований динамики молекулярных кристаллов (совместно с Институтом физики твердого тела РАН), эффектов кристаллического электрического поля в редкоземельных интерметаллидах (совместно с Институтом металлургии имени А. А. Байкова РАН), динамических свойств водорода в металлах (совместно с РИЦ «Курчатовский институт» и ФЭИ).

Другой тип спектрометров неупругого рассеяния – спектрометры типа ДИН – были созданы физиками ФЭИ. Наиболее яркие результаты, полученные с помощью этих спектрометров, связаны с изучением спектра элементарных возбуждений и поиском бозе-конденсата в сверхтекучем гелии.

Исследования с помощью неупругого рассеяния нейтронов на реакторах ИБР направлены главным образом на измерения плотности состояний и, следовательно, связаны только с некогерентной динамикой. Для изучения когерентной динамики твердых тел эффективно используются реакторы непрерывного действия, с помощью которых удается получить уникальную информацию. Более универсальными для реакторов ИБР, как и для любых импульсных источников нейтронов, оказались исследования упругого рассеяния нейтронов.

Эксперименты по времяпролетной дифрактометрии на реакторе ИБР были начаты в 1962 году и, по существу, явились первыми реальными экспериментами в этой области, показавшими работоспособность метода. Первые публикации появились в 1964 году. Они зафиксировали год и место рождения времяпролетной нейтронной дифрактометрии. В это же время возможность постановки дифракционного эксперимента по времени пролета на реакторе непрерывного действия была показана группой Б. Бураса в Сверке (Польша), однако мощности реактора явно не хватало для полноценной реализации метода.

Вскоре после экспериментов в Дубне и Сверке времяпролетная дифрактометрия начала быстро распространяться в мире. В 1964 году под руководством Б. Бураса дифрактометр по времени пролета был установлен на реакторе с прерывателем Ферми в Ризо, Дания. Их начали использовать на импульсных источниках нейтронов на базе электронных ускорителей: в 1966 году в США, в 1968-м в Японии, в 1969-м в Великобритании. Дифрактометры на этих импульсных источниках так же, как и первый дифрактометр на пульсирующем реакторе ИБР, были значительным продвижением по сравнению с комбинацией реактор непрерывного действия – прерыватель Ферми.

Уже в первых исследованиях, выполненных в ЛНФ, были подтверждены многие из предсказанных достоинств дифрактометров по времени пролета и, прежде всего, большая скорость набора информации и возможность измерения трехмерных дифракционных спектров. Особенно привлекательным является импульсный характер облучения образца пучком нейтронов. Последнее позволяет включать и внешние воздействия на образец в импульсном режиме и достигать гораздо больших значений параметров этого воздействия, нежели в стационарном режиме.

История развития метода времени пролета в ЛНФ в 60-х и 70-х годах содержит несколько ярких моментов. В 1966 году одновременно и независимо в Дубне и Аргонне (США) был открыт принцип временной фокусировки нейтронов, позволивший увеличить светосилу и разрешающую спо-

собность дифрактометров. В 1967 году на созданном на реакторе ИБР дифрактометре с импульсным магнитным полем удалось впервые получить данные по изменениям магнитной структуры гематита, происходящих в полях до 12 Тл. В начале 70-х годов на ИБР был построен специализированный дифрактометр ДН-2 для изучения монокристаллов, впервые в мировой практике оборудованный позиционно-чувствительным детектором. На нем совместно с сотрудниками Института кристаллографии РАН были выполнены пионерские работы по изучению доменных структур сегнетоэлектриков-сегнетоэластиков, в которых удалось на микроскопическом уровне проследить за процессами поляризации и переполяризации доменов под действием внешнего электрического поля. Первое в мировой практике уточнение структуры монокристалла на дифрактометре по времени пролета также было выполнено на реакторе ИБР, а именно, в молекуле двойного лантан-магниевого нитрата определены позиции всех атомов водорода, входящих в состав гидратационной воды.

Полностью возможности времяпролетной дифрактометрии начали реализовываться в начале 80-х годов, когда появилось новое поколение высокопоточных импульсных источников нейтронов.

Создание мощных источников на базе протонных ускорителей в Японии (Цукуба – 1980), в США (Аргонн – 1981 и Лос-Аламос – 1985), в Великобритании (Дидкот – 1985), а также пульсирующего реактора ИБР-2 в Дубне (1984) означало второе рождение времяпролетной дифрактометрии. К настоящему времени на всех этих источниках построено по несколько дифрактометров по времени пролета, которые превосходят дифрактометры на реакторах непрерывного действия по целому ряду параметров.

К 1982 году большинство нейтронных спектрометров были с ИБР-30 перенесены на ИБР-2, и начаты первые эксперименты на многоцелевом дифрактометре ДН-2. Несколько позже были введены в эксплуатацию дифрактометр с импульсным магнитным полем СНИМ, текстурный дифрактометр НСВР и дифрактометр для исследования идеальных кристаллов ДИФ-РАН. Существенно больший, чем на ИБР-30, поток нейтронов, улучшенная организация пучков и современные электронные средства управления экспериментом обеспечили качественные новые возможности для структурной нейтронографии, что привело к заметному обновлению тематики исследований.

В частности, на дифрактометре ДН-2 совместно с Институтом физико-химической биологии имени А. Н. Белозерского МГУ и Институтом биологической физики РАН была начата программа исследований биологических мембран с помощью дифракции нейтронов по времени пролета с применением позиционно-чувствительного детектора, что позволило, в отличие от обычной постановки эксперимента на реакторах с непрерывным потоком, одновременно получать дифракционные отражения при различных длинах волн нейтрона, соответствующих различным углам дифракции. Особенно успешной темой стали исследования структуры липидных мультислоев, в которых определялись толщины липидного бислоя и водной прослойки, места внедрения малых гидрофобных и гидрофильных молекул, кинетика сорбции и десорбции воды и др.

Большой поток нейтронов на реакторе ИБР-2 позволяет эффективно исследовать необратимые процессы в кристаллах. Суть созданного метода, который получил название нейтронографии в реальном времени, состоит в том, что дифракционные спектры от исследуемого объекта измеряются за время заметно меньше, чем характерное время перестройки его структуры в результате тех или иных процессов. Понятно, что возможности метода во многом зависят от того, насколько малые времена измерения спектров в принципе достижимы. На стационарных источниках нейтронов, в том числе на самом мощном из них – реакторе Института Лауэ–Ланжевена (ИЛЛ), удается набирать необходимую статистику при времени измерения около 1 мин. Первые же эксперименты на ИБР-2 показали возможность улучшить временное разрешение до нескольких секунд. За короткое время была проведена серия экспериментов, в которых удалось получить подробную информацию о структурных перестройках в ходе гидратации

компонентов цемента, синтезе из исходных компонентов высокотемпературных сверхпроводников, фазовых переходах в закаленном под высоким давлением тяжелом льде (совместно с Институтом физики твердого тела РАН) и многих других процессах. В модельном эксперименте на ДН-2 удалось впервые в мире зарегистрировать дифракционные спектры от одного импульса мощности источника. Ситуация, когда одной вспышки оказывается достаточно для набора статистики, в принципе позволяет работать с временным разрешением, сразу на три порядка лучшим, то есть $\sim 10^{-3}$ с. Эта величина, по видимому, близка к предельному временному разрешению в нейтронографии необратимых процессов на импульсных источниках нейтронов. Она сравнима с величинами, достигнутыми на сверхъярких источниках синхротронного излучения, и существенно лучше, чем пределы, достижимые на стационарных реакторах.

Одно из важнейших и перспективных направлений нейтронной времяпролетной дифрактометрии связано с использованием высоких давлений при структурных исследованиях. В сотрудничестве с ведущими специалистами в мире в этой области, физиками из Института физики высоких давлений имени Л. Ф. Верещагина (ИФВД) РАН и РНЦ КИ, были развиты методы исследования вещества при высоких давлениях на основе сочетания техники монокристалльных наковален и светосильных низкофоновых систем регистрации нейтронов. Использование монокристалльных наковален позволяет проводить исследования очень малого количества вещества (объемом до $0,01 \text{ мм}^3$), что значительно расширяет возможности изучения монокристаллов новых соединений и материалов. Совместно с РНЦ КИ на реакторе ИБР-2 создан уникальный дифрактометр ДН-12 для исследований при давлениях до 20 ГПа. В настоящее время это самый светосильный дифрактометр в мире для изучения микрообразцов.

Следующим этапом развития времяпролетной дифрактометрии стало создание в 1992 году на реакторе ИБР-2 фурье-дифрактометра высокого разрешения (ФДВР). Второй раз Дубна стала местом реализации на импульсном источнике нового метода в нейтронной дифрактометрии — метода нейтронной фурье-дифрактометрии. В отличие от обычного метода времени пролета, в этом методе фиксируется не время пролета каждого зарегистрированного нейтрона, а вероятность, с которой зарегистрированные нейтроны распределены по времени пролета. Технические проблемы восстановления дифракционного спектра в методе с фурье-преобразованием были решены финскими физиками из Центра технических исследований в Хельсинки, разработавшими обратный метод времени пролета и реализовавшими его в макетном варианте в 1975 году. Первый фурье-дифрактометр для структурных исследований на реакторе непрерывного действия был создан в 1984 году в ПИЯФ РАН.

Вскоре стало ясно, что наиболее адекватным для эффективной реализации метода является импульсный источник нейтронов с большой длительностью импульса, то есть источник типа реактора ИБР-2. В 1989 году Лаборатория нейтронной физики имени И. М. Франка совместно с ПИЯФ РАН и Центром технических исследований Финляндии начала создание фурье-дифрактометра высокого разрешения на реакторе ИБР-2. С учетом опыта, полученного в предыдущие годы в Хельсинки и в Гатчине, удалось успешно завершить проект в середине 1992 года — 11 июня были получены первые спектры.

В настоящее время ФДВР — один из лучших в мире нейтронных дифрактометров, обладающий разрешением на уровне одной десятой доли процента и рекордным потоком нейтронов на образце. ФДВР открывает широкие перспективы для структурных исследований в физике, химии, биологии, материаловедении. Конкретные применения ФДВР включают прецизионные исследования структуры поликристаллов, анализ дифракционных спектров от монокристаллов, если необходимо столь высокое разрешение, и эксперименты по анализу внутренних напряжений в объемных изделиях.

Конструкция ФДВР позволяет проводить эксперименты как с порошками, так и с монокристаллами с относительным разрешением по межплоскостному расстоянию лучше, чем

0,1 процента. Это обстоятельство было в полной мере использовано при изучении явления разделения фаз в сверхпроводниках, привлекающего в настоящее время пристальное внимание и теоретиков, и экспериментаторов. На ФДВР была проведена серия экспериментов с монокристаллами лантанового купрата, в которых удалось наблюдать сосуществование двух разных типов фазового расслоения, возникающих при охлаждении кристаллов. При макроскопическом фазовом расслоении, связанном с диффузией сверхстехиометрического кислорода, в объеме кристалла возникают области (с характерным размером около 1000 \AA) с разным содержанием кислорода, что проявляется в небольшом, но четко видимом на ФДВР, расщеплении дифракционных пиков. При более низкой температуре в кристаллах возникает дополнительное фазовое расслоение на микрометрическом ($< 30 \text{ \AA}$) уровне, связанное с неоднородным распределением носителей заряда. Явление фазового расслоения типично для электронных систем с сильными корреляциями и исследовалось весьма интенсивно в последнее время. Новые результаты были получены недавно на ИБР-2 для систем с колоссальным магнитным сопротивлением.

В создании ФДВР на ИБР-2 не менее важно еще одно обстоятельство. ФДВР — прибор нового типа для импульсных источников нейтронов. Он открыл совершенно новые возможности для реактора ИБР-2 и фактически вывел его в число лучших источников нейтронов в мире. Его создание повлияло на дальнейшее развитие нейтронных исследований в мире. В нескольких нейтронных центрах открыты проекты создания дифрактометров такого типа. Появился серьезный дополнительный аргумент в пользу источников нейтронов с длинным импульсом (типа ИБР-2). Это направление в настоящее время активно развивается.

Дифрактометры по времени пролета позволяют параллельно с дифракцией получать информацию о рассеянии нейтронов на малые углы. Эта уникальная возможность, также впервые осознанная и реализованная в Дубне, позволяет в реальном времени следить за эволюцией крупномасштабных, размером в десятки и сотни ангстрем, неоднородностей, в том числе за возникающими при фазовом переходе или при твердофазном синтезе зародышами новых фаз. Важнейшей особенностью малоуглового рассеяния является возможность анализа структуры разупорядоченных систем. Этот метод, например, часто является единственным способом получения прямой структурной информации о системах с хаотическим и частично упорядоченным расположением неоднородностей плотности с характерными размерами $10\text{--}10000 \text{ \AA}$; он дает возможность исследовать дисперсную структуру сплавов, порошков, стекол (размер и степень полидисперсности частиц), особенности строения полимеров в различных агрегатных состояниях, весовые и геометрические характеристики биологических макромолекул и их комплексов, биологические надмолекулярные структуры, такие как биологические мембраны и вирусы. Существенное различие длин рассеяния нейтронов водорода и дейтерия, а также возможность избирательного дейтерирования макромолекул и надмолекулярных структур, делает малоугловое рассеяние нейтронов незаменимым методом исследования биологических и коллоидных объектов, полимеров и жидких кристаллов.

Малоугловое рассеяние нейтронов имеет ряд важнейших особенностей, отличающих его от малоуглового рассеяния рентгеновских лучей. Это, прежде всего, определяется общими особенностями взаимодействия нейтронов с веществом: большой глубиной проникновения, зависимостью рассеяния от изотопного состава вещества и от его магнитных свойств. В ЛНФ ОИЯИ установки малоуглового рассеяния по методу времени пролета были введены в строй сначала на реакторе ИБР-30, а затем и на высокопоточном импульсном реакторе ИБР-2. Сейчас этот спектрометр называется ЮМО — в честь Ю. М. Останевича и является практически единственной установкой малоуглового рассеяния нейтронов в России, обеспечивающей широкий круг систематических исследований в различных областях физики конденсированного состояния вещества, физико-химии и биологии на мировом



● 1



● 2



● 3

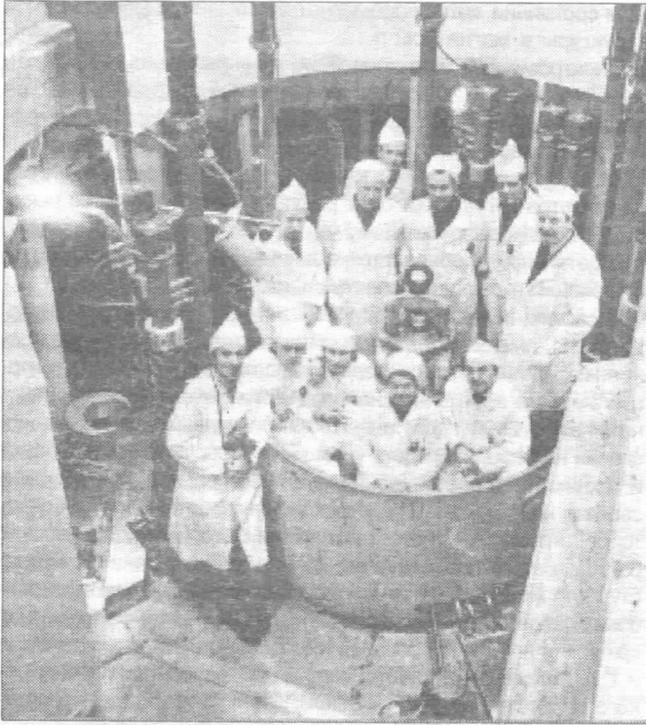


● 5-6



● 4





● 7

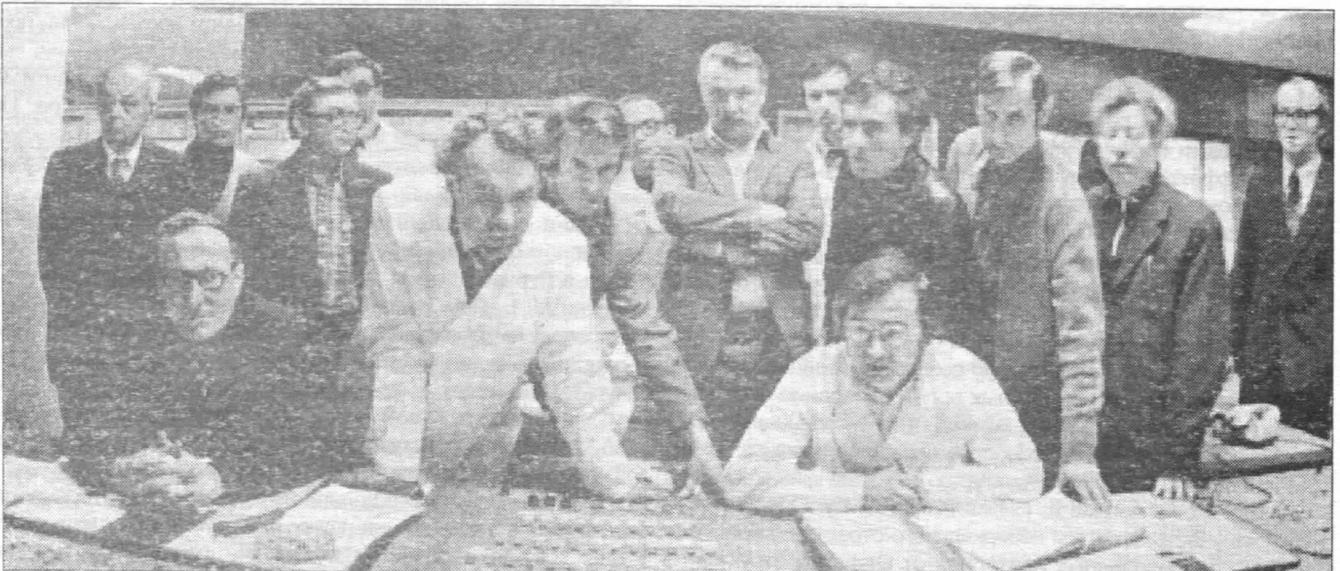


● 10



● 8

1. 1966 год. Начало проектных работ.
2. Подготовка к физическому пуску. Б. Н. Бунин.
3. Осмотр твэла перед загрузкой в активную зону.
4. Загрузка твэлов в склад на реакторе.
- 5-6. 1977 год. Физический пуск состоялся!
7. Участники физического пуска.
8. 1982 год. В. И. Луциков, В. Д. Ананьев, вице-директор ОИЯИ М. Совински на пульте реактора во время энергетического пуска.
9. Участники энергетического пуска на пульте реактора.
10. 2004 год. Наладочные работы на стенде подвижного отражателя ПО-4.



● 9

Из фотолетописи Юрия ТУМАНОВА

уровне. Более 50 процентов экспериментов на установке выполняются зарубежными исследователями или в тесном сотрудничестве с ними.

Примером применения малоуглового рассеяния нейтронов являются исследования полиэлектролитов, то есть макромолекул, содержащих группы атомов, которые способны в определенных условиях диссоциировать, образуя заряженный полиион и малые противоионы. Возникающие на макромолекуле заряды меняют как ее конформацию, так и свойства самого растворителя. Интерпретация результатов нейтронных экспериментов оказалась возможной на основе представления о гидратной оболочке, окружающей полиион. Толщина оболочки соответствует мономолекулярному слою воды с плотностью, превышающей плотность нормальной воды на 10 процентов. На спектрометре малоуглового рассеяния нейтронов на ИБР-2 был получен ряд рекордных результатов, в частности, по измерению радиусов инерции малых молекул. Такие эксперименты нелегко реализовать из-за того, что сечение рассеяния каждой одиночной частицы падает как квадрат объема. Однако применение методики изотопного замещения и специальной процедуры измерения спектров позволили получить уникальные результаты для молекул, имевших радиус инерции всего 3 А. Например, удалось выяснить, какие структурные изменения происходят в водных растворах тетраметилуриии.

В последние годы возможности спектрометра ЮМО были эффективно использованы при решении актуальных задач биофизики, физики полимеров, магнитных жидкостей.

Если угол падения нейтронов на образец уменьшать, то при достижении некоторого критического значения наблюдается полное (зеркальное) отражение. Измеряя зависимость коэффициента отражения от длины волны, мы получаем информацию о кристаллической и магнитной структуре поверхностей и многослойных структур. В этом состоит нейтронная рефлектометрия. Дубна – единственное место в нашей стране, где уже более 20 лет развивается нейтронная рефлектометрия и в настоящее время имеется два рефлектометра с поляризованными нейтронами.

Спектрометр с поляризованными нейтронами СПН был одной из первых установок, начавших работать на реакторе ИБР-2. СПН создавался совместно с физиками из университета в Магдебурге. Оригинальной составляющей СПН был спин-флиппер, предложенный Д. А. Корнеевым. Спин-флиппер Корнеева с протяженной рабочей частью в вертикальном направлении для неполихроматических пучков полностью использует сечение пучка и тем самым значительно повышает светосилу. С начала работы реактора ИБР-2 на СПН развивался метод деполяризации нейтронов. Наиболее интересные научные результаты с помощью этого метода были получены при исследовании смешанного состояния в высокотемпературных сверхпроводниках. Впоследствии на СПН стала применяться рефлектометрия с поляризованными нейтронами.

Нейтронная рефлектометрия – наука молодая, как метод измерений она начала активно развиваться с начала 80-х годов, и физики ЛНФ были среди пионеров. Одним из новых эффектов, обнаруженных при исследовании отражения поляризованных нейтронов от магнитных сред, был эффект расщепления пучка. Теоретически этот эффект был предсказан В. К. Игнатовичем при обсуждении проблемы поляризации ультрахолодных нейтронов. На основе эффекта переворота спина в стоячей волне был предложен новый метод исследования слоистых магнитных структур. С использованием периодических наноструктур создается резонансное усиление поля стоячих нейтронных волн. Измерение переполяризации нейтронов на границах магнитнонеколлинеарных слоев позволяет с большой точностью измерять профиль намагниченности в слоистых структурах. Недавно физикам ЛНФ совместно с коллегами из ПИЯФ РАН, ИФМ УрО РАН и ИЛЛ удалось учесть эффекты незеркального отражения при отражении поляризованных нейтронов от слоистых структур. В результате впервые экспериментально наблюдался эффект неоднородного скашивания спиновой конфигурации в основ-

ном состоянии антиферромагнитно связанной многослойной структуры в магнитном поле.

Спектрометр СПН в последние годы был реконструирован и на его месте в 2002 году создан новый прибор РЕМУР, на котором можно проводить эксперименты по рефлектометрии и малоугловому рассеянию поляризованных нейтронов. В 2002 году был завершен также первый этап создания рефлектометра РЕФЛЕКС. Этот рефлектометр отличается высоким угловым разрешением, что делает возможным измерение детальных особенностей в поведении кривой зеркального отражения в широком спектральном интервале.

С самого начала работы ИБР-2 на нем проводились эксперименты, имеющие прикладной характер. В 1990-х годах основные усилия были сосредоточены на изучении текстур горных пород и внутренних напряжений в объемных изделиях, а начиная с 2000 года, акцент в прикладных исследованиях сделан на работы, представляющие интерес для атомной науки и техники. Эти работы связаны с исследованием структуры и свойств конструкций и конструкционных материалов для реакторов, структурными исследованиями материалов, испытавших радиационные повреждения, количественным анализом текстур для моделирования процессов в геоматериалах при высоких давлениях и температурах для выработки оптимальных критериев для проектирования и строительства ядерных объектов и т. д. Такого рода работы ведутся на дифрактометрах высокого разрешения ФДВР и ЭПСИЛОН и текстурном дифрактометре СКАТ. На ФДВР изучаются внутренние напряжения в объемных изделиях, композитных и градиентных материалах. Для этого приобретены или созданы специальные устройства, такие как тензорный сканер на основе гониометра фирмы HUBER, нагруженная машина, широкоапертурные коллиматоры. Результаты, полученные в нейтронных экспериментах, дополняются данными ультразвуковых и магнитных исследований и расчетами. На СКАТ многие текстурные эксперименты ведутся в специальной камере при одновременном воздействии деформирующего усилия и температуры от 20 до 620° С.

Итак, более чем за 40 лет работы импульсных реакторов в ОИЯИ сформировалась научная школа нейтронографии по времени пролета, которая определила развитие этой науки в мире по целому ряду направлений. Источники нейтронов ОИЯИ открыты для всех исследователей и с каждым годом привлекают все больше пользователей не только из физических научных центров, но и центров биологии, химии, геологии, материаловедения и других наук. Причем доля экспериментов «нефизического» профиля возрастает. Важную роль в процессе привлечения научных центров к нейтронным исследованиям играет так называемая программа пользователей. Ее суть состоит в том, чтобы дать возможность специалистам сторонних организаций получить возможно более широкий доступ к экспериментальным установкам. Научные комитеты по направлениям исследований производят отбор поданных на эксперименты предложений. Например, на реакторе ИБР-2 экспериментаторы из почти 30 стран ежегодно выполняют около 300 экспериментов. На долю ЛНФ приходится около 30 процентов пучкового времени. Около 35 процентов пучкового времени используют ученые из более, чем 20 научных институтов России.

Такая организация работ привлекает молодежь. ОИЯИ активно сотрудничает с ведущими вузами страны. С 1961 года в Дубне работает филиал физического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова, в 2000 году в МГУ была открыта кафедра нейтронографии, которая базируется в ЛНФ. Интеграция с высшей школой организуется также через Межфакультетский центр «Строение вещества и новые материалы» МГУ и Учебно-научный центр ОИЯИ. Ежегодно на базе ОИЯИ обучаются десятки студентов. Регулярно проводятся научные школы и конференции.

Все это позволило в полной мере реализовать творческое сотрудничество ведущих научных организаций стран-участниц ОИЯИ в развитии новых методов нейтронографии, которые вывели ОИЯИ на передовые рубежи в области нейтронных исследований вещества.

Профессор А. М. Балагуров,
начальник сектора ЛНФ

Листая старые журналы...

По случаю юбилея ИБР-2 перелистываю старые экспериментальные журналы. Они все сохранились – большого формата тетради, некоторые в картонных обложках, почему-то с названием «Книга амбарная». Журнал «ИБР-30, № 6», 1980 год, записи о текущих экспериментах на ИБР-30. А вот и то, что ищу, – буквально несколько строк: *22 декабря 1980 г., ИБР-2, канал 1, база 30 м, угол рассеяния 90 градусов, ширина канала 32 мкс, слюда, мощность 10 кВт, 10 минут.* Это были первый пробный выход ИБР-2 на мощность с открытием пучков и первый зарегистрированный на нем дифракционный спектр.

До января 1981 года работы, связанные с изучением конденсированных сред, продолжались на реакторе ИБР-30, а затем начался перенос основных спектрометров в экспериментальные залы ИБР-2. Средств и сил сразу на все не хватало, поэтому в результате сравнительно демократичного отбора приоритетными были утверждены четыре установки: ТРИСТОМ – спектрометр для измерения ЭДМ нейтрона на канале ультрахолодных нейтронов, КОРА – корреляционный спектрометр квазиупругого рассеяния, МУРН – спектрометр малоуглового рассеяния и наш ДН-2 – многоцелевой дифрактометр. Позднее к ним примкнул КДСОГ – Краковско-Дубненский спектрометр обратной геометрии.

Вот и журнал «ИБР-2 / ДН-2, № 1», начат 10 июня 1981 года. Записи в основном «хозяйственные» – коммутация кабелей, связь с измерительным центром, продувка нейтропровода аргоном и пр. Наконец, *15 декабря 1981 г., мощность 100 кВт, частота 25 Гц, измерение нейтронного спектра на месте образца.* Первое открытие шибера, и не на 10 минут, а на 132 часа. Мощность реактора еще не 2 МВт, но уже не 15 кВт, как было на ИБР-30. Начинаем работать!

Работа на ИБР-2 шла круглосуточно, в три смены, с вечера понедельника по пятницу следующей недели, с перерывом на две-три недели между сессиями и на три месяца во время летней остановки реактора. Как правило, в год организовывалось 9–10 сессий, с полной наработкой 2400 – 2500 часов. На ДН-2 работали по двое – один (ответственный за конкретную задачу) находился в экспериментальном зале, на дифрактометре, другой – в измерительном центре, у компьютера (тогда СМ-4). Главная нагрузка ложилась на сотрудников основного штата: А. И. Бескровного, В. И. Горделия, Г. М. Миронову и Б. Н. Савенко. Немалую помощь оказывал Игорь Датт, сотрудник МХТИ, главный поставщик всякого рода кристаллов, первый наш настоящий «юзер», с удовольствием работавший по ночам. Менее часто, но регулярно, в расписаниях смен встречаются наши коллеги из стран-участниц: Яцек Домославский, Николай Попа (нынешний заместитель директора ЛНФ), вьетнамская девушка Ле Тхи Кат Тьонг.

Решительный рывок в увеличении мощности реактора при работе на физиков произошел в феврале-марте 1983 года. Ступеньками по 200 кВт к 3 марта мощность возросла до 1000 кВт, на которой мы и работали весь 1983 год. И, наконец, март-апрель 1984 года. Дано добро на подъем до 2 МВт. На ДН-2 идет эксперимент с кристаллом сульфата лития-калия. Изучаем его доменную структуру, то есть крутим на гониометре, изменяем температуру, измеряем дифракционные спектры. Между строками с положениями осей и значениями температуры – ничем не примечательные записи о том, что мощность 1250 кВт (30.03.84), 1500 кВт (02.04.84), 1750 кВт (05.04.84). Вот запись от 09.04.84: «*LiKSO₄*, в пелке, *W = 2 МВт*», и опять положения осей, температура, имена файлов... Судя по почерку, работал в этой смене Борис Николаевич Савенко.

Наверное, так же буднично, без особых восклицательных знаков, в экспериментальных журналах физиков на других

спектрометрах, работавших в тот день, отмечено, что выход реактора ИБР-2 на номинальные параметры – мощность 2 МВт при частоте импульсов 5 Гц – произошел 9 апреля 1984 года. Никакой эйфории, вполне естественное, плановое событие. Собственно, именно к этому нас приучили наши реакторщики за четыре года пусковых работ – все четко, все в соответствии с утвержденным графиком! А вот сейчас, 20 лет спустя, восклицательных знаков хочется поставить много. Молодцы!!!

А. А. БЕЛЯКОВ, начальник

механико-технологического отдела ИБР-2

Новое всегда интересно

За 20 лет произошло очень много событий и в жизни страны, и в жизни Института, и в жизни нашего подразделения. Главное, – все живет, все работает, люди отдаются работе. Событий было много, но для меня главными за последние 10 лет стали создание и запуск двух холодных замедлителей (опытный и ныне действующий) и двух подвижных отражателей. Вроде бы раньше, в 80-х годах, у нас и задач было больше – после ИБР-2 работали над ускорителем ЛИУ-30, потом ИБР-30, мы отвечали и за холодильные машины для ЭВМ в 119-м корпусе. Потом задач, с одной стороны, стало меньше, но оборудование и системы начали стареть и требовать все большего ухода, так что нагрузка на нас со временем не уменьшилась. И даже возросла в последнее время – это работы по созданию нового подвижного отражателя, криогенной машины и холодного замедлителя, модернизация других систем реактора. Для этих работ требуется квалифицированный персонал, а штат отдела за прошедшие годы сократился с 70 до 47 человек и эта тенденция сохраняется, но, хочу отметить, при неизменно высоком уровне профессионализма работающих сотрудников. Конечно, у нас, как и у всех, много проблем, нужна молодежь, но радует, что в работе тебя окружают достойные люди, наши проблемы всегда понимает Владимир Дмитриевич Ананьев – главный движитель всех преобразований на реакторе. Приятно, когда находим помощь у сторонних организаций – НИКИЭТ, ГСПИ, «Гелиймаш». По-моему, добрые отношения, взаимопонимание с партнерами не менее важны, чем своевременное финансирование работ.

Сейчас вспоминаются почему-то не проблемы, а атмосфера энтузиазма тех лет, субботники во время строительства ИБР-2. Тогда сотрудники всех лабораторий трудились здесь, проявляя живой интерес – что же, в конце концов, получится? Получилось. И дальше строили и запускали новые установки и оборудование, а новое всегда интересно, и жизнь была интересная. Но и сегодня она не стоит на месте, ИБР-2 – в постоянном развитии, скучать нам некогда.

А еще вспоминается, как мы в те годы играли в волейбол – упорно, сражались до девяти вечера, потом появились теннисная площадка, бильярд, настольный теннис – вечерами играли самозабвенно. Все были молодые, энергичные, азартные, сил хватало разряжаться, отдыхать от работы таким способом...

Б. Н. БУНИН, инженер СУЗ ИБР-2

Взаимопонимание нашли в НИКИЭТ и Сверке...

Двадцать лет ИБР – эту дату знают «пользователи», потребители его нейтронов. Для многих из нас к этому сроку надо добавить еще лет 15, прошедших от идеи до пуска и освоения реактора. Как-то сейчас не принято вспоминать, что перед технической реализацией идеи (и для ее реализации) потребовалась большая организационная работа как

внутри лаборатории, так и вне ее. Ясно, что в рамках существовавших тогда подразделений ЛНФ работа не могла быть выполнена. Решающая роль принадлежала Д. И. Блохинцеву. Насколько я знаю, именно он добивался нужных решений на высоких уровнях. И хотя он говорил, что для него «задача чисто генеральская», на самом деле было не так. У него был личный интерес в самом прямом понимании этих слов. Ему были интересны техника, технические решения. Я несколько раз участвовал в его неформальных вечерних встречах с В. Д. Ананьевым, когда он с большим интересом мог обсуждать очень частные технические вопросы. Осталось впечатление, что у Д. И. была некоторая ностальгия по активно-инженерному обнинскому периоду жизни.

Как результат его внешнедипломатической деятельности – проектные работы по реактору были поручены такой мощной организации, как НИКИЭТ. Правда, по некоторым сведениям, все было проще: у Д. И. еще со времен первой атомной станции сохранились хорошие отношения с директором НИКИЭТ Н. А. Доллежалем, и они за чашкой чая все решили. То, что все другие проектные работы будут выполняться ГСПИ, было ясно с самого начала – в то время вся Дубна строилась по проектам этого института.

Организационная работа внутри лаборатории – создание подразделения, работающего совместно с проектантами. Не могу вспомнить сейчас, как формально это было оформлено, но фактически был назначен главный инженер проекта от ОИЯИ В. Д. Ананьев, а общее руководство осуществлял заместитель директора ЛНФ Ю. С. Язвизкий. Бесспорно, выбор этих лиц был абсолютно правильным (это подтверждает весь последующий ход работы), но общая ситуация при этом была отнюдь не бесконфликтной. Политика невмешательства, которую проводила дирекция, автоматически вела к конфликтам. Позиция дирекции, основанная на том, что время все сгладит и все само собой образуется, конечно, очень удобна для руководства. Но это тема нескольких других воспоминаний.

В любом случае создание отдела ИБР-2 (так мы называли новое подразделение) было не просто полезным, но, как уже сразу стало ясно, необходимым. Конструкторы НИКИЭТ набили руку на стандартных решениях, совсем не подходящих для импульсного реактора. Сотрудники отдела ИБР-2 были воспитаны на таком реакторе (ИБР-1, ИБР-30). Получилось очень удачное сочетание двух разных школ.

Для меня начальный период проектирования совпал с другой работой – пуском линейного ускорителя ЛИУ-30, поэтому проблемами ИБР-2 какое-то время я занимался факультативно. Но скоро стало ясно, что объем работ большой, факультатив здесь невозможен.

Надо сразу сказать, что наше сотрудничество с НИКИЭТ было очень тесным. Все, с кем мне приходилось встречаться (я работал не менее чем с 15 сотрудниками), всегда учитывали наши замечания и предложения. Сложности возникли, когда надо было решать, кто будет разрабатывать и изготавливать электронную аппаратуру для управления и защиты реактора. НИКИЭТ такой техникой не занимался, а те, кто могли, – либо отказывались, либо выдвигали невыполнимые требования.

Один из тех, к кому мы обращались, откровенно объяснил – уникальность вашей установки мне ни к чему, – гораздо выгоднее и спокойнее делать типовую аппаратуру. В конце концов решение было найдено – работа была поручена Институту ядерных исследований в Варшаве (точнее, в Сверке). До сего времени я уверен, что это самое лучшее решение. Появилось оно как результат ряда удачных совпадений – сначала мы познакомились (почти случайно) с разработанными в ИЯИ приборами и убедились в его «дееспособности». В это же время ОИЯИ стал формировать заказ на поставки оборудования из ПНР в счет долевого взноса, и В. Л. Карповский заинтересовался нашими запросами. Незадолго перед этим в СЭВ было принято решение, что ПНР занимается системами управления реакторов. Решение формальное, но все-таки решение, помогающее прохождению нашего заказа.

В. Л. Карповский поехал в Варшаву и взял с собой два листочка, на которых в самом общем виде были написаны наши требования. После этого прошло еще не менее полугодия до принятия окончательного решения – работа будет вестись в Польше. Повторяю еще раз – это было самое лучшее решение. Отношение к работе наших польских коллег как при разработке, так и при изготовлении аппаратуры было максимально ответственным. Здесь не требуется особых доказательств, достаточно напомнить, что аппаратура работает уже более 20 лет.

Если говорить о том, что мешало в работе, – это режимность, секретность, закрытость всего и вся. По существовавшим правилам не рекомендовалось часто ездить в одну и ту же страну (часто – это два раза в год), переписка должна была вестись по официальным каналам.

Первый запрет осуществлялся чиновниками легко, второй так же легко нами обходился – практически все время из Дубны в Польшу и обратно ездили польские сотрудники, которые и брали наши письма. Конечно, это ни для кого не было секретом, но, очевидно, везде понимали, что иначе работать невозможно.

Существовал запрет на встречу коллег из Польши с сотрудниками НИКИЭТ при их одновременных командировках в ОИЯИ. Я честно выполнял режимные требования – встреч на работе не было. Правда, один из поляков как-то заметил – вчера ужинали с теми, кого ты от нас скрываешь. Но если даже забыть про связи с поляками, то всеобщая закрытость делала трудными даже простые вещи. Например, для специальных датчиков потребовалось обработать керамические плитки. Кто может это сделать – неизвестно. Исполнителя удалось найти только через знакомых моего тестя. (Сама керамика была изготовлена тоже по знакомству.) Сейчас за 10 минут в Интернете можно найти не менее трех организаций, готовых изготовить и обработать любую керамику, подтвердить качество работы сертификатом и лицензией, но появилась другая сложность – условия при этом самые грабительские.

В ГСПИ вместе с другими работами по ИБР разрабатывались системы технологического контроля и электроаппаратура управления, а в НИКИЭТ – узлы самого реактора и системы его управления. Здесь, в отличие от поездок в Варшаву, никаких ограничений не было. Для трех-четырех сотрудников отдела была стандартная ситуация – не менее двух поездок в неделю. Хочется верить, что смысл в этом был, мы предотвратили ряд очень серьезных ошибок в проекте. Это не означает, что проектанты были не те что нужно. И тогда, и сейчас считал и считаю, что проектные организации Средмаша работали на очень высоком уровне, просто наши требования отличались от привычных, понять и принять их было не так просто. Это естественно в нестандартных ситуациях. И не только мы, но и другие понимали необходимость тесных связей с проектантами и часто к ним ездили. Например, с В. П. Саранцевым я познакомился и встречался не в Дубне, а в ГСПИ.

С течением времени наши интересы менялись – проектирование завершалось, все большего внимания требовали строительные-монтажные работы. Мой повседневный уровень общения стал – рабочие и бригадиры. И здесь хочу повторить сказанное выше – организации Средмаша (в Дубне это СМУ-5, СМУ-96, СМУ-97) имели очень квалифицированный персонал. Вспоминается очень конкретное лицо – монтажник В. Шилин. Его ставили на самые сложные конструкции – и никаких проблем типа «это сделать невозможно» вообще не возникало. Он, по-моему, сам искал и решал с удовольствием любые трудные задачи. Это был талант, но, к сожалению, имевший стандартную вредную привычку. Правда, она ничуть не мешала ему работать. Как это могло сочетаться – я не понимаю до сих пор.

Если следовать хронологии, то надо вспомнить следующий период – наладка оборудования и сдача его в эксплуатацию. И опять то же – Средмаш с квалифицированным персоналом. С таким персоналом легко находилась общая язык. Мы были единой организацией, выполняющей общую

работу. Как-то незаметно (для меня) наладочные работы переросли в пусковые по отдельным системам.

Все работы велись в полном соответствии с существовавшими правилами – проходили регулярные совещания (планерки) часто на высоких нотах и с матом, регулярно составлялись графики и сетевые планы, принимал решения партком ОИЯИ и т. д. Ясно, все это помогало, но все-таки сроки постоянно задерживались. Одновременно с ИБРом шли проектные работы по другому исследовательскому реактору – ПИК в Гатчине. Среди конструкторов ходила шутка: «До пуска ИБРа всегда полгода, до пуска ПИКа всегда пять лет». Думаю, что сроки пуска ИБРа менялись не менее пяти раз, а ПИК, по-моему, пускается до настоящего времени.

Следующий этап – время пусков от стационарного до энергетического. Результатом последнего стала продолжающаяся вот уже 20 лет работа реактора на физические эксперименты.

А. В. ВИНОГРАДОВ, главный инженер ИБР-2

Регламентная работа в нештатной ситуации

Трудно выбрать что-то особенно запомнившееся, мы за 20 лет эксплуатации реактора разные проблемы решали. И всякий раз стремились не выходить за рамки обычных рабочих процедур. Но бывают сложные случаи. Например, несколько лет назад возникла проблема с настройкой исполнительного органа быстрой аварийной защиты. Казалось бы, обычная регламентная работа, а выполнить ее оказалось непросто. Чтобы добраться до нужного узла и провести необходимую настройку, понадобилось, в частности, предварительно демонтировать со штатного места водяной замедлитель. Реактор – достаточно сложное техническое устройство, и часто, чтобы добраться до нужного узла, приходится разобрать большую часть оборудования. Так было и в данном случае. Работы необходимо было проводить с оборудованием, имеющим высокую наведенную активность, при существенной подсветке со стороны реактора, то есть с большой точностью и осторожностью. Естественно, мы такие работы проводим дистанционно, с помощью предусмотренной для таких случаев проектной оснастки – специальными инструментами. В данном случае использовались управляемые оператором штанги 6-метровой длины.

Но при выполнении работ возникли непредусмотренные осложнения. Когда с помощью штанг мы попытались замедлитель поднять с места и удалить, то сразу сделать это не удалось: замедлитель, как мы ни старались, не сходил с посадочных мест, а длинные трубки, подводящие и отводящие от него воду, при подъеме начали деформироваться и ломаться. Причина оказалась в слабости конструкции и в том, что многолетняя эксплуатация оборудования в поле жесткого радиоактивного излучения привела к некоторому снижению прочностных характеристик металлических элементов конструкции. После этого работа с использованием штатных средств была временно приостановлена, и пришлось придумывать дополнительное устройство. Массивная дополнительная труба с мощным специальным захватом, как струбцина, должна была надежно захватить замедлитель и поднять его. В КБ срочно сделали необходимые чертежи, а цех опытно-экспериментального производства изготовил это устройство, с помощью которого замедлитель был успешно удален, и мы, наконец, добрались до нужного элемента аварийной защиты и провели его настройку. Итогом всех этих хлопот стало заметное улучшение работы аварийной защиты. Кроме того, воспользовавшись ситуацией, мы заменили отработанный водяной замедлитель с не очень удачной конструкцией на новый, с улучшенными характеристиками.

В. П. ПОПОВ, начальник ЭТО ЛНФ,

А. А. ЯКОВЛЕВ, начальник группы

Незаметная бесперебойная работа

Отмечать юбилеи больших событий, а 20-летие пуска реактора ИБР-2 – несомненно одно из таких, всегда и радостно и грустно. Радостно, потому что в нем есть доля нашего труда, а грустно от того, что уже нет с нами многих из тех, чей вклад был, наверное, наиболее значительным. А если учесть, что электричество – это, образно говоря, сердце, кровь и кровеносные сосуды строительства и процесса эксплуатации любого объекта, а тем более такого уникального, как ИБР-2, то вклад электротехнологического отдела (ЭТО) ЛНФ ОИЯИ в запуск и безаварийную эксплуатацию ИБР-2 трудно переоценить.

Начнем хотя бы с того, что мощные насосы для откачки воды из котлована под фундамент ИБР-2, работавшие круглосуточно, пришлось срочно «запитывать» по временной схеме от распределительного устройства уже построенного к тому времени реактора ИБР-30. Ни одного сбоя в работе насосов не было допущено. Это позволило строителям заложить фундамент в довольно сжатые сроки. А далее шли огромные по своей сложности и ответственности работы по монтажу, испытаниям и вводу в эксплуатацию многочисленных систем электроснабжения ИБР-2: высоковольтных и низковольтных кабельных линий; трансформаторных подстанций; распределительных устройств; щитов и станций управления; систем защиты, автоматики и управления. На ИБР-2 одних только электродвигателей разных мощностей эксплуатируется более тысячи.

Среди систем электроснабжения ИБР-2 следует особо отметить безаварийную на протяжении всех 20 лет работу электрооборудования следующих наиболее важных и ответственных систем – подвижного отражателя, натриевой системы охлаждения, водоснабжения, газоочистки и вентиляции, освещения (рабочего, аварийного, эвакуационного). Особенным требованием и в момент запуска реактора и в процессе дальнейшей его эксплуатации является обеспечение надежного, непрерывного, безаварийного и безопасного электроснабжения реактора ИБР-2. Это требование обеспечивают три разработанные в ЭТО системы – надежного питания, резервного электропитания от Волжской гидроэлектростанции № 190, резервного электропитания от дизель-электростанции. Монтаж и ввод в эксплуатацию этих систем был полностью осуществлен усилиями сотрудников нашего отдела. Такой мощной и полностью автоматизированной дизель-электростанции, как на ИБР-2, нет ни в одной организации города. Это, несомненно, гордость нашей лаборатории.

Безотказная и безаварийная работа такой сложной и ответственной системы, какой является система электроснабжения ИБР-2, стала возможной благодаря слаженному, дружному и высококвалифицированному коллективу ЭТО ЛНФ ОИЯИ. Это первый руководитель отдела Г. В. Ветехин и его нынешний руководитель В. П. Попов, первые начальники групп Г. Е. Лоцилов, А. И. Селезнев, сменившие их А. И. Леонов, В. А. Трепалин, А. Р. Ганюшкин, А. А. Яковлев, наиболее квалифицированные и активные рабочие В. П. Ерусалимцев, Ю. В. Елин, А. Н. Попов, В. В. Шаденко, А. С. Шаркунов. Особо следует отметить наших высокоуважаемых ветеранов, проработавших в ЛНФ более 40 лет, – А. Н. Панкова, Т. В. Анциферову, В. Г. Подгорова, А. В. Владимирову, О. Д. Прокофьева, В. Н. Ерофеева. Вот та основа надежного человеческого фактора, благодаря которому жизнь и работа коллектива ЭТО ЛНФ состоит не только из забот и тревог о работе электрооборудования и систем, но есть в ней и так необходимые нам сегодня минуты простого человеческого счастья.

В. Г. СИМКИН, научный сотрудник ЛНФ

Как КОРА завоевала пространство

Февраль 1984 года как-то и не очень запомнился: да, мощность реактора подняли до 1МВт, а в апреле – и до 2 МВт, но первые цветы – нейтроны – появились на фольгах и образцах еще в 1982 году, и главные эмоции, конечно, были связаны с этим годом. Да, мощность тогда была 400 кВт, и режим работы был нерегулярным, но ведь и не 30 кВт ИБР-30! В. М. Назаров и В. А. Архипов по активации фольг уже определили потоки нейтронов на образце в реальной конфигурации спектрометров и экстраполировали эти данные на проектную мощность!

За эти два года наш спектрометр активно завоевывал пространство экспериментального зала № 2: появились две левые «руки» – «косые» нейтронотводы, пересекавшие соседний третий канал с малоугловым спектрометром (они стали объектом постоянных шуток: нейтроны Чера столкнутся с нейтронами Останевича – п-п рассеяние), затем появились и «ноги» – уходящие под пол экспериментального зала алюминиевые короба («штаны»), и, наконец, подвижная детекторная система («каракатица») длиной 6 метров и 2,5 метра шириной начала вращаться вокруг оси образца,

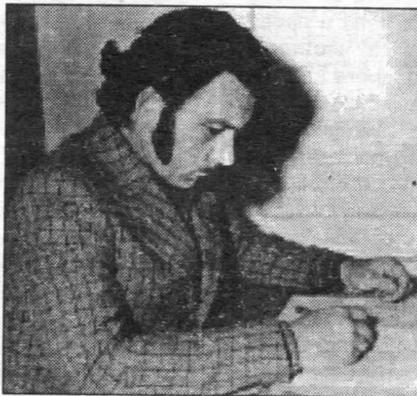
приближаясь то к третьему, то к пятому каналам. Задуманный Норбертом Кроо и осуществленный группой венгерских сотрудников (плюс советский сотрудник – я) под руководством Ласло Чера корреляционный спектрометр КОРА для исследований неупругого рассеяния нейтронов был одним из трех первых спектрометров на реакторе ИБР-2. Его konstruировал Имре Хорват, уникальный корреляционный прерыватель с псевдослучайной последовательностью прозрачных и непрозрачных для нейтронов сегментов создавал Дьёрдь Жигмонд, электронику – Шандор Салаи и Дьюри Рубин. И все это замечательное хозяйство нужно было надежно запрятать в бетонную защиту, ослабляющую радиационный фон в экспериментальном зале, – многомесячное огромное поле для физической работы научных сотрудников, инженеров, лаборантов. Эта защита и скрывает от взоров проходящих по галерее экспериментального зала всю сокровенную суть спектрометра. Бетон, серый бетон, плиты, балки... Спустя годы он будет раскрашен – каждый канал своим цветом, и обретет более эстетичный вид.

Выход реактора на проектную мощность заставил нас устанавливать дополнительные коллиматоры, усиливать защиту в самых неудобных местах, доставать новые эффективные защитные материалы. То есть доставил много хлопот, но что они – в сравнении с теми ожиданиями экспериментальных результатов, ради которых все это и делается!

Первым делом – наука...

18 марта исполнилось 70 лет ведущему научному сотруднику ЛНФ Георгию Сергеевичу Самосвату.

Лев Толстой полагал, что основные черты характера и личности формируются у ребенка к пяти годам. На вопрос, в каком возрасте выявляется у человека профессиональная предрасположенность, классики четко не отвечают. Да это и понятно – в выборе будущей профессии многое зависит от увлечений, способностей, учителей, возможностей, которые предоставляет жизнь. Другим-однокашникам по МГУ известно, что Георгий Сергеевич – Жора увлекался в школе радиолюбительством. А на физфак МГУ его привел, как и многих, сам факт открытия новых зданий МГУ на Ленинских горах в год окончания школы. Правда, открытие нового, по сути, университета задержалось на год, и на первом курсе пришлось пожить в рабочем общежитии ЗИПа в девятиместной комнате. Зато со второго курса Г. С. был среди первооткрывателей прелестей учебы и жизни на Ленинских горах. Получилось как-то так, что к концу четвертого курса Г. С. отошел от детского увлечения радиотехникой (успев соорудить музыкальный синтезатор, управляемый ладонью) и погрузился в углубленное изучение ядерной физики. Дипломную работу Г. С. делал в ФИАНе в лаборатории И. М. Франка и в начале февраля 1958 года был зачислен в создаваемую Лабораторию нейтронной физики старшим лаборантом с высшим образованием (была тогда такая должность).



Так началась 46-летняя научная карьера Г. С., совершенно лишенная налета какого-либо карьеризма, который, увы, присущ и некоторым представителям научной среды.

За прожитые в науке годы Г. С. участвовал в пусковых работах на первом ИБРе и постановке первых экспериментов на его пучках. Вместе с Д. Кишем и Б. Кардоном Г. С. провел исследования так называемого прямого захвата нейтрона ядром. Совместно с Ю. А. Александровым создал установку для исследований угловых распределений рассеянных нейтронов с целью получения оценки поляризуемости нейтрона. Уже самостоятельно Г. С. модернизировал эту установку и выполнил цикл исследований рассеяния нейтронов на широком круге ядер-мишеней, которые легли в основу кандидатской диссертации.

Свою привязанность к изучению

упругого рассеяния нейтронов на ядрах Г. С. сохраняет до наших дней. Систематические исследования характеристик угловых распределений на большом числе ядер дали не только информацию о дифференциальных сечениях рассеяния, важную для мирового банка нейтронных данных, но и привели к обнаружению спин-орбитального расщепления р-волновой нейтронной силовой функции. Эти результаты были удостоены второй премии ОИЯИ и использованы при защите докторской диссертации в 1988 году. В те же годы Г. С. активно участвовал в экспериментах, проводимых в Дубне и Гархинге (Германия) по оценке поляризуемости нейтрона и величины нейтрон-электронного взаимодействия из измерений полного нейтронного сечения для изотопа свинца-208, – тех свойств нейтрона, которые характеризуют его как элементарную частицу. Г.С. был инициатором и «мотором» создания установки для дальнейших исследований угловых распределений рассеянных нейтронов на новом источнике резонансных нейтронов ИРЕН. Теперь «УГРА», напоминающая космический аппарат, ждет, когда же будет завершён проект ИРЕН.

С годами Г. С. выработал в себе завидные свойства тщательности и обстоятельности в решении как методических задач, так и в анализе экспериментальных данных. Прделанные им вычисления давно с полным доверием воспринимаются коллегами. За долгие годы исследований на нейтронных пучках реакто-

Юбилей

Концерт Карины Оганесян

состоялся 12 марта в музыкальной школе № 1. Карина – выпускница этой школы, училась в средней музыкальной школе имени Гнесиных (педагог О. Шинова была на концерте). В настоящее время Карина – студентка 2-го курса Русской академии музыки имени Гнесиных, педагог – Д. А. Бурштейн.

К. Оганесян исполнила наизусть произведения И. С. Баха, В. А. Моцарта, А. Скрябина, Л. В. Бетховена, Н. Метнера и Ф. Шопена. Исполненные композиции сочинялись в разные эпохи в течение трех веков, и Карина блестяще различает нюансы произведений. У нее несомненный талант, и если она будет дальше развивать его, ее ждет в музыке хорошее будущее.

ров ИБР Г. С. увлекался постановкой экспериментов экзотического, фундаментального характера: поисками относительной анизотропии распространения в пространстве гамма-квантов и моноэнергетических нейтронов, поисками осцилляций нейтрон-антинейтрон или сверхплотных ядер, поиском пионного конденсата в ядрах. Г. С. посчастливилось в числе первых выполнить время-пролетные измерения на одном из пучков в пустых еще экспериментальных залах реактора ИБР-2 при его пуске.

Научный и человеческий авторитет Георгия Сергеевича выражается в бессменном избрании его в состав НТС лаборатории. В наши смутные времена Г. С. сохранил свои убеждения и гражданскую позицию. В прошлые годы общественной активности не только работал в партийно-профсоюзных органах лаборатории, но не брезговал участием в лабораторных капустниках, напоминая коллегам о своей музыкальности и приятном голосе. Любовь к хорошей музыке – неувядающее пристрастие Г. С.

Свой юбилей Г. С. встречает в окружении двух своих учеников – молодых кандидатов наук. Не каждый ветеран может этим похвастаться. У Георгия Сергеевича еще много планов-задумок, приятно удивляет его жажда деятельности. Пожелаем ему крепкого здоровья и дальнейших успехов в науке, к чему он сам стремится и на что надеется, а бодрость и уверенность – тоже завидные качества юбиляра.

Дирекция ЛНФ, друзья-коллеги

Весна... Цветы...

Приглашение на выставку

Прекрасны букеты из живых цветов! Но не меньшее эстетическое наслаждение дарят нам художественные композиции из природных материалов: сухих листьев, стеблей, цветов, камней... Они придают нашему дому свежесть, подчеркивают стабильность обстановки и обеспечивают хорошее настроение.

В последние годы искусство аранжировки цветов приобретает большую популярность. Но, как и все виды искусства, это совсем непростое дело. Существует множество правил и законов, благодаря которым композиция из цветов становится действительно произведением. Познакомить с ними, приобщить нас к прекрасному жанру искусства – задача выставки «Волшебные цветы», представленной в читальном зале Художественной библиотеки ОИЯИ (ул. Блохинцева, 13).

Автор этих восхитительных композиций – бывшая сотрудница ОИЯИ, читатель библиотеки, флорист – В. Ф. Бабаева. Решив свою жизнь «на-

всегда превратить в цветы», Валентина Федоровна всеми силами старается повторить это чудо для других. И это ей вполне удается! Читальный зал предлагает познакомиться с творчеством удивительно талантливого человека, воплощающего в жизнь все цветочные фантазии.

Здесь же представлены издания, которые помогут вам в выборе сорта некоторых цветов. Вы найдете самые простые советы по уходу за комнатными растениями, сможете ознакомиться с многочисленными легендами о цветах, их происхождении и истории, с забавными случаями и курьезными фактами из их жизни. И самый обыкновенный, на первый взгляд, цветок откроется совсем в другом свете...

Изысканные композиции из сухоцветов будут радовать нас долгие месяцы, поднимут настроение и придадут особый шарм нашему дому!

Выставка работает до 5 апреля с 11 до 19 часов.

Картины «русского Ван Гога»

13 марта Дом ученых организовал поездку на выставку А. Зверева в Доме Нащокина и выставку «Зримый образ и скрытый смысл» в ГМИИ им. А. С. Пушкина.

Анатолия Зверева (1931–1986) называют «русским Ван Гогом». На выставке представлены все виды творчества этой сложной личности из частных собраний. Здесь же можно посмотреть короткий фильм об Анатолии, в котором его знакомые рассказывают, что это был за человек. Зверев – художник-самоучка, с трудом закончил семь классов школы и двухгодичное ремесленное училище, получив специальность маляра. С первого курса художественной школы его отчислили за «непристойный взгляд». Этот художник, талант от Бога, в жизни чрезвычайно инфантильный, за ночь мог создать огромное количество рисунков. Писал полотно, на картоне маслом, на бумаге тушью. Кстати, несколько лет он жил в Дубне, на «тридцатке». На выставке представлены множество автопортретов, пейзажи, женские и детские портреты, зарисовки птиц и многое другое. Экспозиция знакомит зрителей с высказываниями Зверева. Вот наиболее характерная цитата: «Живопись – это совокупность света и тени, взаимодействующих с цветом. Из этого прозаического и получается то, что признают за Чудо Божье».

Я не любитель экспрессионизма и

ему подобных «измов», но эта выставка меня поразила, рекомендую ее посмотреть. Выходя, я услышал желание некоторых попутчиков еще раз посетить ее. Умер А. Зверев в нищете, гонимый властями, но в мире его уважали. Как и ко многим художникам, слава на родине пришла к нему после смерти.

Выставка «Зримый образ и скрытый смысл» в ГМИИ им. А. С. Пушкина посвящена аллегориям и эмблематике в живописи мастеров Фландрии и Голландии 16–17 веков. Выставлены картины из запасников ГМИИ и пять картин художественного музея Серпухова. Здесь можно увидеть работы П. Рубенса, Я. Брейгеля мл. и многих других. Замечательная экспозиция. В ГМИИ я к своей великой радости нашел открытым зал с работами Микеланджело.

Еще успели заглянуть в Храм Христа Спасителя. В галерее около нижнего храма слева отличная выставка фотографий. На правой стороне, в музее храма, выставлено много икон.

Антонин ЯНАТА

ВАС ПРИГЛАШАЮТ

Дом культуры «Мир»

Суббота, 3 апреля

15.00 Отчетный концерт Детской балетной студии «Фантазия» (директор Мария Журавлева). Билеты в кассе ДК «Мир».

ОИЯИ – НИКИЭТ: для развития сотрудничества

ОИЯИ и НИКИЭТ имеют Н. А. Доллежала связи многие годы плодотворного сотрудничества. 11 марта в Дубне состоялась встреча дирекций двух научных центров. От НИКИЭТ в ней приняли участие генеральный директор профессор Б. А. Габараев, главный конструктор В. П. Сметанников, директор отделения А. Н. Орлов, от ОИЯИ участвовали директор ОИЯИ академик В. Г. Кадышевский, вице-директор профессор А. Н. Сисакян и другие. Гости посетили лаборатории. Был обсужден ряд вопросов развития сотрудничества.

Выборы состоялись

ПО ИНФОРМАЦИИ территориальной избирательной комиссии города Дубны, в выборах Президента Российской Федерации 14 марта приняли участие 31044 избирателя Дубны, или 56,42 процента от числа всех избирателей, внесенных в список. Владимир Путин получил 60,67%, Николай Харитонов – 12,17%, Сергей Глазьев – 9,22%, Ирина Хакамада – 7,39%, Олег Малышкин – 1,43%, Сергей Миронов – 0,92%. Так называемый кандидат «против всех» набрал 7,59%.

Функции расширяются

ПРИСТУПИТЬ с 1 апреля к комплексному обслуживанию внешнего благоустройства и территорий находящегося в их ведении жилищного фонда предстоит муниципальным предприятиям ЖКУ и ЖКУ-2. Распоряжение об этом подписано главой города В. Э. Прохом 11 марта. На баланс жилищно-эксплуатационных предприятий передаются объекты озеленения и благоустройства, контейнерные площадки, мусороприемные камеры.

Выставка к Дню основания ОИЯИ

22 МАРТА в научно-технической библиотеке ОИЯИ открывается выставка, посвященная Дню основания Объединенного института ядерных исследований.

«Лидер» и вакансии

ПРОБЛЕМА трудоустройства молодежи зачастую кроется не в отсутствии в городе рабочих мест, а в отсутствии информации о них – эту мысль подчеркнул, выступая в торгово-промышленной палате Дубны, координатор проекта «Лидер» Владимир Фарисеев. Проект разработан дубненским Фондом поддержки сетевых инициатив и удостоен гранта Фонда «Евразия», выделенного на его реализацию. В любой организации, отметил В. Я. Фарисеев, время от времени появляются вакансии либо потребность в новых квалифицированных сотрудниках. «Лидер» (<http://leader.dubna.ru>) в этом случае предлагает воспользоваться виртуальным кадровым агентством.



По данным отдела радиационной безопасности ОИЯИ, радиационный фон в Дубне 17 марта 2004 года 8 – 10 мкР/час.

Месячник благоустройства

МЕСЯЧНИК по санитарной очистке и благоустройству города пройдет в Дубне с 1 по 30 апреля. Оргкомитет по подготовке и проведению месячника возглавил заместитель главы администрации города Александр Брунь. При проведении уборки города следует обеспечить соблюдение правил пожарной безопасности, техники безопасности и охраны труда. Разжигание костров и сжигание травы, веток, мусора запрещены. Контроль за пожарной безопасностью и проведение профилактических мероприятий в течение месячника возложены на отряд государственной противопожарной службы Дубны совместно с городским отделом внутренних дел.

Награда за информацию

АДМИНИСТРАЦИЯ города установила награду в 30 тысяч рублей за информацию, которая позволит раскрыть лиц, виновных в поджоге лыжной базы, строящейся в котловане за стадионом ОИЯИ, в ночь на 13 марта. Сообщение можно передать в городское управление ГО и ЧС по телефонам: 4-72-07, 4-07-27.

И поэзия, и музыка

25 МАРТА в Художественной библиотеке ОИЯИ состоится литературно-музыкальный вечер «Ты прекрасен, мой мир зарифмованный». Вечере участвуют А. Сисакян, С. Пизик, трио «Вдохновение». Вечер состоится в 18.30 в читальном зале библиотеки.

К паводку надо быть готовым

УРОВЕНЬ снежного покрова в бассейне Волги весной этого года превышает обычный в 1,5-1,8 раза. В связи с реальной возможностью весеннего паводка администрация города предлагает всем жителям индивидуальных жилых домов в левобережной части Дубны и владельцам садовых участков срочно очистить сточные дренажные каналы и подготовить свои владения к пропуску паводковых вод.

Нужны педагоги

ГОРОДСКОЕ управление народного образования приглашает студентов, заканчивающих педагогические учебные заведения в 2004 году, а также жителей Дубны, имеющих педагогическое образование и желающих работать в образовательных учреждениях города, встать на учет в горуну. Обращаться по адресу: ул. Мещерякова, д. 7, комн. 11. Телефон для справок: 4-99-68.

Из редакционной почты

Выражаю сердечную благодарность всем, кто поздравил меня в связи с высокой государственной наградой, которая была вручена мне 16 февраля. Хочу уточнить, что в этот день я получил из рук губернатора Б. В. Громова орден Дружбы. Указ Президента о награждении был подписан 20 ноября 2003 года.

**Академик
Д. В. ШИРКОВ**