

## 2. НЕЙТРОННЫЕ ИСТОЧНИКИ

### 2.1. Импульсный реактор ИБР-2

В 2002 г. ИБР-2 работал в соответствии с утвержденным графиком. На физический эксперимент отработано 8 циклов на мощности 1,5 МВт (2133 ч). За это время было 3 срабатывания АЗ. Подробные сведения о работе ИБР-2 приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Эксплуатационные показатели работы реактора ИБР-2 за период с 01 января 2002 г. по 01 января 2003 г.

№ цикла	1	2	3	4	5	6	7	8	ВСЕГО:
Время цикла	14.01 - 25.01	11.02 - 22.02	11.03 - 22.03	08.04 - 19.04	13.05 - 24.05	21.10 - 01.11	11.11 - 22.11	02.12 - 13.12	
Наработка на физический эксперимент, час	265	264	263	260	262	267	267	265	2113
Наработка подвижного отражателя, час	274	275	276	272	274	276	276	276	2199
Энергонаработка, МВт·час	400	378	397	394	397	403	403	400	3172
Количество срабатываний аварийной защиты (АЗ)	–	–	1	1	1	–	–	–	3
Причины срабатывания АЗ:									
▪ посадки напряжения	–	–	1	1	1	–	–	–	3
▪ неисправности и отказы оборудования	–	–	–	–	–	–	–	–	0
▪ сбои в электронной аппаратуре	–	–	–	–	–	–	–	–	0
▪ ошибки персонала	–	–	–	–	–	–	–	–	0

Таблица 2

Показатели состояния реактора ИБР-2 на 01.01.2003 г.

№ п/п	Показатель (с начала эксплуатации реактора)	Значение	Проект
1	Суммарная наработка на физ. эксперимент, час.	42746	
2	Суммарная наработка энергии, МВт·час.	77690	85000
3	Механическая наработка ПО-2Р, час. Радиационная наработка ПО-2Р, МВт·час. (при плотности потока по центру лопасти $5 \cdot 10^{13}$ н/см <sup>2</sup> ·МВт для нейтронов с $E > 0,1$ МэВ)	18268 30462	19000 36000
4	Максимальный флюенс на корпусе в центре активной зоны, ( $10^{22}$ н/см <sup>2</sup> ): • для $E_n > 0,1$ МэВ • для $E_n > 0,8$ МэВ	3,36 1,45	3,72
5	Максимальное выгорание топлива, (%): • для брикетных ТВЭЛ • для втулочных ТВЭЛ	5,8 6,3	6,5 8,2
6	Запас реактивности, (%)	0,47	
7	Общее количество срабатываний аварийной защиты	441	550

## Основные результаты по модернизации ИБР-2 в 2002 г.:

### 1) ПО-3 – главная задача года

#### 1.1. ОП ОИЯИ:

- В основном завершено изготовление узлов ПО-3.
- Проводится контрольная сборка изготовленных узлов: тележка – платформа – технологическая рама – сборная защита и устранение замечаний.
- Ведется рабочая сборка редуктора.

#### 1.2. НИКИЭТ

- Основной модулятор реактивности изготовлен и передан в ЛНФ.
- Дополнительный модулятор реактивности планируется завершить до 30.12.2002.
- Изготовление кожуха задерживается из-за технологических проблем, которые возникли при его сварке.

### 2) Новая топливная загрузка

- 2.1. Идет изготовление таблеток из  $PuO_2$  на «МАЯКе» (~ 50 %).  
Скорректирован срок сдачи ТВЭЛ – II квартал 2003 г.
- 2.2. Развернуто изготовление комплектующих деталей для ТВС.
- 2.3. Завершено исследование двух отработавших ТВС ИБР-2 в СФ НИКИЭТ.

### 3) Рабочая документация

- 3.1. Завершен рабочий проект нового корпуса реактора ИБР-2М, чертежи переданы в производство.
- 3.2. Начато рабочее проектирование стационарных отражателей, откатных защит и др.
- 3.3. Завершен проект производства работ по демонтажу существующего корпуса ИБР-2, начат проект производства работ по монтажу нового корпуса ИБР-2М.

### 4) СУЗ

- 4.1. Создан в ЛНФ полномасштабный стенд для исследования привода аварийной защиты ИБР-2М, первые исследования подтвердили заложенные в техпроекте решение по быстродействию аварийной защиты.
- 4.2. Продолжены работы по поиску более дешевых вариантов создания электронной аппаратуры.

### 5) Гелиевая установка

- 5.1. Завершен технический проект специальной гелиевой установки для КЗ.
- 5.2. Ведется рабочее проектирование.

На обеспечение перечисленных выше работ в 2002 было израсходовано ~ 553 к\$ при плане 700 к\$, в т.ч. ОИЯИ – 130 к\$ (план 250 к\$), МАЭ – 423 к\$ (план 450 к\$).

## План работ по модернизации ИБР-2 на 2003 г.

### 1. ПО-3 (главная задача)

- контрольная сборка ПО-3 и испытания на стенде,
- перенос ПО-3 в зд. 117, его монтаж и испытания на штатном месте.

## **2. *Топливная загрузка ИБР-2М***

- завершение изготовления ТВЭЛ,
- изготовление комплектующих деталей ТВС.

## **3. *Разработка конструкторской документации:***

- рабочая документация на оборудование реактора ИБР-2М,
- проект производства работ по демонтажу нового корпуса ИБР-2М.

## **4. *Изготовление корпуса реактора ИБР-2М***

## **5. *Разработка проекта электроники СУЗ***

## **6. *ХГУ:***

- завершение рабочего проекта,
- изготовление ХГУ.

## **2.2. Проект ИРЕН**

Планы на 2002 год включали три основные задачи:

1. Подготовка к демонтажу реактора ИБР-30.
2. Завершение утверждаемой части рабочего проекта ИРЕН и создание конструкторской документации на изготовление размножающей мишени.
3. Изготовление узлов ускорителя ЛУЭ-200 и начало его демонтажа в зд. 43 ЛНФ.

Детальные планы-графики реализации этой программы были подготовлены ЛНФ и ЛФЧ совместно с внешними партнерами, участвующими в выполнении проекта ИРЕН. Эти планы были представлены дирекции ОИЯИ вместе с запросом на необходимое финансирование в объеме 570 тыс. долл. США. После рассмотрения финансовых возможностей ОИЯИ для реализации проекта был выделен специальный грант дирекции в размере 380 тыс. долл. США. В первой половине года планы работ и финансирования выполнялись с задержкой не более одного квартала, и к 15 июля было инвестировано около 180 тыс. долл. США, что позволило покрыть долги 2001 и оплатить необходимые материалы и работы по контрактам. Однако в последующий период платежи стали нерегулярными и недостаточными для получения изготовленного оборудования и обеспечения дальнейших работ как в лабораториях ОИЯИ, так и во внешних организациях.

Несмотря на недостаток финансирования, многие пункты план подготовки к выводу из эксплуатации реактора ИБР-30 были выполнены. В частности к концу года было практически завершено сооружение здания 117/6, предназначенного для хранения активированных элементов конструкции ИБР-30. Однако из-за задержки в приобретении дозиметрического оборудования и создания системы физической защиты здания официальный ввод в эксплуатацию здания хранилища, включая его лицензирование, сдвигается на второй квартал 2003 года. Большая часть оборудования, необходимого для демонтажа активной зоны ИБР-30 была сконструирована и изготовлена в Опытном производстве ОИЯИ. Два стенда, предназначенных для тренировки персонала, который должен проводить наиболее важные и «грязные» операции по разборке реактора, оборудованы и официально приняты в эксплуатацию. Специальная инспекция Госатомнадзора рассмотрела состояние дел по выполнению условий лицензии на вывод из эксплуатации реактора ИБР-30 в октябре 2002 года и одобрила в целом проведенную работу. Однако в заключении инспекции отмечена задержка в выполнении планов работ по крайней мере на четыре месяца. Тем не менее, работы по демонтажу реактора могут быть начаты в июле 2003 года при условии выделения необходимого финансирования.

Контракты, заключенные с НИКИЭТ, Москва в первом квартале 2002 года, по разработке конструкторской документации на изготовление размножающей мишени ИРЕН и по созданию проекта системы контроля и управления установкой активно выполнялись, несмотря на отсутствие платежей. Техническое задание для системы контроля и управления готовилось в тесном сотрудничестве специалистов ОИЯИ и НИКИЭТ. Оно было согласовано со всеми службами ОИЯИ. Более трудная ситуация сложилась с завершением рабочего проекта установки ИРЕН, разрабатываемого ГСПИ, Москва. После ряда сдвигов сроков завершения была достигнута договоренность, что утверждаемая часть рабочего проекта будет закончена в мае 2002 года. Однако предварительная версия этого документа была представлена для согласования с ОИЯИ только в октябре.

Даже в условиях нерегулярного и недостаточного финансирования план работ по созданию систем линака ЛУЭ-200 был выполнен в части, зависящей только от деятельности лабораторий ОИЯИ. Очень трудная проблема опережающей разработки конструкторской документации, необходимой для изготовления узлов ЛУЭ-200 была решена с помощью конструкторских бюро ЛНФ и ЛФЧ. Было завершено рабочее проектирование всех элементов линака, расположенных в ускорительных залах зд. 43 ЛНФ. Удалось завершить изготовление фермы ускорителя, а также ряда узлов магнитной фокусирующей системы. Однако работы по изготовлению системы питания соленоида и некоторых элементов ВЧ системы, выполняемые в ИЯФ им. Будкера, Новосибирск, идут с существенной задержкой из-за отсутствия финансирования.

Более благоприятная ситуация сложилась с испытанием прототипа ВЧ системы на полномасштабном стенде. Был успешно проведен десятидневный сеанс непрерывной работы модулятора с клистроном на уровне ВЧ мощности не менее 70% от проектной. Все элементы ВЧ фидера были испытаны и паспортизованы. Часть, не имеющая необходимых параметров, отдана изготовителям на восстановление. Электронный источник был смонтирован на стенде. Его испытания должны начаться в январе 2003 года. Было завершено эскизное проектирование системы контроля и управления ускорителем. Часть оборудования, необходимого для создания этой системы была приобретена и испытана в составе системы управления работой полномасштабного ВЧ стенда. Значительная часть квадрупольных линз была изготовлена в ОП ЛВЭ. Первые два модуля соленоида были изготовлены в ЛФЧ для испытания и паспортизации на стендах точных магнитных измерений ЛФЧ и ЛЯП. Большинство элементов вакуумной системы линака были протестированы и подготовлены для монтажа в зд. 43.

Необходимо отметить, что работы, проведенные в лабораториях ОИЯИ, поощрялись из специального премиального фонда, выделенного дирекцией ОИЯИ. Без этой поддержки было бы невозможно выполнить конструкторские работы, провести демонтаж вспомогательных систем реактора ИБР-30, начать ремонт ускорительных залов в зд. 43 и реализовать большую часть работ по созданию узлов ЛУЭ-200.

Полный объем инвестиций в проект составил на конец 2002 года 312 тыс. долл. США, включая оплату работ ОП ОИЯИ, которые будут завершены в 2003 году.

Подводя итог выполнения проекта ИРЕН в 2002 году, необходимо отметить, что планы работ были выполнены частично. Отставание составляет в среднем два квартала. Таким образом, пуск линака возможен в 2004 году, а завершение первой очереди проекта ИРЕН и начало работы установки сдвигается на 2005 год. Этот срок может быть соблюден только при наличии необходимого финансирования в ближайшие три года.