



РОСАТОМ



ПРЕДПРИЯТИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ»

**ОАО «НИКИЭТ»**

## **АТОМЭКСПО-2011**

**Круглый стол:**

**«Перспективы международного сотрудничества на новой технологической платформе»**

# **Перспективы международного сотрудничества по проекту МБИР**

**Главный конструктор РУ МБИР И.Т. Третьяков**

**Москва 06-06-2011**

## Перспективы международного сотрудничества по проекту МБИР

### Объективные факторы:

- Развитие инновационных реакторных технологий, порождающих потребность в экспериментальном обосновании в реакторных условиях;
- дефицит высокопоточных реакторов на быстрых нейтронах с широкими экспериментальными возможностями;
- развитие проекта МБИР в рамках ФЦП ЯЭНП;
- высокая стоимость ИЯУ

### Субъективные факторы:

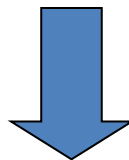
- стремление России (Росатома) развивать международное сотрудничество по проекту и использованию МБИР;
- желание других стран участвовать в международном сотрудничестве по проекту и использованию МБИР;
- поддержка международных организаций и сообществ

## Основные российские и зарубежные реакторные технологии четвертого поколения – Generation IV International Forum (GIF).

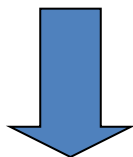
Реактор	Спектр	Теплоноситель (т/н)	Температура т/н на выходе, °С
БН-1200	<b>быстрый</b>	Na	550
СВБР	<b>быстрый</b>	Pb-Bi	482
БРЕСТ	<b>быстрый</b>	Pb	530
ГТ-МГР	тепловой	He	850
МГР-Т	тепловой	He	950-1000
LFR	<b>быстрый</b>	Pb/Pb-Bi	500-800
MSR	Эпитепловой/тепловой	NaF, ZrF <sub>4</sub>	750-800
SFR	<b>быстрый</b>	Na	550
SCWR	тепловой/ <b>быстрый</b>	Сверхкритическая H <sub>2</sub> O	510
VHTR	тепловой	He	1000
GFR	<b>быстрый</b>	He	850

## Зачем нужен реактор МБИР России?

Инновационные энерготехнологии, предусмотренные в ФЦП ЯЭНП на период 2010-2015 гг. и до 2020 г.



Своевременное обновление базы исследовательских реакторов, обеспечение её адекватности перспективным задачам АЭ



Достижение  
 $\Phi_n \sim 5-6 \cdot E15 \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$



Расширение  
экспериментальных  
возможностей по отношению к  
БОР-60

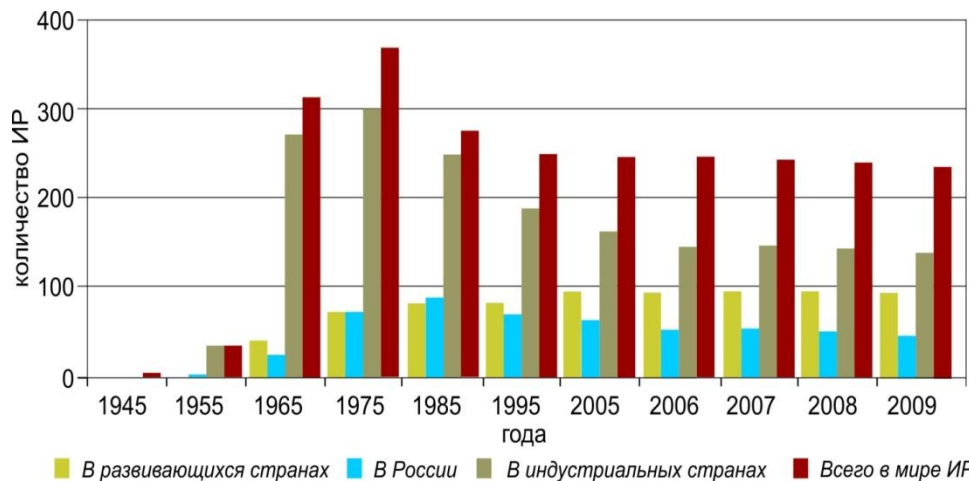
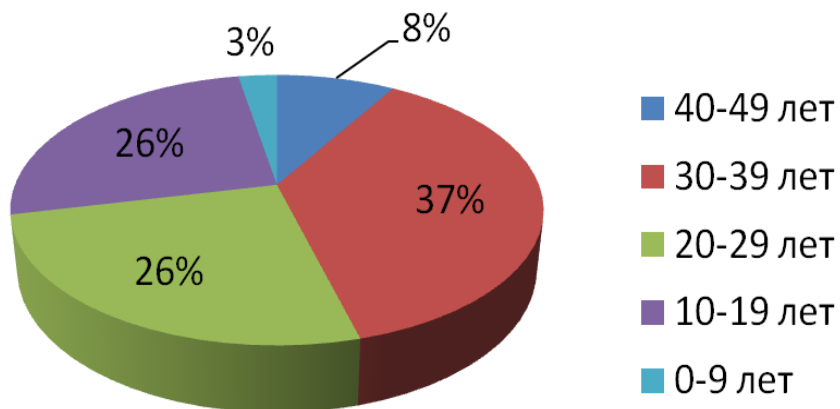
# Мировой Парк Исследовательских Реакторов

**В настоящий момент по данным WNA в мире эксплуатируется **239** реакторов, около **360** реакторов остановлено и выведено из эксплуатации**

**Страны с наибольшим количеством действующих ИЯУ:**

- **Россия (62 реактора)**
- **США (54)**
- **Япония (18)**
- **Франция (15)**
- **Германия (14)**
- **Китай (13)**

## Возраст реакторов



## БР с натриевым теплоносителем (из БД МАГАТЭ по ИР)

Характеристика	МБИР	БОР-60	PHENIX	JOYO	FFTF	FBTR
Страна	Россия	Россия	Франция	Япония	США	Индия
Год пуска	2018-2019	1969	1973	1977	1980	1985
Состояние	Проект	Работает	Остановлен	Работает неустойчиво на пониженной мощности	Остановлен	Работает на пониженной мощности – до 2030 г.
Мощность, МВт(т)	150,0	60,0	563,0	140,0***	400,0	40,0 (17,4*)
$\Phi_{\text{макс}}$ в АЗ, см <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>	$5,5 \cdot 10^{15}$	$3,3 \cdot 10^{15}$	$7,2 \cdot 10^{15}$	$4,0 \cdot 10^{15}$ **	$8,0 \cdot 10^{15}$	$3,0 \cdot 10^{15}$ **
Наличие ПК	Три ПК	Нет	Нет	Нет	1 центр. ПК	Нет

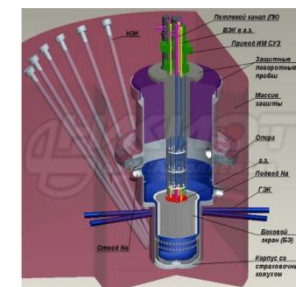
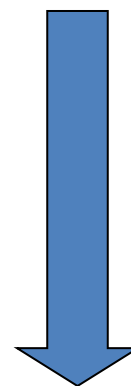
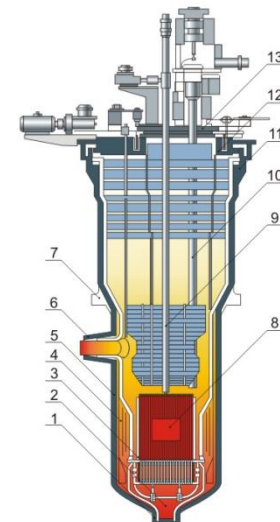
\* – реально реактор не выходил на мощность более 17,4 МВт(т); \*\* – поток нейтронов указан для мощности 40,0 МВт и 140 МВт соответственно, см. примечание \* и \*\*\*; \*\*\* - реактор работает неустойчиво, достигнутая мощность не превышала 100 МВт

- Со ртутным теплоносителем: **Россия/СССР** : [БР-2 ФЭИ](#), г.[Обнинск](#), 1956
- **С газовым теплоносителем: Россия / СССР**; [ВТГР-300](#) (проект) — высокотемпературный газоохлаждаемый реактор на быстрых нейтронах Н  
Е
- **С натриевым теплоносителем: Россия/СССР** П
  - [БР-5 ФЭИ](#), г.[Обнинск](#), 1959-2002 Р
  - [БОР-60 НИИАР](#), г.[Димитровград](#), действует с 1969 Е
  - [БН-350 Казахстан](#), г.[Шевченко](#), 1973—1999 Р
  - [БН-600 Белоярская АЭС](#), действует с 1980 Ы
  - [БН-800 Белоярская АЭС](#), планируется ввод в 2013 В
  - [БН-К](#) (проект) Н
  - [ИБР-2](#), мощностью 2 (1500) МВт в г.[Дубна](#), действует с 1982 Ы
  - [МБИР](#) – проект, планируется пуск в 2019 г. Й
- **США** : ИР в Лагуна Бич, штат Мичиган, мощность 98 МВт, 1963—1972 гг.
  - Fast Flux Test Facility, штат Вашингтон, мощность 400 МВт, 1982—1992 1994
  - EBR-II. Штат Айдахо, мощность 62.5 МВт. 1962-1994
  - **Великобритания**: - [Prototype Fast Reactor](#), мощность 250 МВт, был запущен в 1970-е годы и закрыт в 1994 1994
- **Франция** :- [PHENIX](#) мощность 563 МВт, 1973-2009 г. 2009
  - [SUPERPHENIX](#), мощность 1,2 ГВт, в эксплуатации 1984—1997
- **Германия** : [SNR-300](#) смонтирован в Калкаре (Северный Рейн — Вестфалия) в 1985, и не был запущен
- **Япония** : реактор мощностью 280 МВт в Мوندжу работал в 1994—1995 По настоящее время
  - JOYO, мощность 140 МВт, 1977 По настоящее время
- **Индия** : FBTR, мощность 40 МВт, 1985, (работает на 10-17 МВт)
  - [PFBR-500](#) мощностью 500 МВт(эл.) строится в Калпаккаме, пуск намечен на 2011 гг.

# Историческая справка и действующий статус проекта «Создание МБИР»

1. 2006г – рабочая группа в ФААЭ
2. 2007 г. – решение НТС №1 от 22.11 – приступить к разработке современного ИР на быстрых нейтронах
3. 2010 г. - Федеральная целевая программа «Ядерные энерготехнологии нового поколения на 2010-2015 годы и на перспективу до 2020 года»:

разработать на первом этапе (2010 - 2014 годы) проект многоцелевого исследовательского реактора на быстрых нейтронах МБИР и соорудить на втором этапе (2015 - 2019 годы) многоцелевой исследовательский реактор на быстрых нейтронах МБИР (взамен реактора БОР-60)





## Требования к ПК со стороны разработчиков реакторных инновационных технологий

Параметр	ПК-Na	ПК-Pb	ПК-Pb-Bi	ПК-Gas (He)	ПК-ЖСР	ПК-КОСМОС
	Проекты в рамках ФЦП ЯЭНП			Проект РФ-США	Российской программы нет	
Рабочая среда	натрий	свинец	свинцово-висмутовый сплав	газ (гелий высокой чистоты)	расплавы фторидов металлов	ксенон-гелий, неон
Интегральная плотность потока нейтронов в ПК, см <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>	$\geq 3 \cdot 10^{15}$	$2 \cdot 10^{15}$	$(2 \div 3) \cdot 10^{15}$	$(0,4 \div 1) \cdot 10^{15}$	до $3,5 \cdot 10^{15}$	до $5 \cdot 10^{15}$
Мощность, МВт	до 1,0	$\geq 0,3$	до 0,8	до 0,15	до 0,15	до 1,0

## Экспериментальные возможности МБИР

Экспериментальное устройство	Количество	Место размещения	Диаметр устройства на уровне а.з., мм	Плотность потока нейтронов, 1/(см <sup>2</sup> ·с)
Петлевые каналы (ПК) - центральный - периферийный	1 до 2	центр а.з. боковой экран	~130	~6·10 <sup>15</sup> ~1,5·10 <sup>15</sup>
Вертикальные экспериментальные каналы в активной зоне (ВЭК)	3	а.з.	~60	(3,2 ÷ 5)·10 <sup>15</sup>
Материаловедческие сборки и сборки для наработки изотопов	≥ 15	а.з. боковой экран	64	до 5·10 <sup>15</sup>
Горизонтальные экспериментальные каналы (ГЭК)	до 6	за корпусом реактора	150-200	до 0,5·10 <sup>14</sup>
Наклонные экспериментальные каналы (НЭК)	до 8	за корпусом реактора	150-300	до 0,5·10 <sup>14</sup>

## **Нынешнее состояние международного сотрудничества по проекту МБИР**

1. Заявление генерального директора госкорпорации «Росатом» С.В. Кириенко , сделанное им на 54-ой пленарной сессии Генеральной Конференции МАГАТЭ в сентябре 2010 года о возможности двухстороннего и многостороннего сотрудничества по МБИР в рамках ИНПРО
2. Развитие двусторонних контактов РФ-США по МБИР в рамках подгруппы по гражданской ядерной энергетике (Кириенко-Поннеман)
3. Развитие двусторонних отношений Россия-Франция по сотрудничеству в области развития быстрых реакторов на натриевом теплоносителе (создана группа по исследовательскому реактору)
4. Двусторонние контакты между российскими и зарубежными организациями (ОАО НИИАР – ИЯИ в Ржеже. Чехия)

# Европа-Россия: МБИР – поле для сотрудничества

Тип ИР Регион Страна	Пучковый ИР (мощность/ макс. нейтронный поток/ год пуска)	Материаловедческий ИР, (мощность/ макс. нейтронный поток/ год пуска)	Изотопный ИР (мощность/ макс. нейтронный поток/ год пуска)
ЕВРОПА	FRM-II (20/ 8·E14/ 2004)	JHR - тепловой (100/ 5·E15/2014) <b>MYRRHA? - быстрый</b>	HFR (45/ 2.7·E14/1961) PALLAS (40-80/ 5·E14/2016)
РОССИЯ	ПИК (100/ 5·E15/ 2012)	БОР-60 - быстрый (60/ 3·E15/1969) МИР.М1 -тепловой (40/ 5·E14/ 1966) ИВВ-2М -тепловой (15/ 5·E14/ 1966) <b>МБИР - быстрый                      (150/ 6·E15/2019)</b>	СМ-3 (100/ 5·E15/1961- 1963) ИВВ-2М (15/ 5·E14/ 1966) ВВР-ц (15/1.8·E14/1964)

# Преимущества международного сотрудничества по проекту МБИР

## Для России:

- привлечение дополнительного опыта и знаний на стадии разработки проекта
- возможность использовать в МБИР современные средства контроля и измерений, диагностического оборудования и т.п.
- наполнение будущей программы исследований на МБИР гарантированными зарубежными заказами
- расширение сферы взаимодействия российских и зарубежных специалистов;
- привлечение в проект МБИР дополнительных инвестиций

## Для зарубежных коллег:

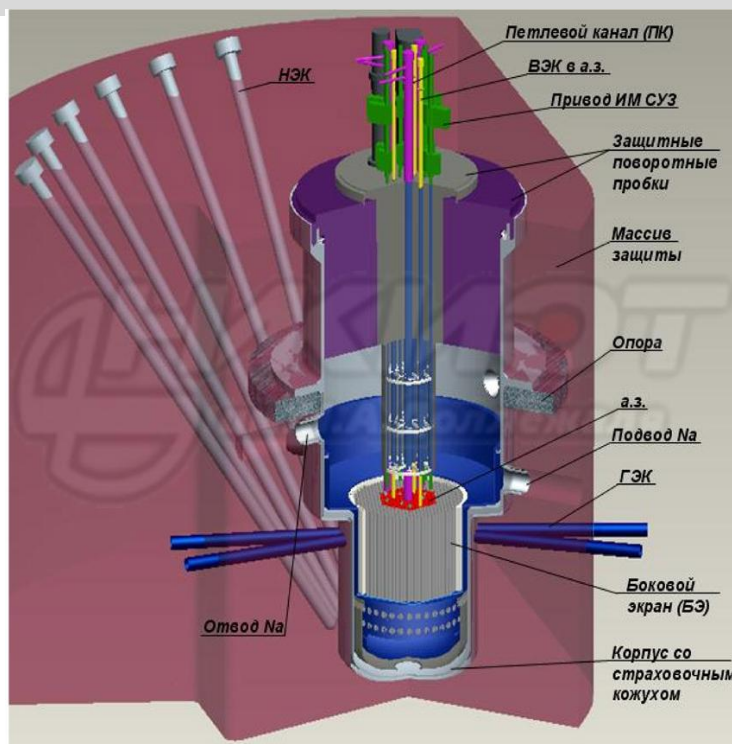
- гарантированная возможность проводить исследования на МБИР после 2020г.
- получение российского опыта и знаний по быстрым реакторам и по ведению реакторных экспериментов
- расширение сферы взаимодействия с российскими специалистами
- экономия временных и финансовых инвестиций при экспериментальном обосновании национальных проектов инновационных реакторов

## Для мирового сообщества:

- возможность привлечение специалистов развивающихся стран к тематике быстрых реакторов без риска для режима нераспространения
- укрепление атмосферы сотрудничества

## Проблемы международного сотрудничества по проекту МБИР

- отсутствие опыта масштабного сотрудничества по ЦКП с базовой установкой в России;
- отсутствие понятного формата сотрудничества;
- отсутствие постоянной площадки для обсуждения и решения проблем международного сотрудничества по МБИР;
- недостаточная информированность зарубежных коллег о проекте МБИР



## Основные технические характеристики реактора МБИР

Характеристика	Значение
Тепловая мощность, МВт	~ 150
Максимальная плотность потока нейтронов, см <sup>-2</sup> с <sup>-1</sup>	≥ 5.5 × 10 <sup>15</sup>
Проектный ресурс, лет	~ 50
Коэффициент использования реактора	~ 0,65
Компоновка реактора	Петлевая
Схема охлаждения реактора	Трехконтурная схема
Теплоноситель: I и II контура III контура	Натрий Вода-пар
Тип сборок в а.з., боковом экране, защите	Чехол шестигранной формы, треугольная решетка элементов.
Диаметр оболочки штатных ТВЭЛ, мм	6,9 – вариант 6,0 – вариант

Всем спасибо!