



**РОСАТОМ**

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

# **МБИР – исследовательский реактор для обоснования инновационных проектов**

**Совещание по рассмотрению возможных вариантов сотрудничества  
и разработки программ совместных научных исследований на базе  
реактора МБИР**

**Автор:**

**Третьяков И.Т., главный конструктор ИИР-директор отделения,  
АО «НИКИЭТ»**

**г. Москва**

**Госкорпорация «Росатом»**

**12 марта 2024**



## Основные задачи реактора МБИР:

- **изучение перспективных видов ядерного топлива и поглощающих материалов**
- **испытание твэлов и ТВС в переходных, циклических и аварийных режимах работы в различных видах теплоносителя (натриевый, тяжёлометаллический, газовый, жидкосолевой)**
- **реакторные испытания и исследования проблем замкнутого топливного цикла, утилизации актинидов и выжигания долгоживущих продуктов деления**
- **радиационные испытания перспективных конструкционных материалов**
- **изучение новых и модифицированных жидкометаллических теплоносителей, средств их контроля и управления качеством**
- **производство радиоизотопной продукции различного назначения, наработка модифицированных материалов**

# Техническая характеристика МБИР



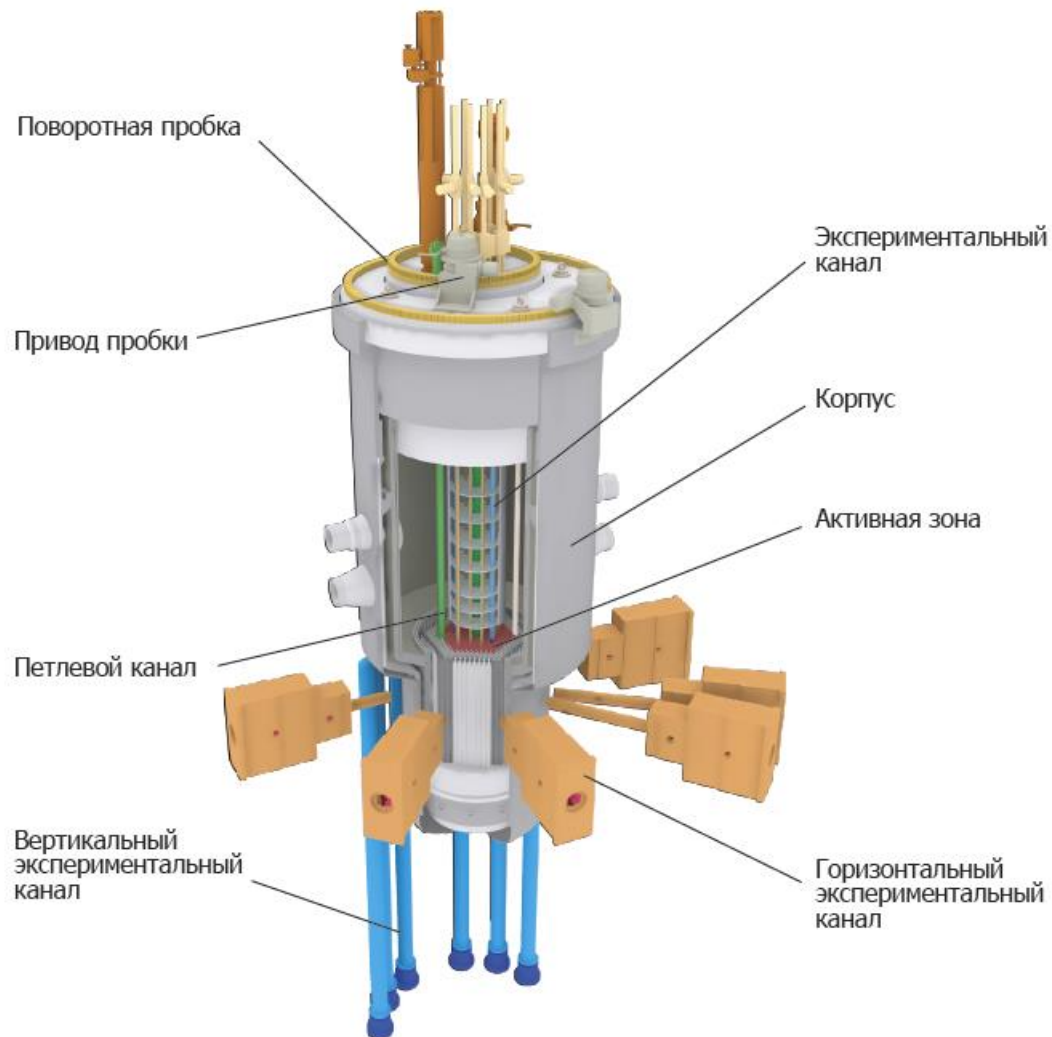
РОСАТОМ

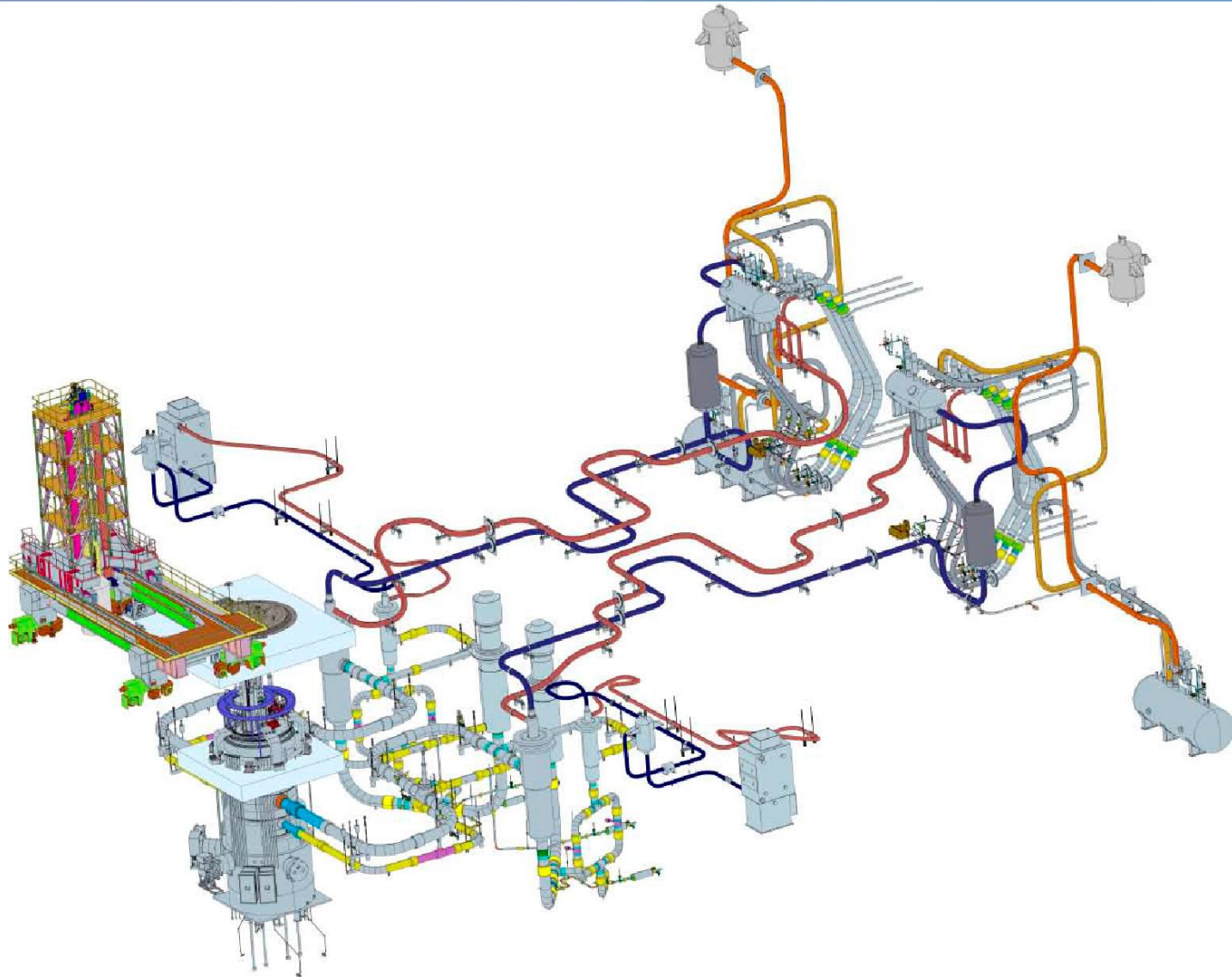
Параметр	Значение
Тепловая мощность, МВт	150
Электрическая мощность, МВт	~40
Максимальный поток нейтронов, 1/см <sup>2</sup> ·с	~5,3·10 <sup>15</sup>
Штатное топливо	Вибро-МОХ (смешанное оксидное уран-плутониевое)
Экспериментальное топливо	Инновационные виды топлива, топливо с МА
Высота а.з., мм	550
Максимальная линейная нагрузка на твэл, Вт/см	500
Кол-во автономных петель с различными видами теплоносителя	до 5 (3 петлевых канала)
Общее количество экспериментальных сборок и облучательных устройств для производства радиоизотопов	до 14 (а.з.) не ограничено (боковой экран)
Количество экспериментальных каналов	до 3 (а.з.)
Количество горизонтальных экспериментальных каналов	до 3 (за корпусом реактора)
Количество вертикальных экспериментальных каналов	до 8 (за корпусом реактора)
Время работы реактора между перегрузками, эфф.суток	100
Срок службы, лет	50

# ОБЩИЙ ВИД РЕАКТОРА МБИР



РОСАТОМ





# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МБИР (с установкой внутри корпуса реактора)



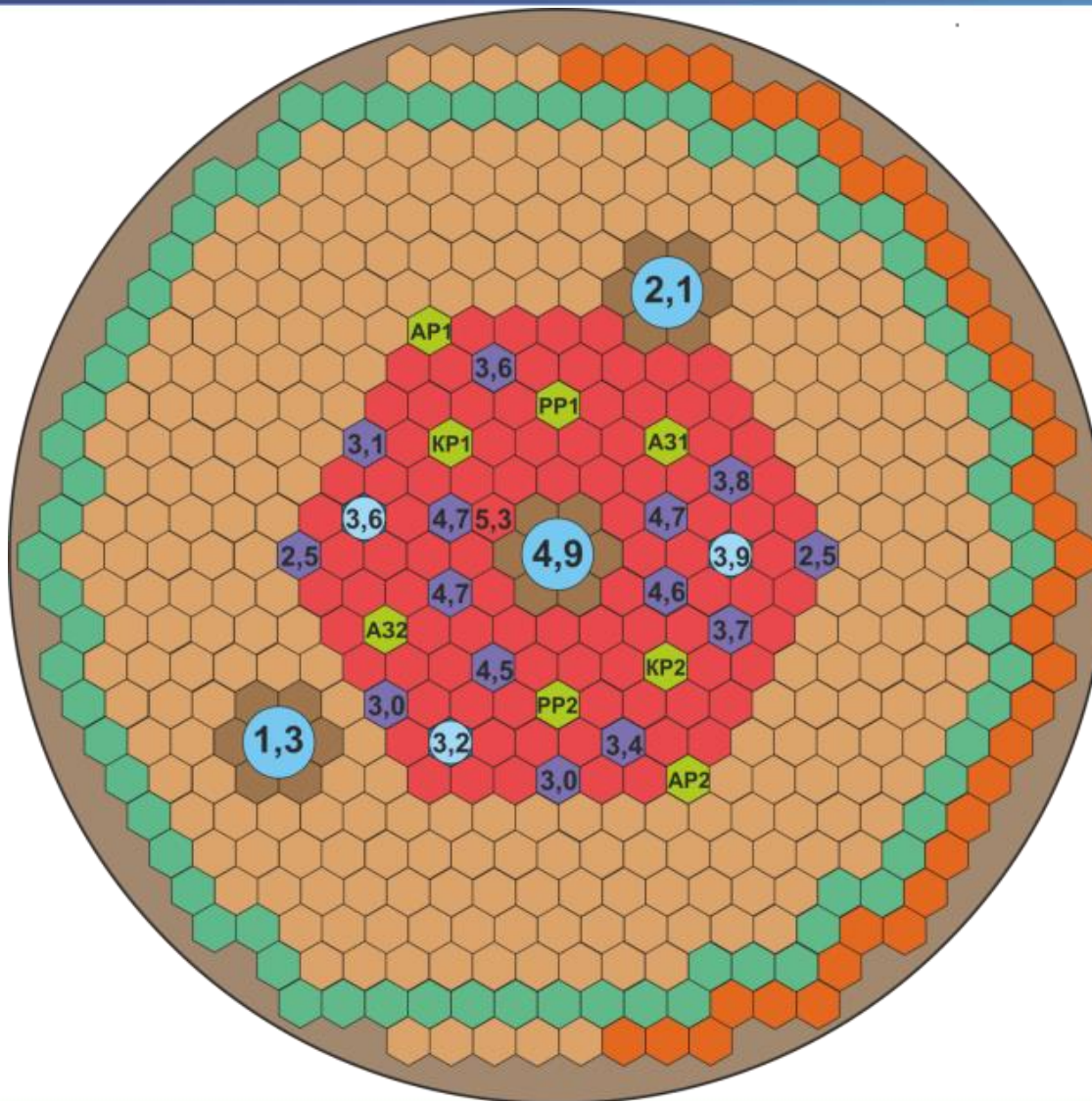
Экспериментальные устройства	Место размещения	Кол-во	Размер	ППН в объеме, $\times 10^{15} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$
Ячейки для размещения неинструментированных материаловедческих сборок и сборок для наработки изотопов	Активная зона	14	Одна ячейка: Размер под ключ – 72,2 мм	Максимальный: <b>4.7</b> Средний по всем ячейкам для центр. части а.з.: <b>3.6</b>
Ячейки для размещения неинструментированных материаловедческих сборок и сборок для наработки изотопов	Боковой экран	Ограничено размером БЭ	Одна ячейка: Размер под ключ – 72,2 мм	Максимальный: <b>2.4</b> Средний по всем ячейкам для центр. части а.з.: <b>1.0</b>
Экспериментальные каналы	Активная зона	3	Одна ячейка: Размер под ключ – 72,2 мм	Макс/сред. в ЭК1: <b>3.9 / 3.4</b> Макс/сред. в ЭК2: <b>3.6 / 3.1</b> Макс/сред. в ЭК3: <b>3.2 / 2.7</b>
Петлевые каналы	Центр а.з.	1	Вместо 7 ячеек а.з. Ø100 мм	Макс/сред. в ЦПК: <b>4.9 / 4.3</b>
	Боковой экран	2		Макс/сред. в ПК1: <b>2.1 / 1.8</b> Макс/сред. в ПК2: <b>1.3 / 1.1</b>



# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МБИР



РОСАТОМ



Плотность потока в ячейках указана с учётом коэффициента  $10^{15} \text{ с}^{-1} \text{ см}^{-2}$

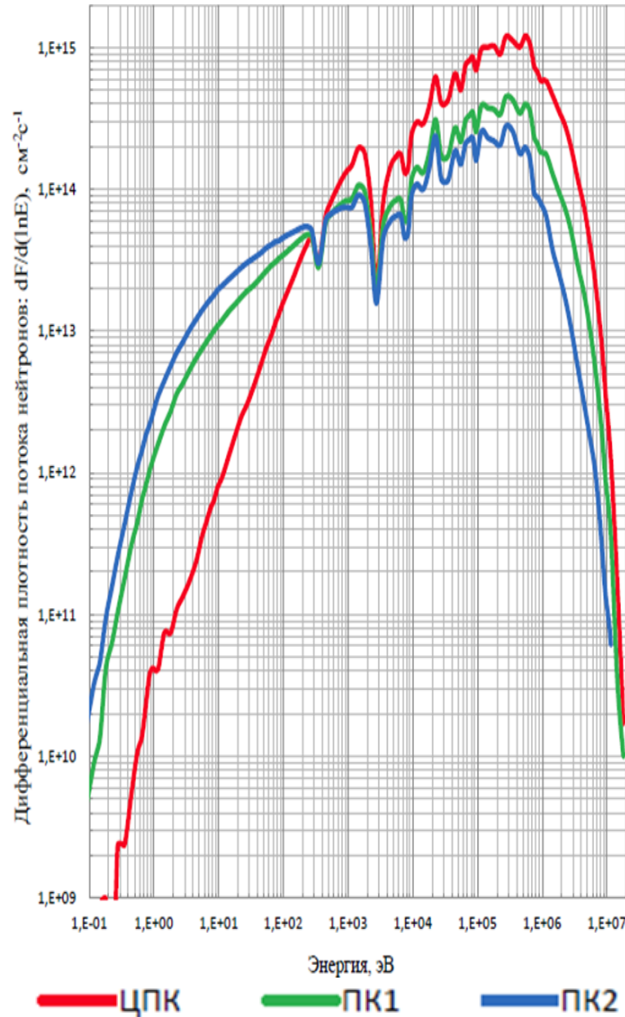
- Сборки защиты внутриреакторного хранилища
- Сборки бокового экрана
- Ячейки внутриреакторного хранилища
- Материаловедческие сборки
- Тепловыделяющие сборки
- Экспериментальные каналы
- Рабочий орган СУЗ
- Петлевой канал



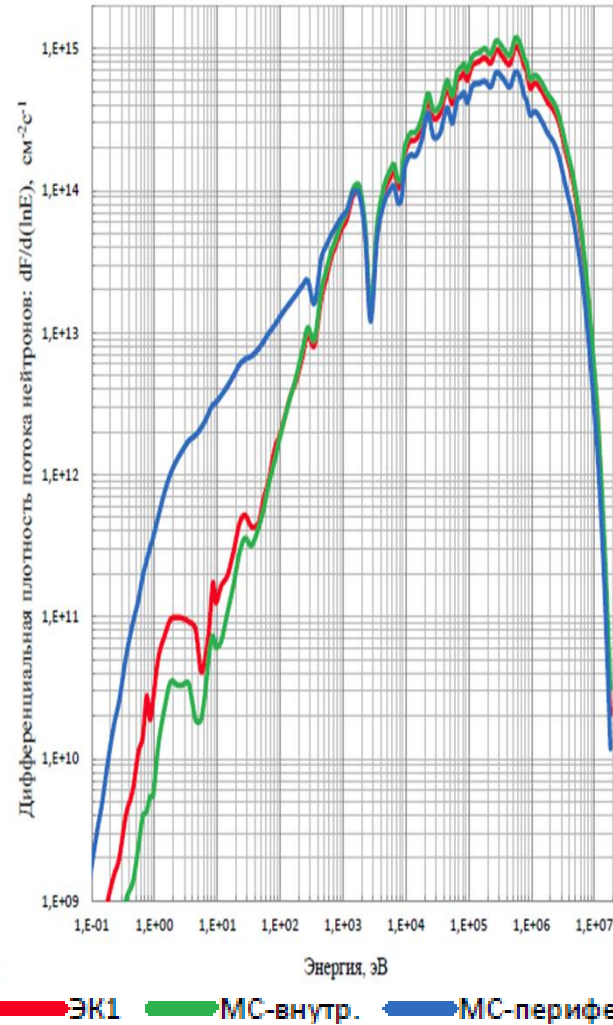
РОСАТОМ

# Спектры нейтронов

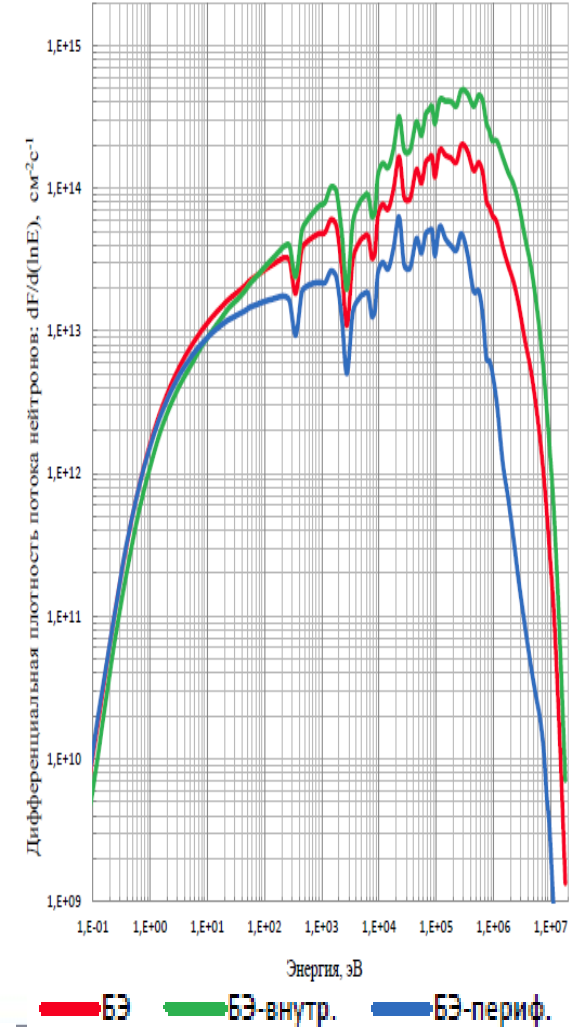
Спектры нейтронов в ЦПК, ПК1, ПК2  
(на уровне топливной части)



Спектры нейтронов в ЭК1,  
МС внутренней локализации  
и МС периферийной локализации  
(на уровне топливной части)



Спектры нейтронов в БЭ,  
внутренней части БЭ и периферийной  
части БЭ (на уровне топливной части)



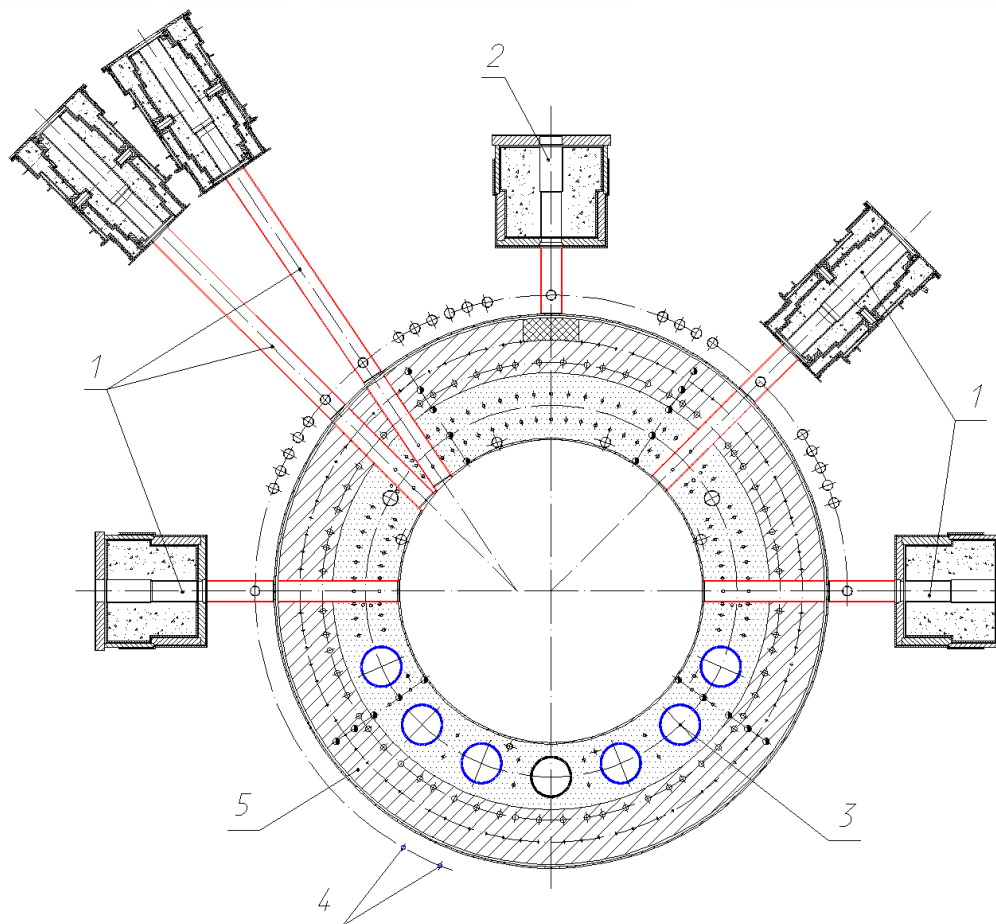


# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МБИР (с установкой за пределами корпуса реактора)



Функционал	ГЭК-1, см <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>	ГЭК-2, 3, см <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>	ГЭК-4, см <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>	ГЭК-5, см <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>	ГЭК-6, см <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>	ВЭК, см <sup>-2</sup> ·с <sup>-1</sup>	
ППН E > 0,1 МэВ	3,28x10 <sup>9</sup>	9,00x10 <sup>8</sup>	-	8,36x10 <sup>9</sup>	3,28x10 <sup>9</sup>	-	-
ППН 0,01 МэВ < E ≤ 0,1 МэВ	2,06x10 <sup>9</sup>	1,42x10 <sup>9</sup>	-	8,73x10 <sup>9</sup>	2,06x10 <sup>9</sup>	-	-
ППН 0,4 эВ < E ≤ 0,01 МэВ	4,51x10 <sup>9</sup>	2,45x10 <sup>9</sup>	2,40x10 <sup>5</sup>	1,38x10 <sup>10</sup>	4,51x10 <sup>9</sup>	-	-
ППН E ≤ 0,4 МэВ	2,38x10 <sup>8</sup>	6,79x10 <sup>7</sup>	3,69x10 <sup>5</sup>	1,34x10 <sup>9</sup>	2,38x10 <sup>8</sup>	1,24x10 <sup>13</sup>	1,59x10 <sup>9</sup> / 6,37x10 <sup>8</sup>
Назначение канала	Физические исследования		Нейтронно- радиографи- ческие исследования	Физические исследования		УЯЛК	НАА
Размещение канала	За корпусом реактора						
Диаметр канала (внутренний), мм	180					342	34

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МБИР (с установкой за пределами корпуса реактора)



- 1 – ГЭК для проведения физических исследований: исследований по физике твердого тела, активационного анализа (ГЭК № 1÷3, ГЭК № 5, 6); 2 – ГЭК для проведения нейтронно-радиографических исследований (ГЭК № 4); 3 – ВЭК для установки ЯЛК (6 каналов); 4 – ВЭК для НАА (2 канала); 5 – тепловая защита реактора

# Требования к петлевым каналам (ПК) со стороны разработчиков энергетических реакторных установок



Параметр	ПК-Na	ПК-Pb	ПК-Pb-Bi	ПК-Gas (He)	ПК-ЖСР
Рабочая среда	Натрий	Свинец	Свинцово-висмутовый сплав	Газ (гелий высокой чистоты)	Расплавы фторидов металлов
Интегральная плотность потока нейтронов в ПК, $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$	$\geq 3 \cdot 10^{15}$	$2 \cdot 10^{15}$	$(2 \div 3) \cdot 10^{15}$	$(0,4 \div 1) \cdot 10^{15}$	До $3,5 \cdot 10^{15}$
Мощность, МВт	До 1,0	$\geq 0,3$	До 0,8	До 0,15	До 0,15
Наружный диаметр, мм	$\leq 120$	$\leq 120$	$\geq 190$	$\geq 130$	$\geq 150$
Высота активной части	Высота а.з. МБИР	Высота а.з. МБИР	Высота а.з. МБИР	Высота БЭ	Высота а.з. МБИР
$T_{\text{вх}}/T_{\text{вых}}$ рабочей среды, $^{\circ}\text{C}$	320/ 550	До 350/ до 750	До 350/ до 500	$\geq 950$	750/ 800

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МБИР (внутриреакторное облучение экспериментальных образцов)

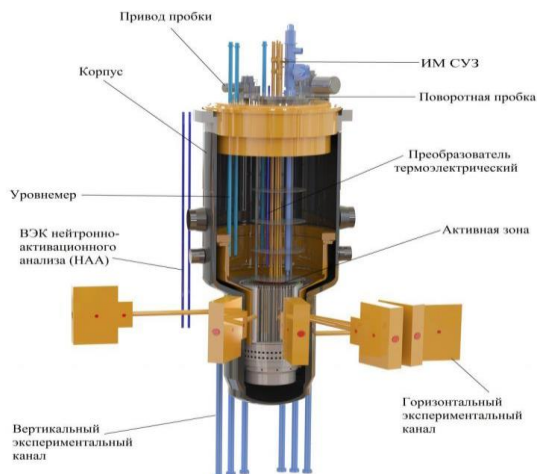
ИЯУ МБИР



Исследуемый образец



## МБИР



## VTR (США)



Параметр	МБИР	VTR
Тепловая мощность реактора (P), МВт	150	300
Теплоноситель	натрий	
Максимальная плотность потока нейтронов ( $\Phi$ ), $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{15}$	$6,2 \cdot 10^{15}$
Максимальный темп набора СНА/год ( $K_{\text{исп.}} = 0,65$ )	50	42
Высота активной зоны, см	55	80
Количество экспериментальных/петлевых каналов	3/3	-/3
Экспериментальные материаловедческие сборки и облучательные устройства для производства радиоизотопов	14	?
Количество ГЭК/ВЭК	6/8	-/-
«Качество» ИР ( $\Phi_{\text{макс}}/P$ ) $\times 10^{13}$	3,53	2,07



# МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЦЕНТР ИССЛЕДОВАНИЙ НА БАЗЕ РЕАКТОРА НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ МБИР



Росатом создает консорциум «Международный Центр исследований на базе реактора МБИР» и приглашает иностранных партнеров к участию



Выгодные условия присоединения на разных этапах реализации проекта (на стадии сооружения, на стадии эксплуатации)

Различные формы партнерства (проведение собственных исследований и/или участие в международной кооперации)



Мировой центр компетенций по быстрым реакторам под эгидой международных организаций



Международная научная платформа в области инновационных атомных технологий



Широкая коллаборации с участием международных экспертов



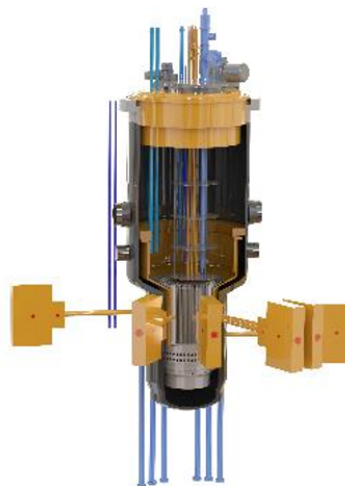
Вклад в технологическое и научное развитие страны – участницы



Уникальная экспериментальная база для реализации самых разнообразных задач



Возможность предоставления участникам Консорциума полного цикла наукоемких высокотехнологичных услуг



МЦИ МБИР  
РОСАТОМ

**ПРОГРАММА  
ПЕРСПЕКТИВНЫХ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ НА РЕАКТОРНОЙ  
УСТАНОВКЕ МБИР**

**В ПЕРИОД С 2028 по 2040 годы**



# Состояние сооружения



POCATOM





# Дорожная Карта сооружения РУ МБИР

## График основного периода сооружения ИЯУ МБИР

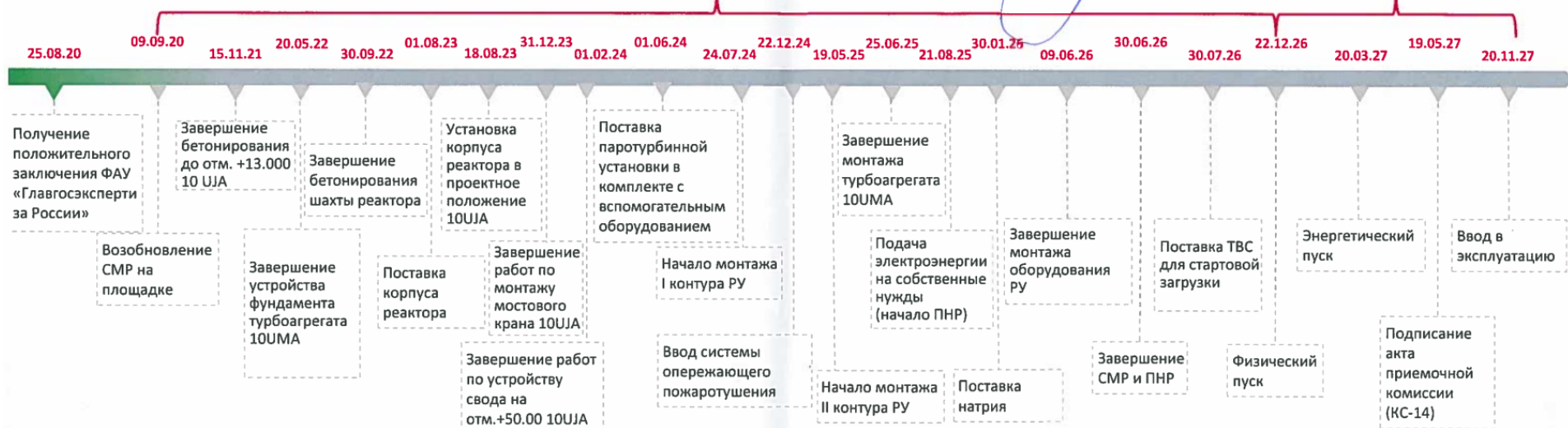
Утверждаю

Директор по капитальным вложениям,  
Государственному строительному надзору и  
Государственной экспертизе

Г.С. Сахаров  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г

Основной период сооружения (75 мес.)

Ввод в эксплуатацию (11 мес.)



Первый заместитель Директора  
Частного учреждения Госкорпорации «Росатом» «ОЦКС»

С.В. Ермаков

Генеральный директор АО «Институт «Оргэнергострой»

Э.Л. Кокосадзе

Заместитель директора по сооружаемым объектам  
АО «ГНЦ «НИИАР»

С.А. Киверов

Советник генерального директора АО «Наука и Инновации»

В.М. Махонин

Менеджер проектов строительства МБИР и ПРК

В.Е. Свистунов



- Быстрый спектр нейтронов;
- Высокий уровень плотности потока нейтронов;
- Широкие экспериментальные возможности, включая три петлевые автономные установки;
- Высокий уровень безопасности;
- Преимущество основных технических решений БОР-60;
- Высокопрофессиональный коллектив эксплуатирующей организации;
- Возможность коммерциализации использования МБИР (изотопы, ЯЛК, электрогенерация);
- Высокий коэффициент использования (0,65);
- Высокий проектный срок службы (50 лет);
- Обеспечение топливного цикла силами НИИАР;
- Инфраструктурная обеспеченность постреакторных исследований.



- Создание ИЯУ МБИР обеспечит атомную отрасль исследовательской инфраструктурой на ближайшие 50 лет. Установка является важным потенциалом для развития всей атомной энергетики.
- ИЯУ МБИР обеспечит проведение испытаний новых видов топлива и конструкционных материалов в сочетании с различными теплоносителями, решения проблем безопасности, надежности и экономической эффективности проектов перспективных АЭС 3-го и 4-го поколений с быстрыми и тепловыми реакторами. Перечень задач, которые планируются к решению на реакторе МБИР изложен в утвержденной «Программе перспективных экспериментальных исследований на реакторной установке МБИР в период с 2028 по 2040 годы».
- Использование ИЯУ МБИР как центра коллективного международного пользования будет способствовать повышению эффективности его использования и развитию партнерства в развитии атомной энергетики в заинтересованных странах.



**Спасибо за внимание !**