



РОСАТОМ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»

МБИР – исследовательский реактор для обоснования инновационных проектов

**VI Международная научно-техническая конференция
«Инновационные проекты и технологии ядерной
энергетики» (МНТК НИКИЭТ-2023)**

**Авторы: Третьяков И.Т., главный конструктор ИИР, АО «НИКИЭТ»
Клинов Д.А., заместитель научного руководителя по
перспективным тематикам, АО «ГНЦ РФ-ФЭИ»**

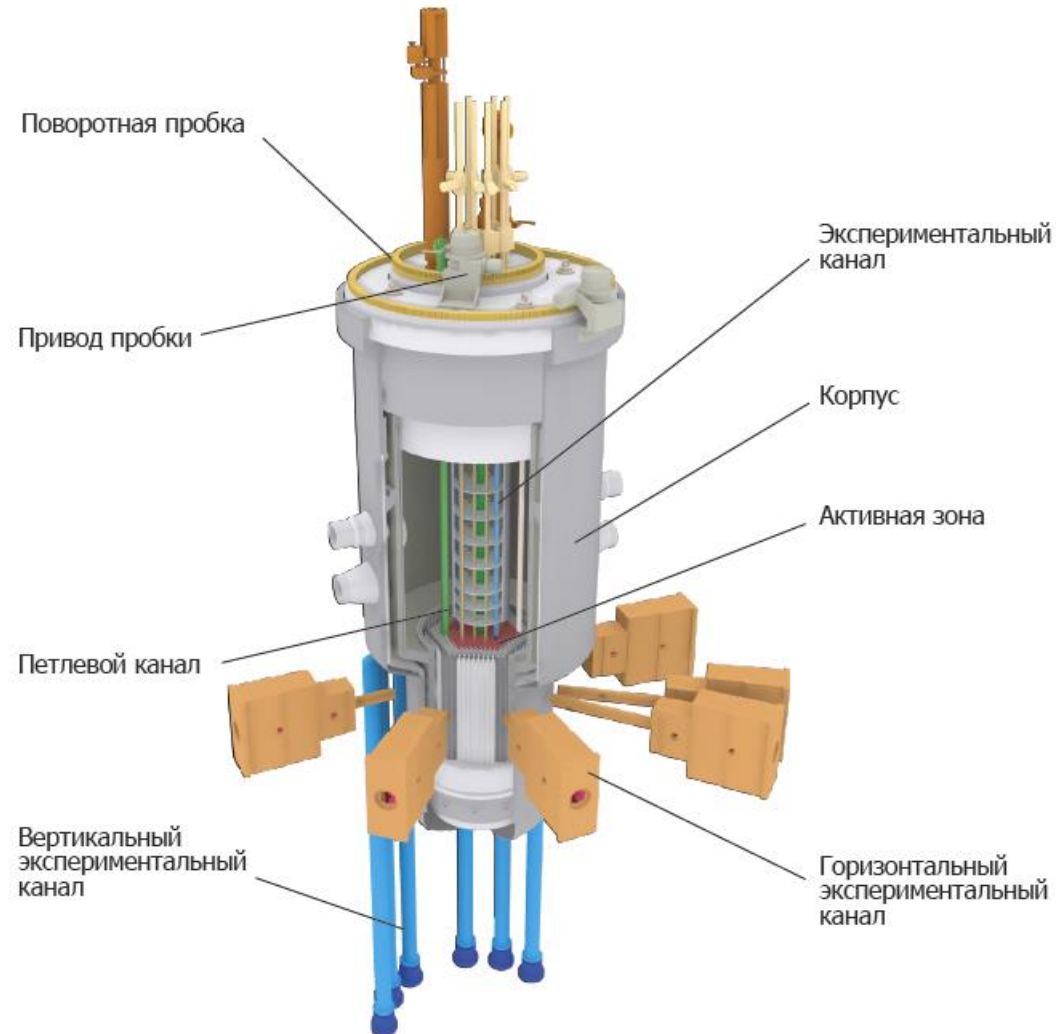
**г. Москва
АО «НИКИЭТ»
14-17 ноября 2023**

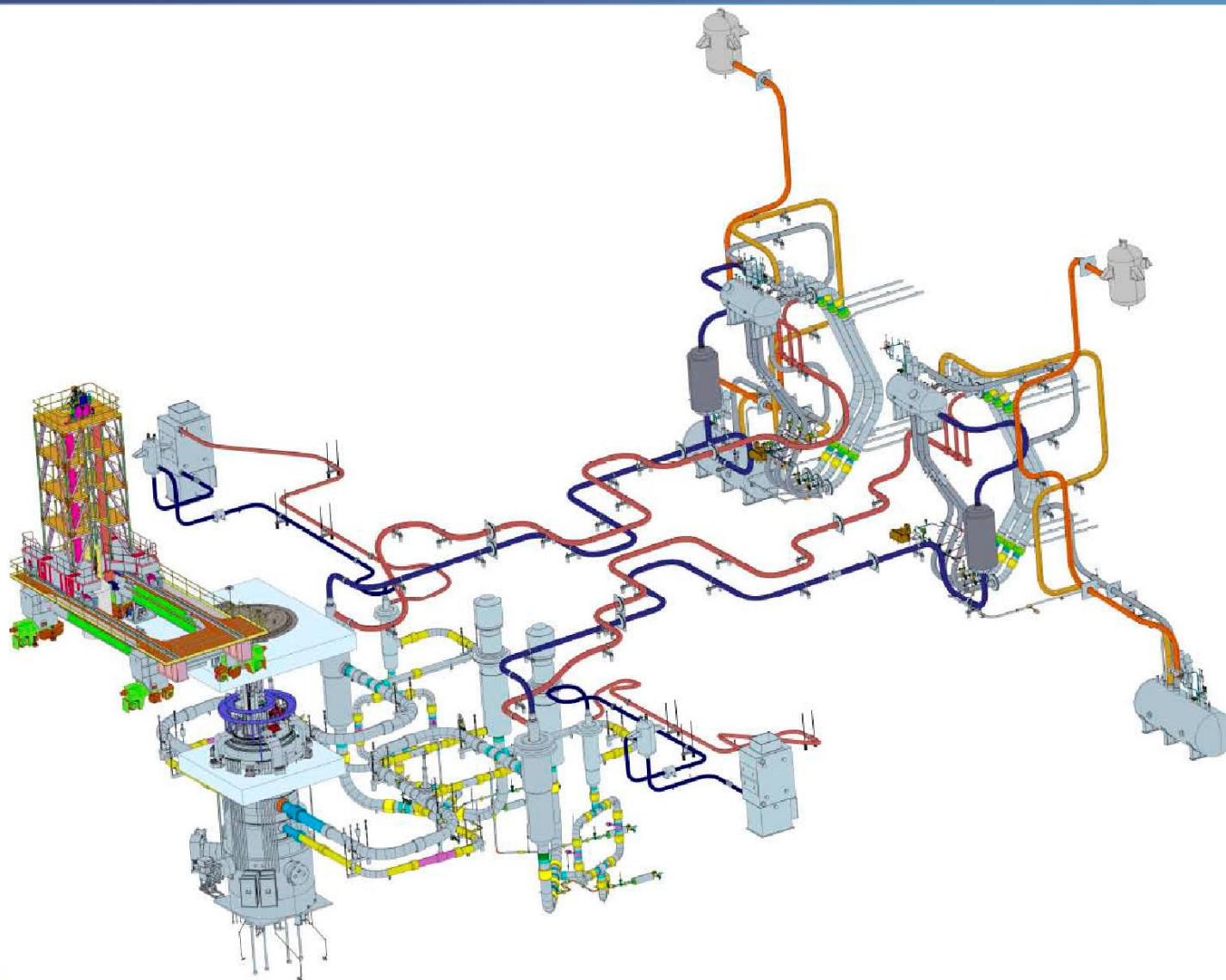
Основные задачи реактора МБИР:

- 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

Параметр	Значение
Тепловая мощность, МВт	150
Электрическая мощность, МВт	~40
Максимальный поток нейтронов, 1/см ² ·с	~5,3·10 ¹⁵
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

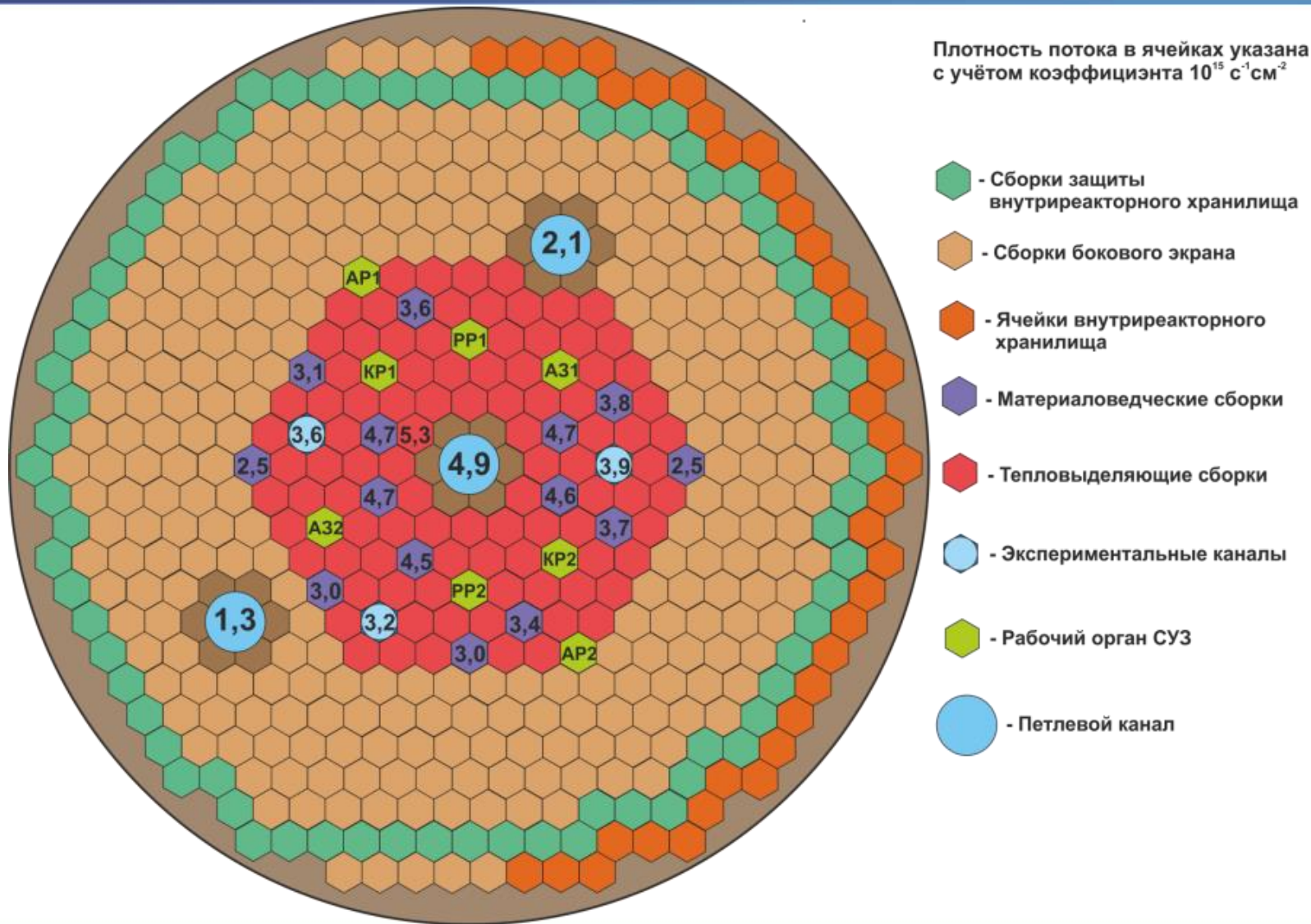




ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МБИР (с установкой внутри корпуса реактора)



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: 4.7 Средний по всем ячейкам для центр. части а.з.: 3.6
Ячейки для размещения неинструментированных материаловедческих сборок и сборок для наработки изотопов	Боковой экран	Ограниче-но размером БЭ	Одна ячейка: Размер под ключ – 72,2 мм	Максимальный: 2.4 Средний по всем ячейкам для центр. части а.з.: 1.0
Экспериментальные каналы	Активная зона	3	Одна ячейка: Размер под ключ – 72,2 мм	Макс/сред. в ЭК1: 3.9 / 3.4 Макс/сред. в ЭК2: 3.6 / 3.1 Макс/сред. в ЭК3: 3.2 / 2.7
Петлевые каналы	Центр а.з.	1	Вместо 7 ячеек а.з. Ø100 мм	Макс/сред. в ЦПК: 4.9 / 4.3
	Боковой экран	2		Макс/сред. в ПК1: 2.1 / 1.8 Макс/сред. в ПК2: 1.3 / 1.1

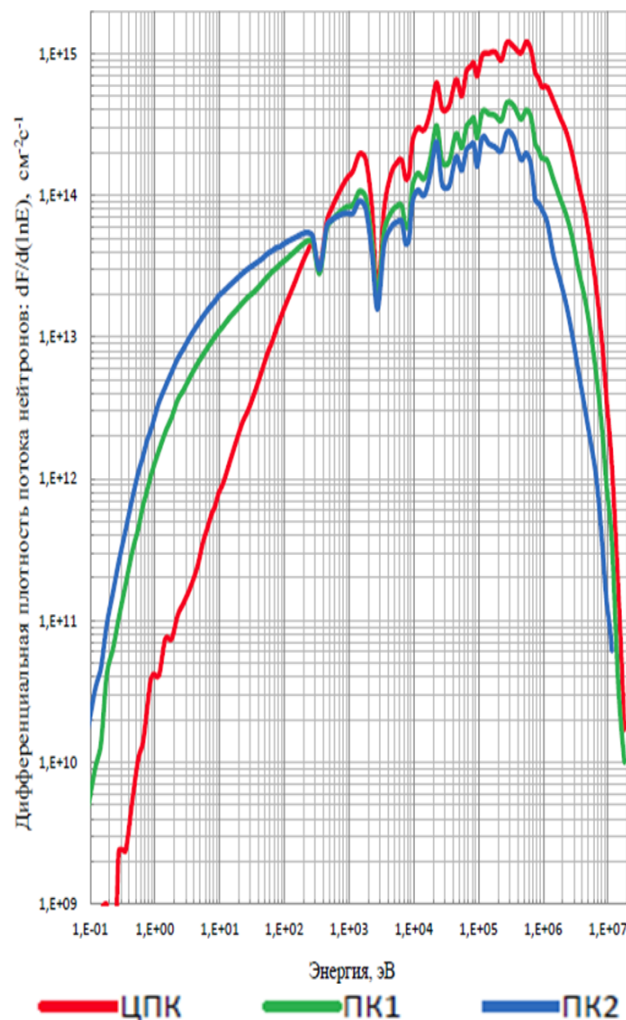




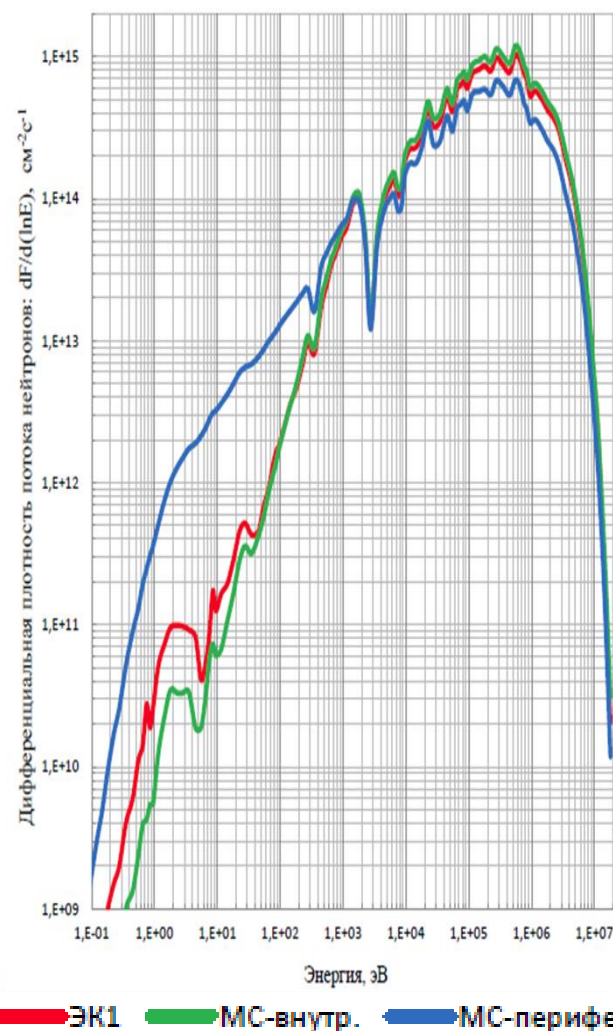
РОСАТОМ

Спектры нейтронов

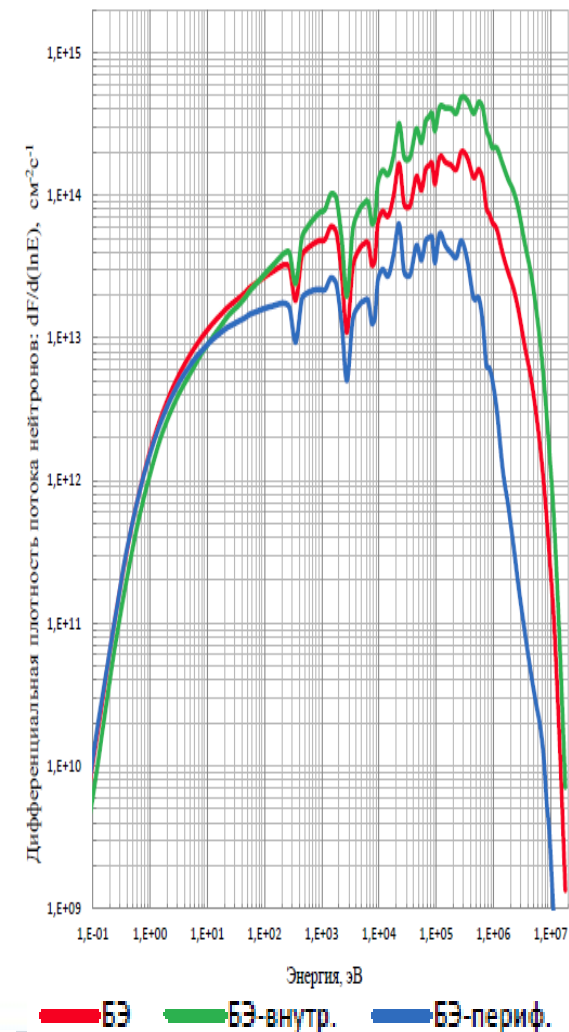
Спектры нейтронов в ЦПК, ПК1, ПК2
(на уровне топливной части)



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)

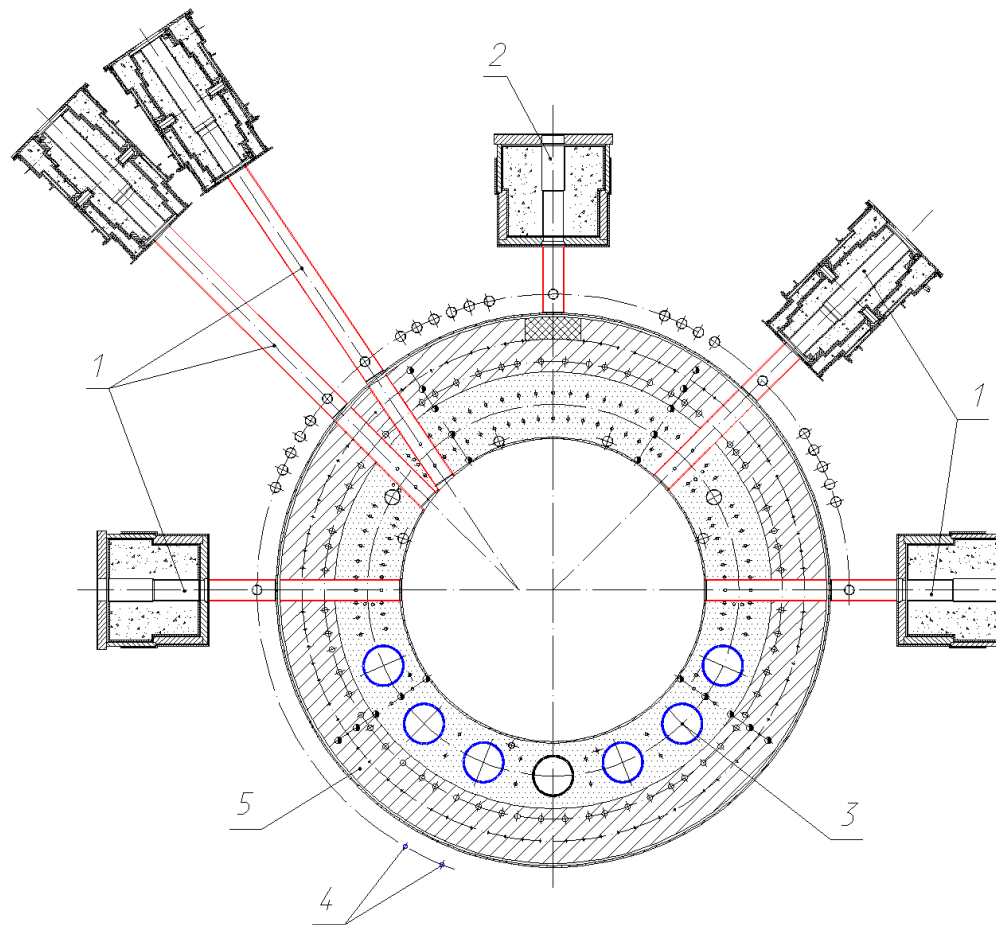


ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МБИР (с установкой за пределами корпуса реактора)



Функционал	ГЭК-1, см ⁻² ·с ⁻¹	ГЭК-2, 3, см ⁻² ·с ⁻¹	ГЭК-4, см ⁻² ·с ⁻¹	ГЭК-5, см ⁻² ·с ⁻¹	ГЭК-6, см ⁻² ·с ⁻¹	ВЭК, см ⁻² ·с ⁻¹	
ППН E>0,1 МэВ	3,28x10 ⁹	9,00x10 ⁸	-	8,36x10 ⁹	3,28x10 ⁹	-	-
ППН 0,01 МэВ < E ≤ 0,1 МэВ	2,06x10 ⁹	1,42x10 ⁹	-	8,73x10 ⁹	2,06x10 ⁹	-	-
ППН 0,4 эВ < E ≤ 0,01 МэВ	4,51x10 ⁹	2,45x10 ⁹	2,40x10 ⁵	1,38x10 ¹⁰	4,51x10 ⁹	-	-
ППН E ≤ 0,4 МэВ	2,38x10 ⁸	6,79x10 ⁷	3,69x10 ⁵	1,34x10 ⁹	2,38x10 ⁸	1,24x10 ¹³	1,59x10 ⁹ / 6,37x10 ⁸
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)



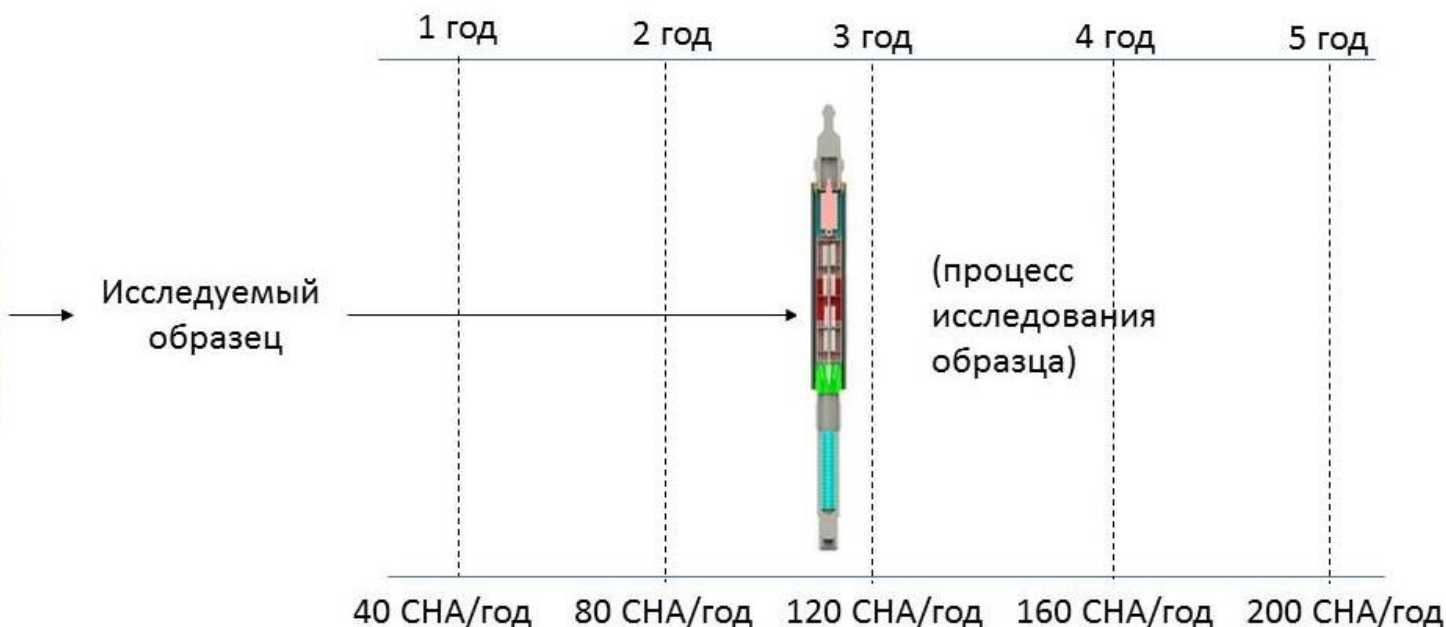
1 – ГЭК для проведения физических исследований: исследований по физике твердого тела, активационного анализа (ГЭК № 1÷3, ГЭК № 5, 6); 2 – ГЭК для проведения нейтронно-радиографических исследований (ГЭК № 4); 3 – ВЭК для установки ЯЛК (6 каналов); 4 – ВЭК для НАА (2 канала); 5 – тепловая защита реактора

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	≤ 120	≤ 120	≥ 190	≥ 130	≥ 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	≥ 950	750/ 800

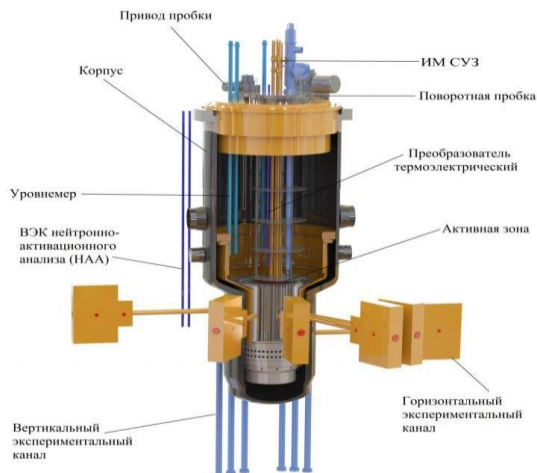
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МБИР (внутриреакторное облучение экспериментальных образцов)

ИЯУ МБИР



Сравнение характеристик реактора МБИР и VTR

МБИР



VTR (США)



Параметр	МБИР	VTR
Тепловая мощность реактора (P), МВт	150	300
Теплоноситель	натрий	
Максимальная плотность потока нейтронов (Φ), $\text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{15}$	$6,2 \cdot 10^{15}$
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

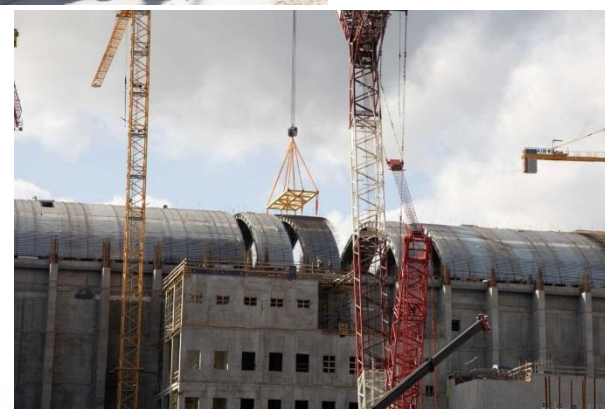


МЦИ МБИР
РОСАТОМ

ПРОГРАММА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКЕ МБИР

В ПЕРИОД С 2028 по 2040 годы



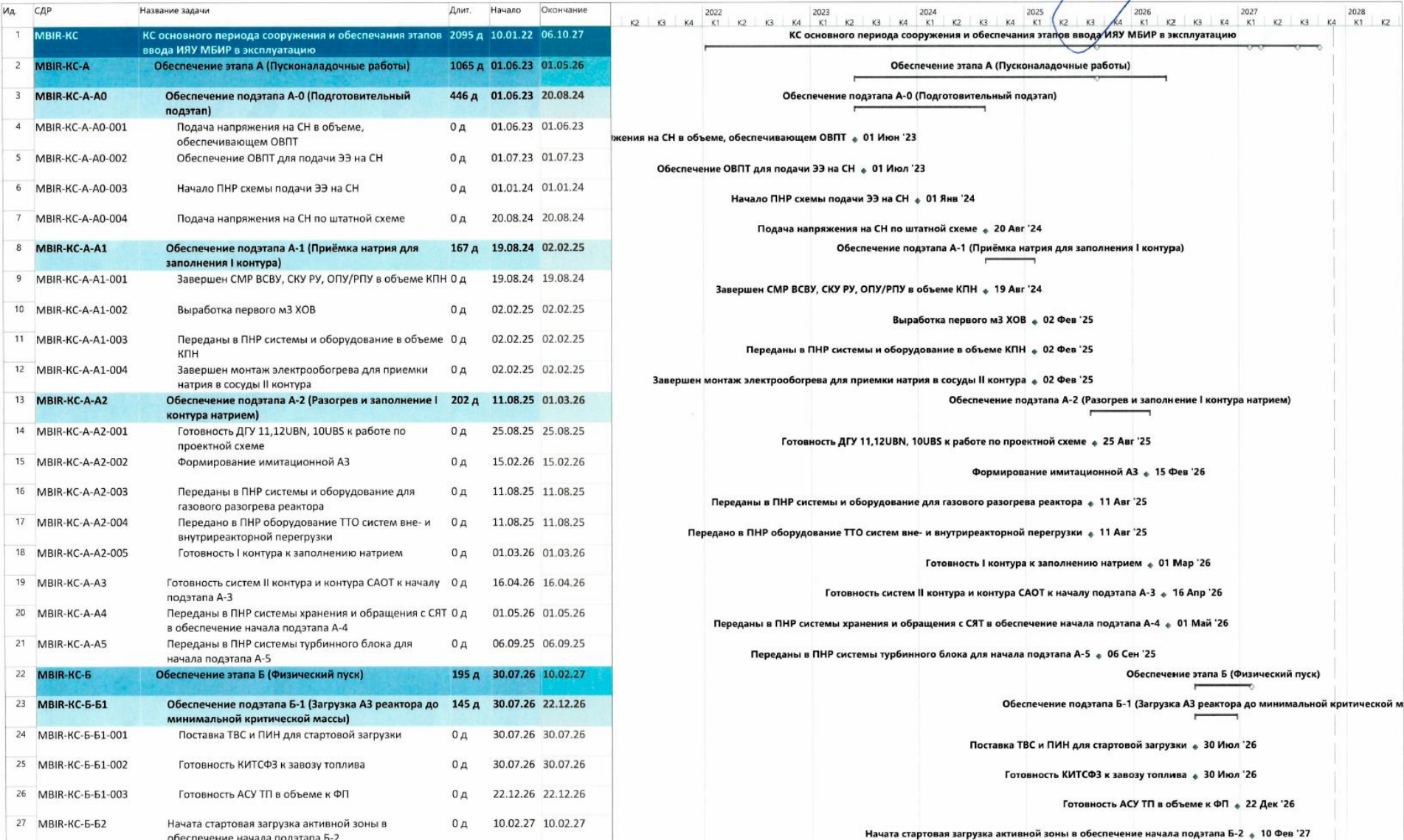


А.А. Кибирев
"21" 12 2022 г.

График 1-го уровня сооружения ИЯУ МБИР

УТВЕРЖДАЮ

Директор по капитальным вложениям
государственному и строительному
надзору и государственной экспертизе
А.С. Сахаров
"21" 12 2022 г.



- Быстрый спектр нейтронов;
- Высокий уровень плотности потока нейтронов;
- Широкие экспериментальные возможности, включая три петлевые автономные установки;
- Высокий уровень безопасности;
- Приемственность 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 !