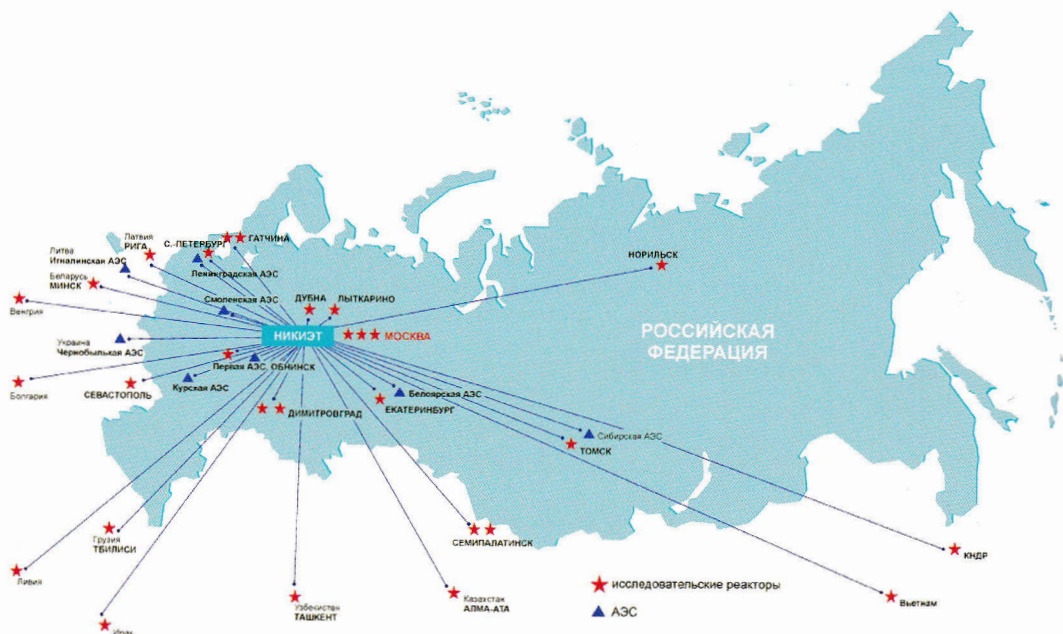


го реактора МБИР, сооружение которого предусмотрено Федеральной целевой программой «Ядерные энерготехнологии нового поколения на период до 2010–2015 гг. и на перспективу до 2020 г.».



Атомные станции и ядерные реакторы, построенные по проектам и при участии НИКИЭТ

Исследовательские ядерные установки НИКИЭТ

Тип ИЯУ	Название ИЯУ	Мощность тепловая, кВт	Год физического пуска	Состояние	Длительность эксплуатации, лет*
ИР	ИР-50	50,0	1961	Консервация	33
ПКС	ФС-2	0,0002	1972	Консервация	26
ПКС	ФС-4	0,0003	1976	Выведен из эксплуатации	18
ПКС	ФС-5	0,0001	1987	Выведен из эксплуатации	7

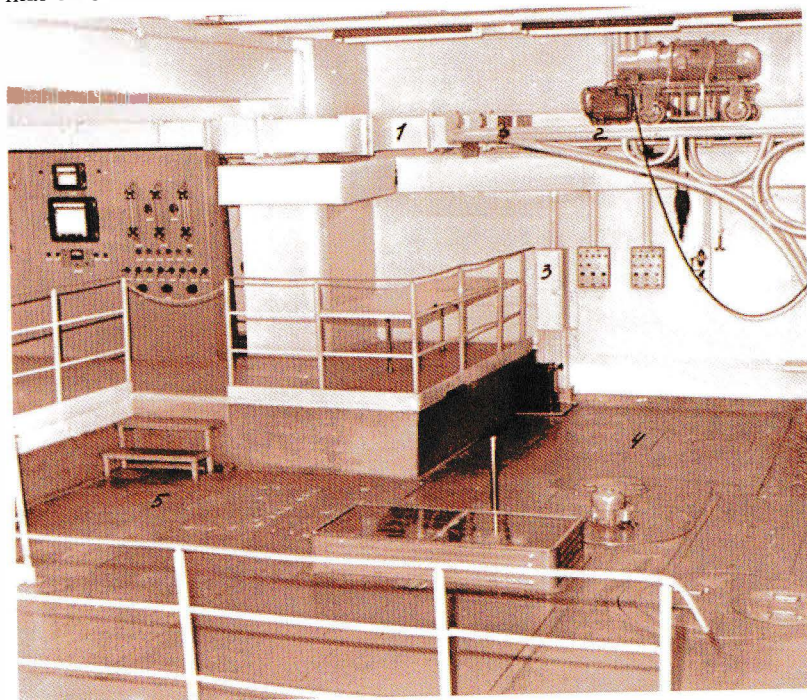
* — на 2015 г. или до момента останова.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РЕАКТОР ИР-50

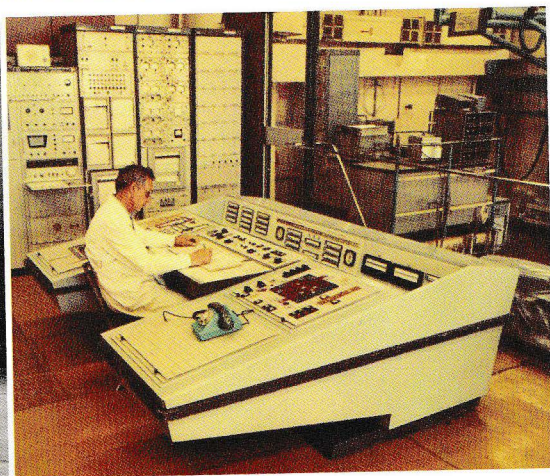
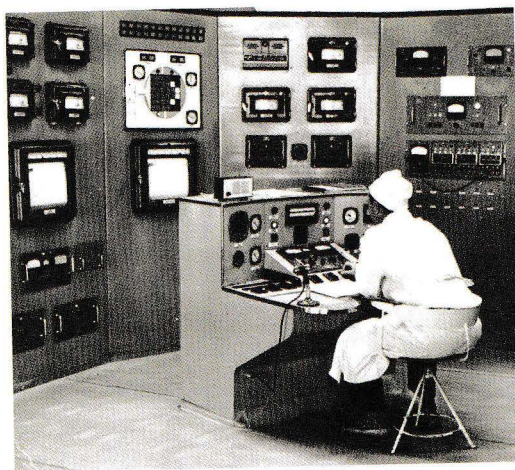
Исследовательский реактор ИР-50 — бассейновый водо-водяной реактор типа ИРТ построен в 1959–1960 гг. Физический пуск реактора состоялся 20 февраля 1961 г., вывод его на проектную мощность 50 кВт в апреле 1961 г.

Реактор спроектирован собственными силами специалистов НИКИЭТ для исследований по физике и технике реакторных установок, для разработки различных материалов и конструкций биологической защиты от нейтронного, γ -, β -излучений, а также различных

типов датчиков и детекторов, образцов поглощающих материалов для органов регулирования СУЗ.



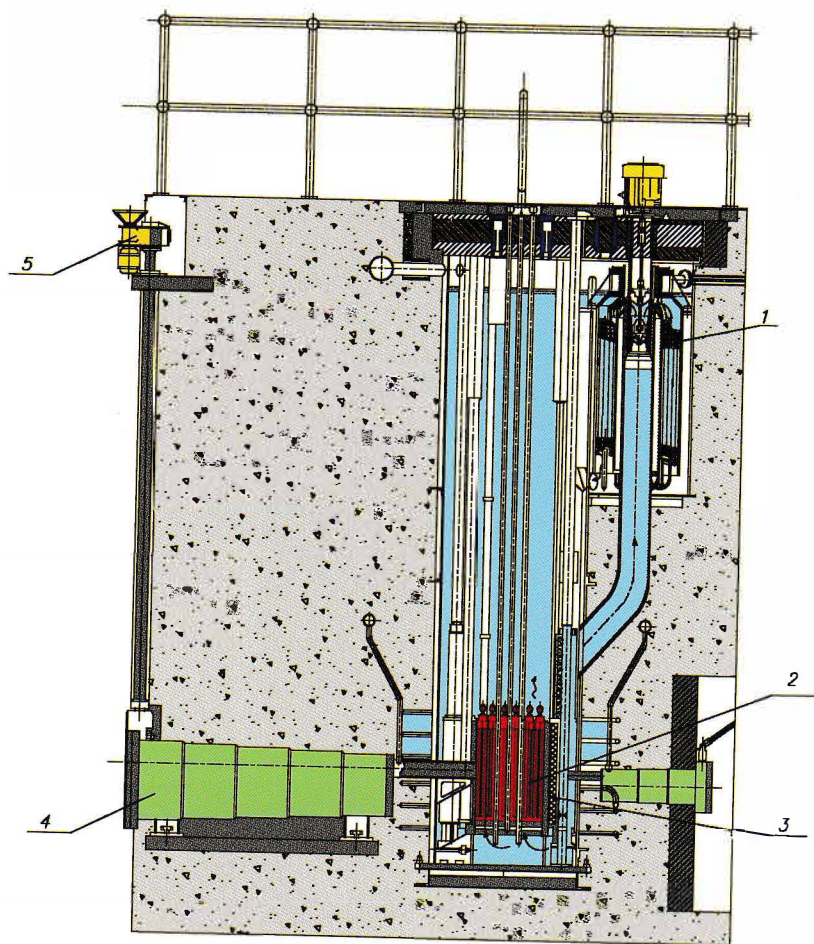
Верхняя площадка исследовательского реактора ИР-50



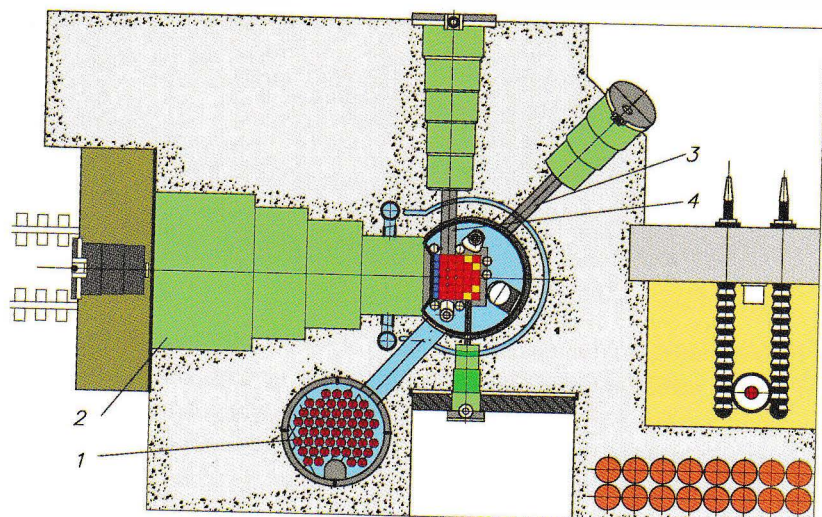
Пульты ИР-50 до и после модернизации

Являясь по своему назначению многопрофильным, реактор ИР-50 эффективно использовался более тридцати лет для решения гражданских и оборонных задач в области ядерных технологий. Основные работы на ИР-50 были связаны с физикой и техникой радиационной защиты, разработкой новых материалов защиты, детекторов ионизирующих излучений, систем контроля и управления ядерными установками.

В настоящее время РУ ИР-50 находится в режиме останова.



Реактор ИР-50.
Продольный разрез:
1 — осевой насос
Дк-100; 2 — активная зона; 3 — опорный кожух активной зоны; 4 — горизонтальный экспериментальный канал № 1; 5 — привод шибера горизонтального экспериментального канала № 1



Реактор ИР-50.
Поперечный разрез:
1 — бак-хранилище ОТВС; 2 — экспериментальная ниша; 3 — наклонный экспериментальный канал; 4 — горизонтальный экспериментальный канал № 1

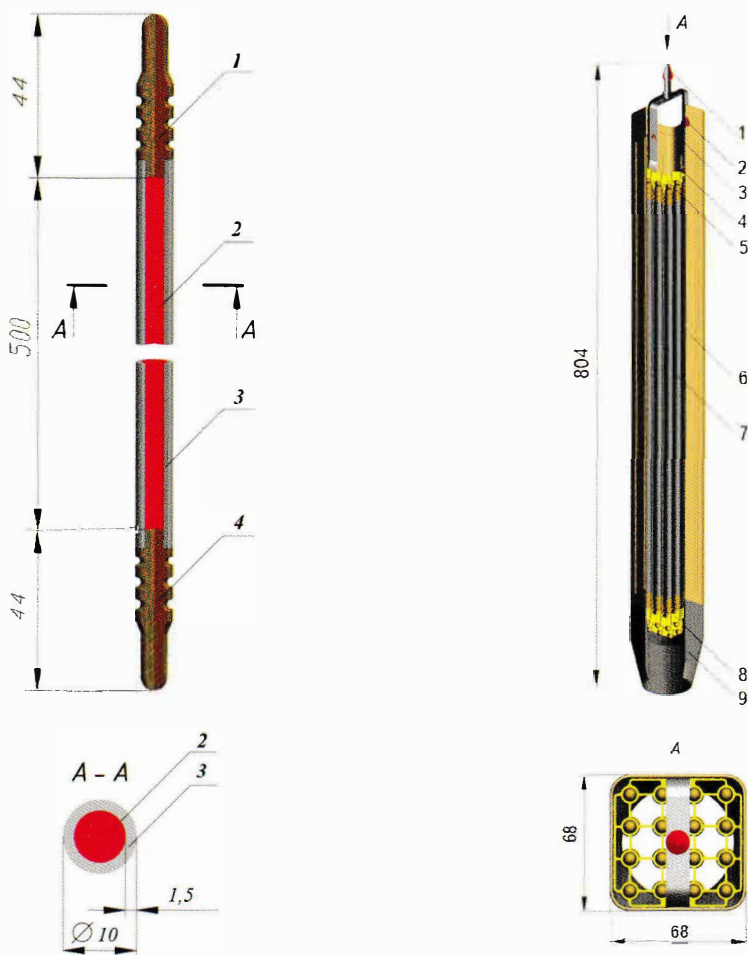
Основные технические характеристики ИР-50

Мощность (тепловая), кВт	50
Теплоноситель I контура	обессоленная вода
Отражатель	обессоленная вода, блоки из графита и окиси бериллия
Замедлитель	обессоленная вода
Максимальное давление воды в I контуре, МПа	0,03
Расход теплоносителя через активную зону, м ³ /ч	100
Скорость потока теплоносителя в активной зоне, м/с	≤1
Максимальная температура теплоносителя на выходе из активной зоны, °С	≤33
Теплоноситель II контура	техническая вода
Максимальное давление воды во II контуре, МПа	0,2
Расход теплоносителя во II контуре, м ³ /ч	10,0
Температура теплоносителя II контура, °С: — на входе — на выходе	20 30
Теплоноситель III контура	техническая вода
Максимальное давление воды в III контуре, МПа	до 0,5
Расход теплоносителя в III контуре, м ³ /ч	10,0
Температура теплоносителя III контура, °С: — на входе — на выходе	от 3,1 до 19,1 25
Выгорание топлива по ²³⁵ U, %	менее 1
Энергонапряженность активной зоны, кВт/л	0,8
Максимальная плотность теплового потока на поверхности твэла, кВт/м ²	8,3
Максимальная плотность потока нейтронов, см ⁻² ·с ⁻¹ : — тепловых — быстрых	1,7·10 ¹² 7,4·10 ¹¹
Число тепловыделяющих сборок (ТВС)	24 (до 30)
Число органов аварийной защиты (АЗ)	2
Число органов регулирования (РО)	2
Конструкция ТВС	сборка квадратного сечения с размером под ключ 68 мм, состоящая из 15–16 цилиндрических твэлов типа ЭК-10
Число экспериментальных каналов, шт.: — горизонтальных — вертикальных — откатной короб	3 4 1

Активная зона ИР-50

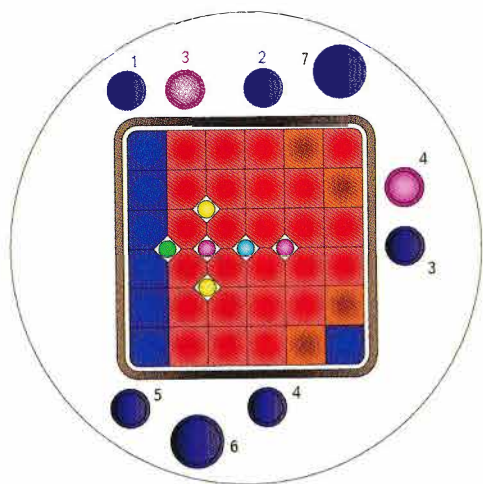
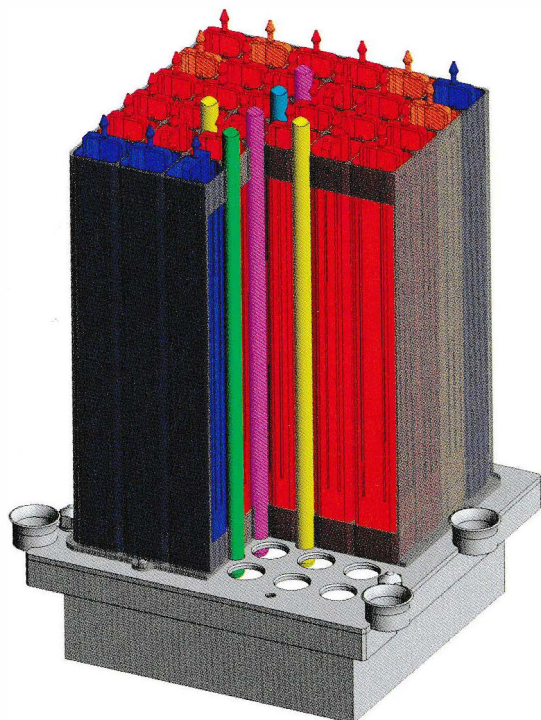
Активная зона набирается из ТВС четырех типов: без скосов, с одним, двумя и тремя скосами. В каждой ТВС размещено по 15–16 твэлов. ТВС устанавливаются в активную зону таким образом, что образуют правильную квадратную решетку с шагом, близким к оптимальному. Рабочая ТВС РУ ИР-50 ТВС представляет собой сборку, состоящую из пакета твэлов, расположенных в отверстиях верхней и нижней решеток, головки и хвостовика, соединенных между собой кожухом квадратного сечения с размером под ключ 68 мм.

Твэлы типа ЭК-10 представляют собой цилиндрические стержни, заключенные в алюминиевые оболочки с наружным диаметром 10 мм и толщиной 1,5 мм. Длина активной части твэлов составляет 500 мм. Сердечники твэлов изготовлены из двуокиси урана 10% обогащения, разбавленной магнием. В каждом твэле содержится 8 г ^{235}U .



ТВЭЛ реактора ИР-50: 1 — концевик; 2 — топливо; 3 — оболочка; 4 — концевик

ТВС реактора ИР-50: 1 — наконечник; 2 — винт М6; 3 — скоба; 4 — винт М4; 5 — решетка; 6 — обечайка; 7 — стержень; 8 — решетка; 9 — хвостовик

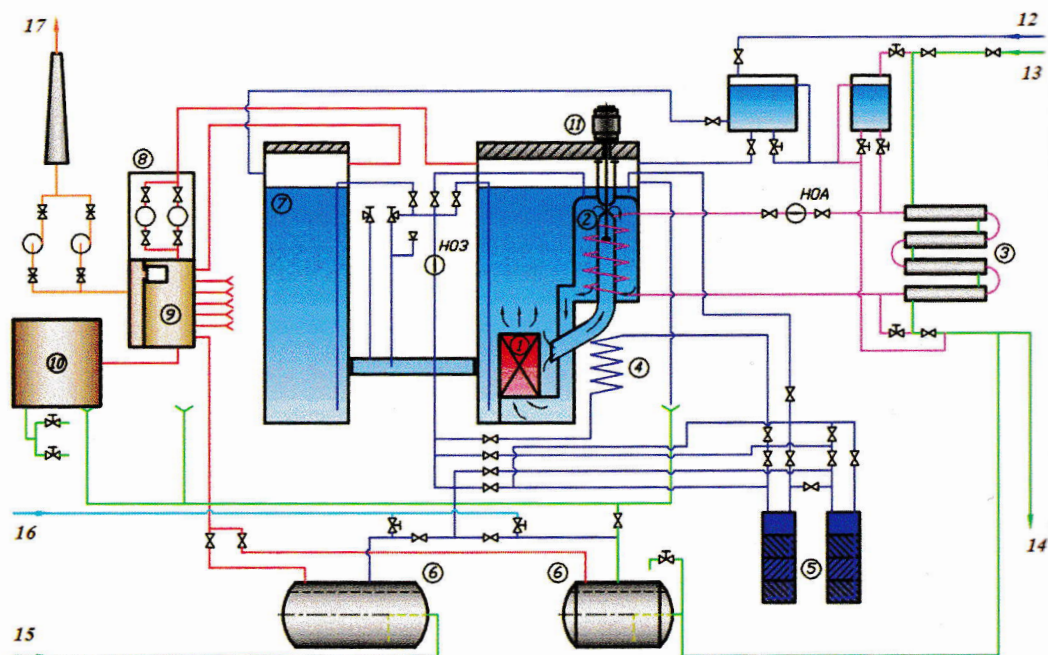


- — ячейка с водой (H₂O)
- — тепловыделяющая сборка (ТВС)
- — блок окиси бериллия (BeO)
- — ионизационная камера (ИК1-7)
- — исполнительный орган автоматического регулирования (АР)
- — вертикальный экспериментальный канал (ВЭК1-4)
- — исполнительный орган ручного регулирования (РР)
- — исполнительный орган аварийной защиты (АЗ1,2)

Картограмма активной зоны ИР-50

Охлаждение активной зоны

Для обеспечения безопасности при эксплуатации РУ ИР-50 организована трехконтурная система отвода тепла от ТВС РУ ИР-50. Первый контур охлаждения РУ ИР-50 — это бак реактора с встроенными в него осевым насосом и межконтурным теплообменником. Циркуляция теплоносителя осуществляется по межтрубному пространству теплообменника I контура, по опускной трубе в направляющий короб под активную зону, через активную зону в пространство бака реактора и по отводному патрубку в межтрубное пространство теплообменника I контура. Второй контур охлаждения замкнутый, как и первый, и служит для передачи тепла от первого контура к третьему. Третий контур — разомкнутый, и представляет собой трубопровод технической воды с задвижками, по которому вода поступает в теплообменник II контура.



Схема, принципиальная, охлаждения активной зоны реактора ИР-50: 1 — активная зона; 2 — теплообменник 1-го контура; 3 — теплообменник 2-го контура; 4 — теплообменник биологической защиты; 5 — ионообменные фильтры; 6 — монжус спецканализации; 7 — бак хранения ОТВС; 8 — фильтры; 9 — вентиляционная камера; 10 — «горячая» камера; 11 — насос осевой; 12 — подача дистиллята; 13 — из водопровода; 14 — слив в канализацию; 15 — спец. слив; 16 — сжатый воздух; 17 — в атмосферу

Вспомогательный контур РУ ИР-50 предназначен для охлаждения биологической защиты реактора, очистки и дренажа теплоносителя I контура из бака реактора, бака-хранилища ОТВС и работы экспериментальной водяной петли. Для принятия радиоактивного теплоносителя предусмотрены два монжуса спецканализации.

Экспериментальные возможности

Основными экспериментальными устройствами реактора являются:

- ниша в защите реактора с откатным коробом и защитной откатной дверью для исследования материалов биологической защиты, их композиций и макетов;
- вертикальные экспериментальные каналы, проходящие через активную зону (ВЭК-1, 2 диаметром 23 мм) и отражатель (ВЭК-3, 4 диаметром соответственно 52 и 67 мм), используемые для всевозможных исследований по физике и технике реакторных установок;
- горизонтальный экспериментальный канал № 1 (ГЭК-1) диаметром 100 мм и экспериментальная водяная петля для проверки, калибровки и настройки всевозможной аппаратуры (спектрометров, радиометров и т. п.), наклонный экспериментальный канал, горизонтальный экспериментальный канал № 3 (ГЭК3) диаметром 50 мм;
- «горячая» камера с манипулятором и зеркальной системой, используемая для работ по проверке герметичности оболочек твэлов реактора;
- бак для экспериментов, предназначенный для проведения исследований с рассеянным излучением реактора.

**Величины нейтронных потоков в экспериментальных каналах
при номинальном уровне мощности**

Наименование устройства	Тепловые нейтроны, $\text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$	Быстрые нейтроны, $E \geq 1,15 \text{ МэВ}, \text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$
ВЭК-1	$1,31 \cdot 10^{12}$	$6,5 \cdot 10^{11}$
ВЭК-2	$1,69 \cdot 10^{12}$	$8,0 \cdot 10^{11}$
ВЭК-3	$3,9 \cdot 10^{11}$	$1,7 \cdot 10^{10}$
ВЭК-4	$4,5 \cdot 10^{11}$	$4,6 \cdot 10^{10}$
Торец экспериментальной ниши	$4,9 \cdot 10^{11}$	$2,1 \cdot 10^{10}$
ГЭК-1	$4,3 \cdot 10^7$	$7 \cdot 10^7$
НЭК	$2,1 \cdot 10^8$	$2,2 \cdot 10^8$
ГЭКЗ	$3,2 \cdot 10^7$	$2,2 \cdot 10^8$



Экспериментальная ниша с откатным коробом и защитной откатной дверью

Наличие на ИР-50 вертикальных экспериментальных каналов и ниши большого объема с подвижной экспериментальной емкостью (коробом) позволяет проводить работы:

- по исследованию и совершенствованию защитных свойств материалов и их композиций, а также натурные испытания различных макетов, имитирующих реальные конструкции, используемые, в частности, на АЭС и на вновь проектируемых реакторах;
- по испытаниям и калибровке датчиков внутриреакторного контроля и различных приборов и аппаратуры СУЗ, реактиметров;
- по исследованиям процессов радиоллиза теплоносителя и радиационной стойкости различных материалов;

- по исследованиям, калибровке и настройке спектрометрической аппаратуры, приборов, используемых в измерениях и контроле радиационной обстановки на АЭС и других действующих реакторах.

Указанный комплекс проблем, решаемых на ИР-50, далеко не исчерпывает всех тех возможностей, которыми располагает реактор, особенно в прикладном плане для нерреакторных областей, в частности, при использовании реакторов для медицинских целей и в других областях бизнеса и хозяйственной деятельности.

Основные направления исследований

Физика защиты:

- исследования в экспериментальной нише защитных свойств новых материалов защиты на основе гидрида титана, полиэтилена пониженной горючести, высокотемпературной пластмассы на основе полиимида. Изучение композиций на основе этих материалов;
- исследования по снижению выхода захватного гамма-излучения из металло-водных композиций с использованием борсодержащих лакировочных материалов;
- исследование макетов защиты с компенсирующей емкостью;
- исследование фрагментов радиационной защиты для транспортных установок, исследовательских реакторов и АЭС, разрабатываемых в НИКИЭТ и других предприятиях;
- проведение методических работ по разработке и совершенствованию методик измерения потоков и спектров нейтронов и гамма-квантов.

Научное сопровождение топливного цикла:

- исследования образцов топлива по программе снижения обогащения топлива для исследовательских реакторов по ^{235}U менее 20%;
- измерение сечения деления и захвата актиноидов для уточнения скорости трансмутации в будущем реакторе-выжигателе в области тепловых и резонансных нейтронов;
- уточнение сечений захвата Tc^{99} и J^{129} в области тепловых и резонансных нейтронов;
- исследования стойкости композиций для трансмутаций и их совместимости с конструкционными материалами;
- нейтронно-физические испытания конструктивных элементов облучаемых устройств, используемых для трансмутации;
- исследования макетных и опытных образцов детекторов, калибровка поставочных образцов и подвесок ИК для АЭС и реакторов специального назначения.

Международное сотрудничество

На исследовательском реакторе ИР-50 модернизирована физическая защита в сотрудничестве с британской фирмой VT Nuclear Services (Великобритания).

Перспективы использования

В настоящее время рассматриваются варианты дальнейшего использования исследовательского реактора ИР-50:

- вывод из эксплуатации;
- продление срока эксплуатации.

Проработана возможность создания медицинского канала для реализации мероприятий по нейтрон-захватной терапии в экспериментальной нише реактора (облучение коллимированным пучком эпитепловых/тепловых нейтронов различных онкологических новообразований).

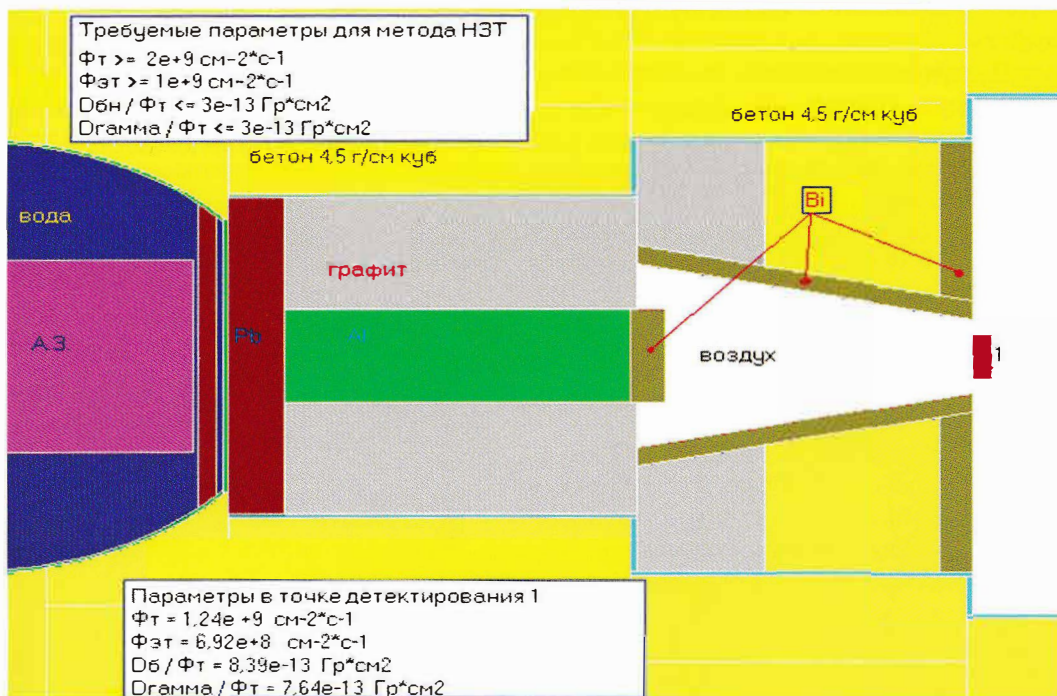


Схема медицинского канала для реализации мероприятий по нейтрон-захватной терапии онкологических заболеваний в экспериментальной нише реактора ИР-50

Персоны



Лысенко Сергей Геннадьевич

Заместитель главного инженера АО «НИКИЭТ» по ядерной и радиационной безопасности

Тел.: +7(499)264-46-32. Факс: +7(499)264-72-10.

E-mail: lysenko@nikiet.ru



Глазунов Юрий Станиславович

Главный инженер реакторной установки ИР-50

Тел.: +7(499)264-22-78. Факс: +7(499)264-72-10.

E-mail: glazunov@nikiet.ru