

# НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ имени Л. Я. КАРПОВА



249033, Российская Федерация, г. Обнинск, Калужское ш., 109 км.  
Тел.: +7(484)396-39-32. Факс: +7(484)396-39-11.  
E-mail: fci@KarpovIPC.ru; <http://www.nifhi.obninsk.ru>

Филиал «Научно-исследовательского физико-химического института имени Л. Я. Карпова» создан в 1957 г. близ г. Обнинска Калужской области для проведения широкомасштабных работ в области радиационной химии, физики твердого тела, а также других исследовательских работ в сфере использования атомной энергии на базе атомного реактора ВВР-ц и лаборатории с «горячими» камерами. В настоящее время — акционерное общество «Научно-исследовательский физико-химический институт имени Л. Я. Карпова» (АО «НИФХИ имени Л. Я. Карпова»).



*И. о. директора  
НИФХИ  
Кочнев Олег  
Юрьевич*

На реакторе ВВР-ц выполнялись многочисленные исследования для различных областей науки и техники, среди которых — радиационное материаловедение, физика полупроводников, анализ особо чистых веществ, радиационная деструкция полимеров, радиационная химия разбавленных водных растворов, испытания биологических объектов в связи с проблемами медицины, моделирование процессов протекания тяжелых аварий и др.

Предприятие является крупным поставщиком радиофармпрепаратов и изотопов медицинского назначения. В институте разработано более 20 видов радиофармпрепаратов (в том числе уникальных) и медицинских изделий.

По программе «Ядерная медицина» на базе реактора ВВР-ц по проекту НИКИЭТ совместно с МРНЦ РАМН, ФЭИ, ИАТЭ, НИЯУ МИФИ создается комплекс для нейтронной и нейтрон-захватной терапии. Проект предполагает создание в г. Обнинске лечебного и научно-методического центра нейтронной терапии на основе клинической базы МРНЦ РАМН.

На базе реактора ВВР-ц действует центр нейтронографических исследований для анализа строения и состава, структурных изменений и свойств веществ и материалов, а также изделий и узлов специального назначения.

На реакторе ВВР-ц впервые в стране были разработаны радиационные технологии ядерного легирования полупроводников, впоследствии внедренные на других исследовательских и промышленных реакторах страны. Сегодня на реакторе осуществляется наработка стратегических полупроводниковых материалов наивысшего качества, которые необходимы для современных приборов.

Кроме того, реактор ВВР-ц используется для исследований и разработки технологии производства высокоэффективных термовлагодостойких, с продленным ресурсом работоспособности сорбентов радиойода для фильтров-адсорберов нового поколения для очистки воздушных выбросов ядерных реакторов и радиохимических производств.



*Руководитель  
комплекса  
по разработке  
и производству  
радиофарм-  
препаратов  
Позднев Виталий  
Валентинович*

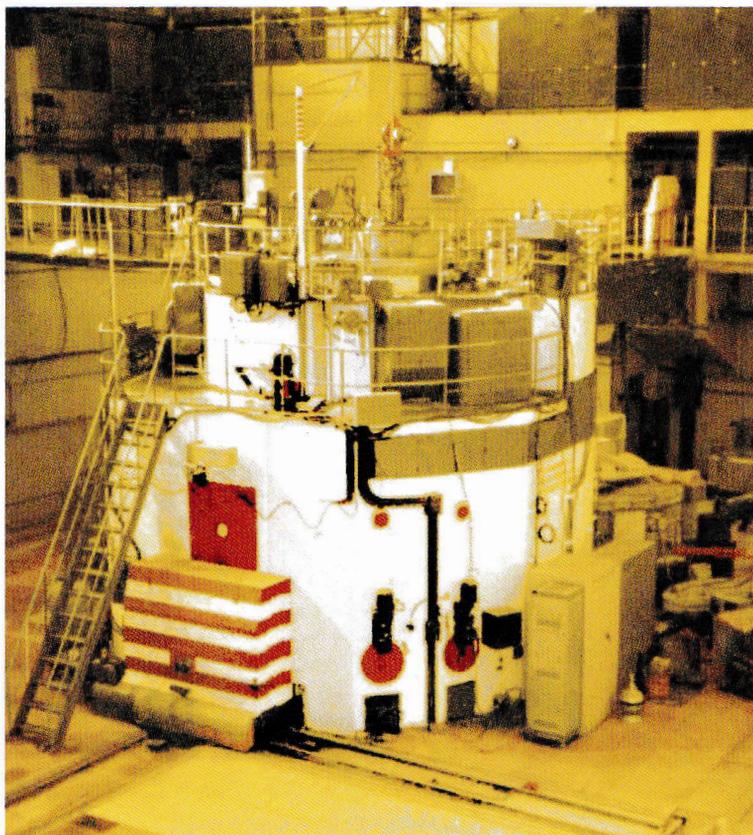
## Исследовательская ядерная установка НИФХИ

Тип ИЯУ	Название ИЯУ	Мощность тепловая, кВт	Год физического пуска	Состояние	Длительность эксплуатации, лет*
ИР	ВВР-ц	15000,0	1964	Действующий	51

\* — на 2015 г.

## ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РЕАКТОР ВВР-Ц

Исследовательский ядерный реактор ВВР-ц — баковый, водо-водяной, гетерогенного типа. Предназначен для проведения широкого круга работ и исследований для различных областей науки и техники. Физический пуск реактора ВВР-ц осуществлен 4 ноября 1964 г., энергетический пуск — 22 апреля 1965 г.

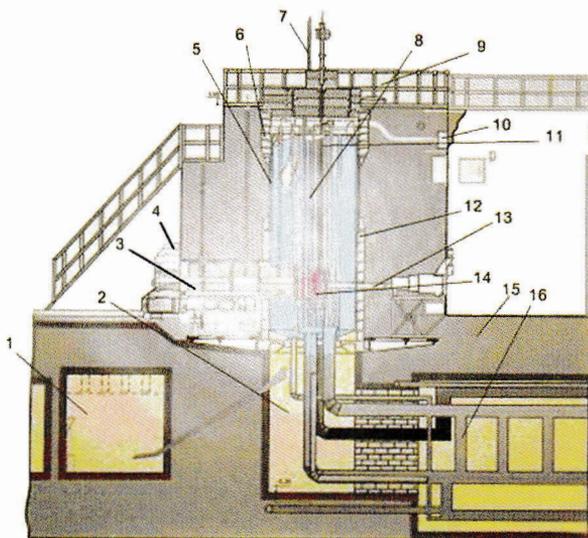


Общий вид центрального зала реактора ВВР-ц

В структуре АО «НИФХИ им. Л. Я. Карпова» реактор ВВР-ц организационно объединен с рядом научных и технологических подразделений, образуя научно-технический комплекс.

В состав реакторной установки входят исследовательский ядерный реактор ВВР-ц в комплекте с хранилищами свежего и отработавшего топлива, оборудованием и системами по обращению с радиоактивными отходами и ядерными материалами, оборудованием и системами для проведения исследований и экспериментов.

В соответствии с проектом «Реконструкция ВВР-ц» проведена замена теплообменников первого контура охлаждения реактора, насосов и частично арматуры второго контура, сооружено хранилище отработавшего топлива, проведена замена СУЗ реактора ВВР-ц, заменена приборная часть КИПиА реактора, реактор оснастили современными средствами бесперебойного питания. Изготовлены внутрибаковые элементы с изделиями из бериллиевых и циркониевых сплавов, на очереди — разработка бака реактора. Завершить реконструкцию реактора ВВР-ц предполагается к 2020 г.



Реактор ВВР-ц (вертикальный разрез): 1 — раздаточная камера; 2 — подреакторный бокс; 3 — тепловая колонна; 4 — блок подвижной защиты; 5 — корпус реактора; 6 — опорное кольцо; 7 — оптическое устройство; 8 — стержень СУЗ; 9 — механизм перегрузки; 10 — трубопроводы вентиляции; 11 — вертикальные экспериментальные каналы; 12 — тепловой экран; 13 — горизонтальный экспериментальный канал; 14 — активная зона; 15 — бетонная защита; 16 — насосная I контура

Корпус реактора представляет собой бак цилиндрической формы со сферическим дном. Диаметр бака — 2268 мм, высота — 5340 мм. Бак и внутрибаковые элементы выполнены из алюминиевого сплава САВ-1. По центру в нижней части бака размещена активная зона. Бак закрыт крышкой, на которой закреплены вертикальные каналы и размещены элементы приводов рабочих органов СУЗ, экспериментальных устройств и др. В крышке бака выполнены проемы для доступа к активной зоне при ее обслуживании.

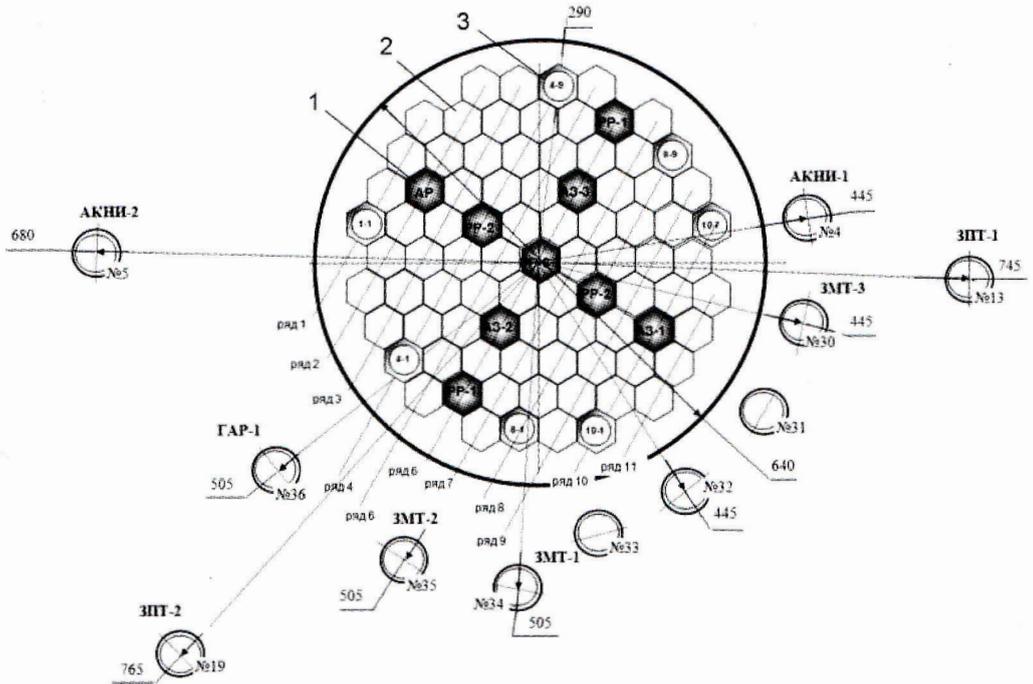


Пульт управления реактора ВВР-ц

**Активная зона ВВР-ц**

Активная зона реактора набрана из 70 тепловыделяющих сборок типа ТВС ВВР-ц, размещенных в цилиндрическом сепараторе (корпусе). Сепаратор имеет опорную решетку (дно). В отверстия решетки входят хвостовики ТВС. Чтобы исключить перемещение ТВС в радиальном направлении, по внутренней периферии сепаратора установлены сегменты. Каждая ТВС ВВР-ц состоит из пяти твэлов трубчатого типа шестигранной формы. Топливо — двуокись урана ( $UO_2$ ), диспергированная в алюминиевой матрице. Обогащение топлива по  $^{235}U$  36%.

В активной зоне реактора размещены рабочие органы СУЗ, расположение которых показано на картограмме.



Картограмма активной зоны реактора ВВР-ц: 1 — стержень СУЗ; 2 — ячейка с ТВС; 3 — экспериментальный канал

Цикл работы реактора на номинальной мощности без перегрузки топлива (кампания реактора) составляет  $\approx 100$  ч. По окончании кампании осуществляется частичная перегрузка топлива: выгрузка в хранилище одной-двух отработавших ТВС и догрузка свежих ТВС. В период остановки реактора выполняются работы по техническому обслуживанию оборудования и подготовке к проведению экспериментов.

**Основные технические характеристики реактора ВВР-ц**

Мощность тепловая, МВ	15
Плотность потока нейтронов, макс., $см^{-2} \cdot с^{-1}$ :	
— тепловых	$1,02 \cdot 10^{14}$
— быстрых ( $E > 0,8$ МэВ)	$4,86 \cdot 10^{14}$

Плотность теплового потока, МВт/м <sup>2</sup> :	
— максимальная	0,396
— средняя	0,165
Объем активной зоны, л	206
Высота активной зоны, м	0,6
Диаметр активной зоны эффективный, м	0,64
Количество ТВС в активной зоне	70
Замедлитель	вода
Теплоноситель	вода
Параметры теплоносителя:	
— температура, °С:	
— на входе в активную зону	≤ 50
— на выходе из активной зоны	≤ 60
— расход теплоносителя в первом контуре, т/ч	1400
— давление на напоре ГЦН, МПа	0,35
— скорость движения теплоносителя в I контуре, м/с	2,5
Количество исполнительных органов СУЗ, шт.:	
— автоматического регулирования	1
— компенсирующих	5
— аварийной защиты	3

### Охлаждение активной зоны

Реактор имеет двухконтурную систему охлаждения.

В состав первого контура входят: главные циркуляционные насосы (ГЦН) — 5 шт.; теплообменники — 3 шт.; трубопроводы и арматура. Объем контура, включая объем бака реактора, — 40 м<sup>3</sup>. Материал трубопроводов и оборудования первого контура — сталь 10X18H9T.

В состав второго контура входят: циркуляционные насосы — 5 шт.; трубопроводы и арматура; вентиляторная многоблочная градирня.

Материал трубопроводов второго контура — сталь 10X18H9T, арматура — чугунная. Теплоотвод от реактора осуществляется теплоносителем второго контура в атмосферу посредством 2-х блоков вентиляторной градирни.

Заполнение и подпитка первого контура осуществляются из подпиточных баков объемом 40 м<sup>3</sup>. В случае протечки вода собирается в емкость спецстоков. В таком случае осуществляется аварийное душирование активной зоны водой из подпиточных баков, возвращаемой насосами аварийного охлаждения из емкости спецстоков.

### Экспериментальные возможности реактора ВВР-ц

В баке реактора размещено 28 вертикальных экспериментальных каналов — сквозных, проходящих сквозь дно бака, и глухих, имеющих доньшки и не проходящих сквозь дно бака. Шесть ВЭК расположены в сепараторе активной зоны.

К сепаратору активной зоны подведено 5 горизонтальных экспериментальных каналов и ниша для перемещения передвижного экспериментального устройства.

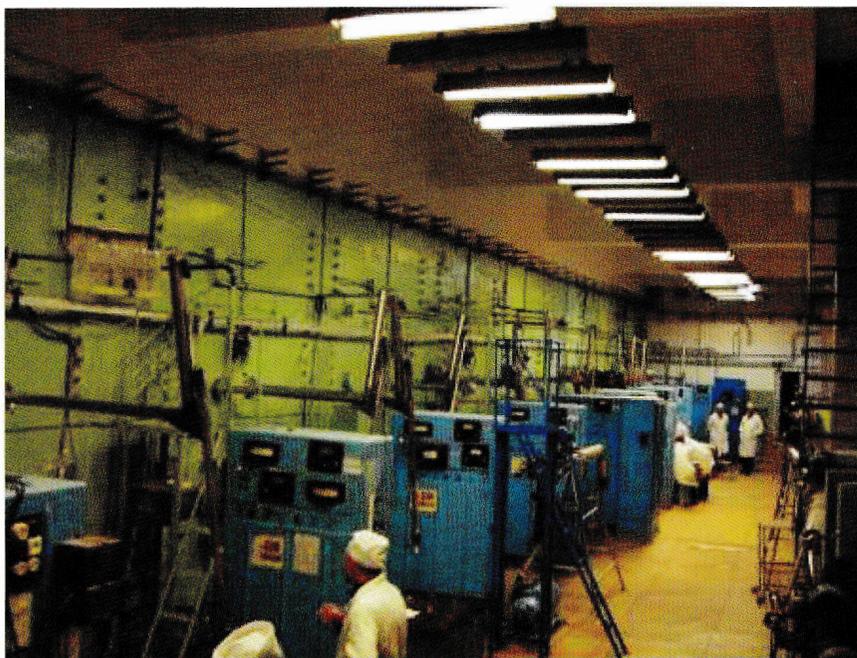
В экспериментальные каналы могут помещаться различные экспериментальные устройства: петлевые, облучательные ампулы, «пневпочта» и пр. Загрузка и выгрузка облучательных ампул осуществляются через специальные отверстия в защитной крышке реактора посредством перегрузочных устройств.

В комплекс, помимо реактора, входят 9 горячих камер с тяжелой и 10 — с легкой защитой, а также развитая технологическая транспортная система в биологической защите, станция переработки радиоактивных отходов, хранилище радиоактивных отходов, ремонтно-механическая база.

### Основная деятельность

На реакторе выполнялись научно-исследовательские работы, работы по производству радиофармпрепаратов, ядерно-легированных полупроводниковых материалов и др.

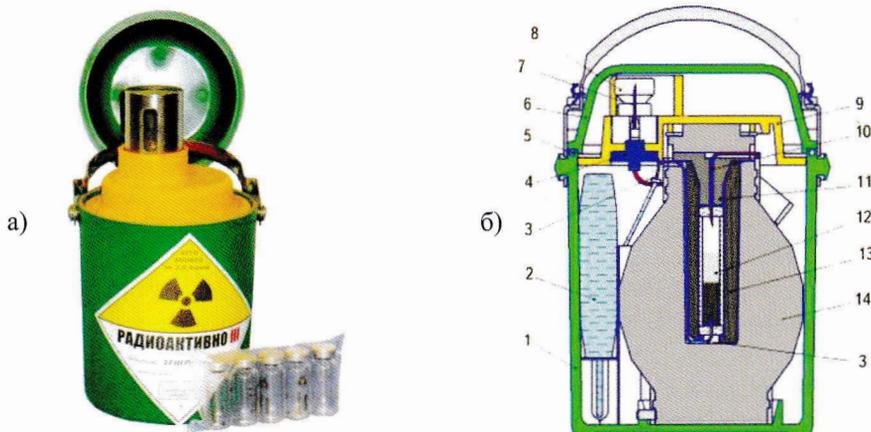
С 1980 г. на базе реактора действует и развивается производство радионуклидов медицинского назначения и радиофармпрепаратов на их основе. Этому способствовали не только технологические возможности комплекса, но и значительный научный и методический потенциал в области синтетической и аналитической химии, накопленный в АО «НИФХИ им. Л. Я. Карпова». Наибольшее развитие получили технологии получения радиофармпрепаратов диагностического и терапевтического назначения на основе радионуклидов: молибдена-99, йода-131, самария-153 и др. Регулярные поставки радиофармпрепаратов осуществляются более чем в 200 лечебных учреждениях.



Линия  
«горячих» камер

На комплексе реактора ВВР-ц разработан генератор технеция-99m нового поколения, отличающийся повышенными эргономическими характеристиками и современным дизайном. Создан участок зарядки генератора технеция-99m, позволяющий осуществлять его производство в соответствии с требованиями GMP.

На реакторе ВВР-ц были выполнены пионерные работы в области нейтронного легирования монокристаллического кремния, на его базе разработана отечественная технология ядерного (нейтронного) легирования кремния (ЯЛК). Действует технологическая линия производства ЯЛК с установкой облучения «Топаз-2», на которой идет промышленный выпуск ядерно-легированного кремния для производства силовых полупроводниковых приборов в широком диапазоне номиналов электросопротивления.



Генератор технеция  $^{99m}\text{Tc}$  в транспортном положении: а) — общий вид; б) — разрез: 1 — сосуд охранный; 2 — контейнер КОМПОПЛАСТ-300; 3 — линия элюента; 4 — фильтр гидрофильный Millex; 5 — кольцо резиновое; 6 — крышка; 7 — игла инъекционная LYER; 8 — флакон предохранительный; 9 — панель; 10 — игла верхняя; 11 — пробка; 12 — колонка; 13 — гильза; 14 — контейнер защитный

### Планируются

- разработка и производство диагностических и терапевтических радиофармпрепаратов и изделий медицинского назначения;
- оказание постоянных услуг медицинским комплексом по нейтронной и нейтронзахватной терапии больным с онкологическими заболеваниями;
- дальнейшая разработка и производство ядерно-легированных и радиационно-модифицированных полупроводников;
- проведение нейтронографических исследований атомной и дефектной структуры различных веществ;
- проведение нейтронно-активационного анализа веществ;
- разработка и создание фильтров для улавливания радиоактивных аэрозолей (йод и др.);
- испытания материалов и изделий на радиационную стойкость.

### Международное сотрудничество

На реакторе ВВР-ц осуществляется долгосрочное сотрудничество с зарубежными фирмами Чехии, Германии по нейтронному легированию кремния с ежегодным увеличением объемов выпуска ядернолегированного кремния, отвечающего по качеству мировому уровню.

### Контакты



*Кочнов Олег Юрьевич*

И. о. директора АО «НИФХИ им. Л. Я. Карпова»

Тел.: +7(484)396-30-04, +7(484)397-40-04. Факс: +7(484)396-39-11.

E-mail: fci@karpovipc.ru