



Национальный исследовательский центр
«Курчатовский институт»



Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова

Статус СЦ-1000 и Ц-80 2025

Александр Халиков



УСКОРИТЕЛЬНЫЙ ОТДЕЛ



Ускоритель синхроциклотрон СЦ-1000

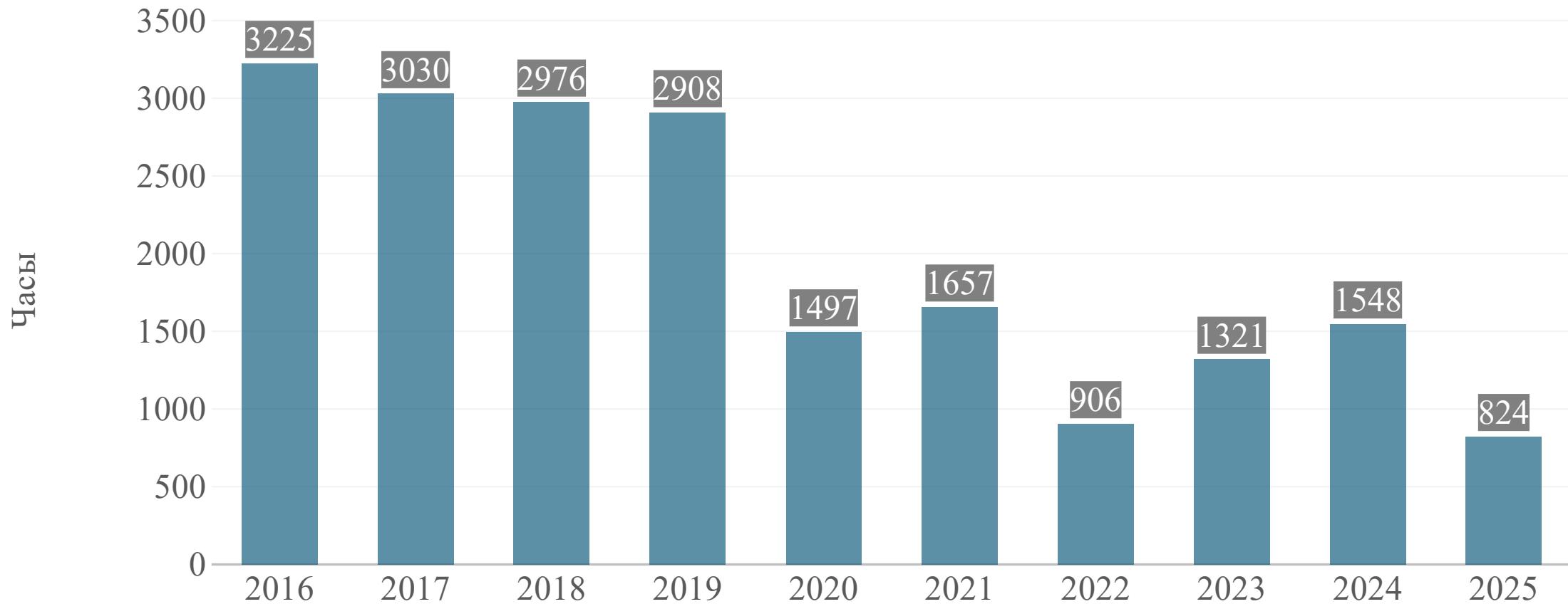


Основные параметры

Диаметр полюса магнита	6,85 м
Вес магнита	8000 Т
Диапазон частот	30÷13 МГц
Частота повторения	40÷60 Гц
Энергия выведенного пучка	1 ГэВ (const)
Интенсивность выведенного пучка	1 мкА
Интенсивность пучка внутри камеры	3 мкА (var)
Коэффициент вывода	30%
Коэффициент растяжки	85%



Работа ускорителя СЦ-1000 в период 2016-2025 гг.

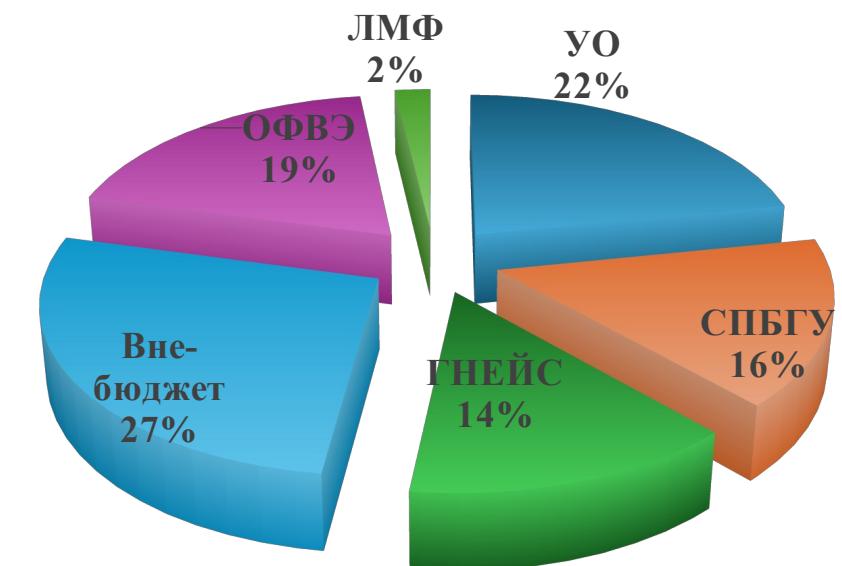
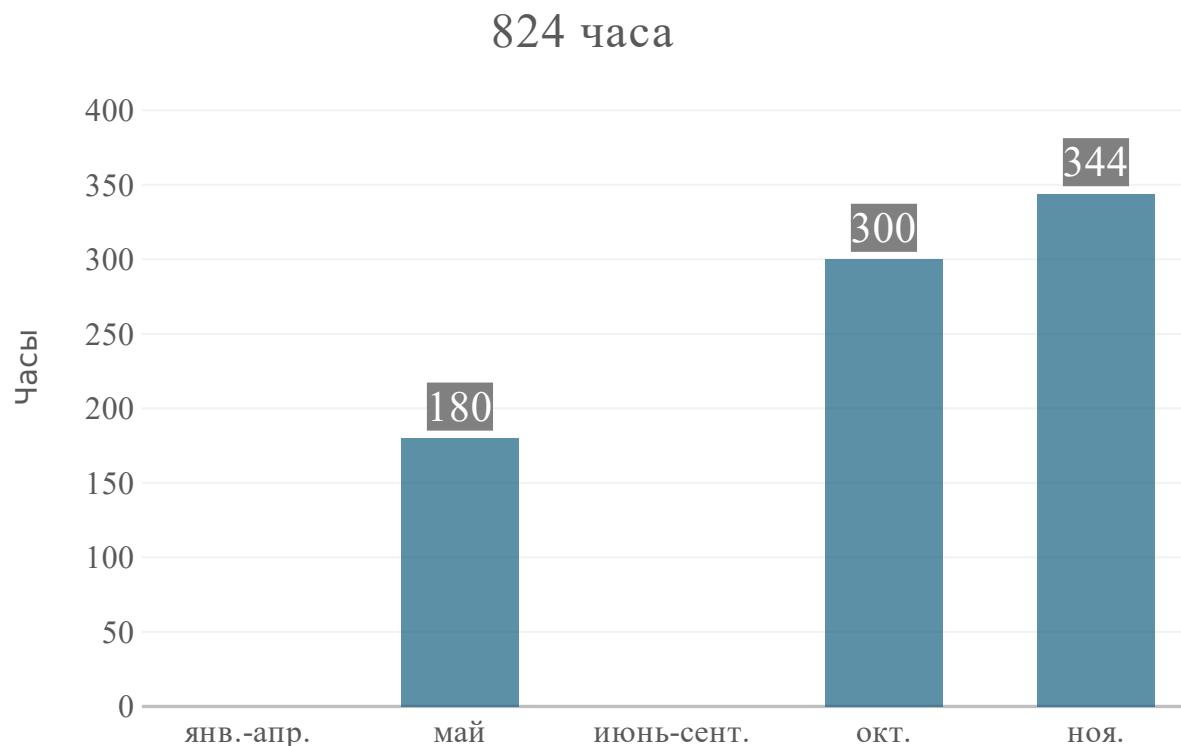




Работа ускорителя СЦ-1000 в период 2016-2025 гг.

Работа ускорителя СЦ-1000 в 2025 г.

СЦ-1000: основные пользователи 2025 г.





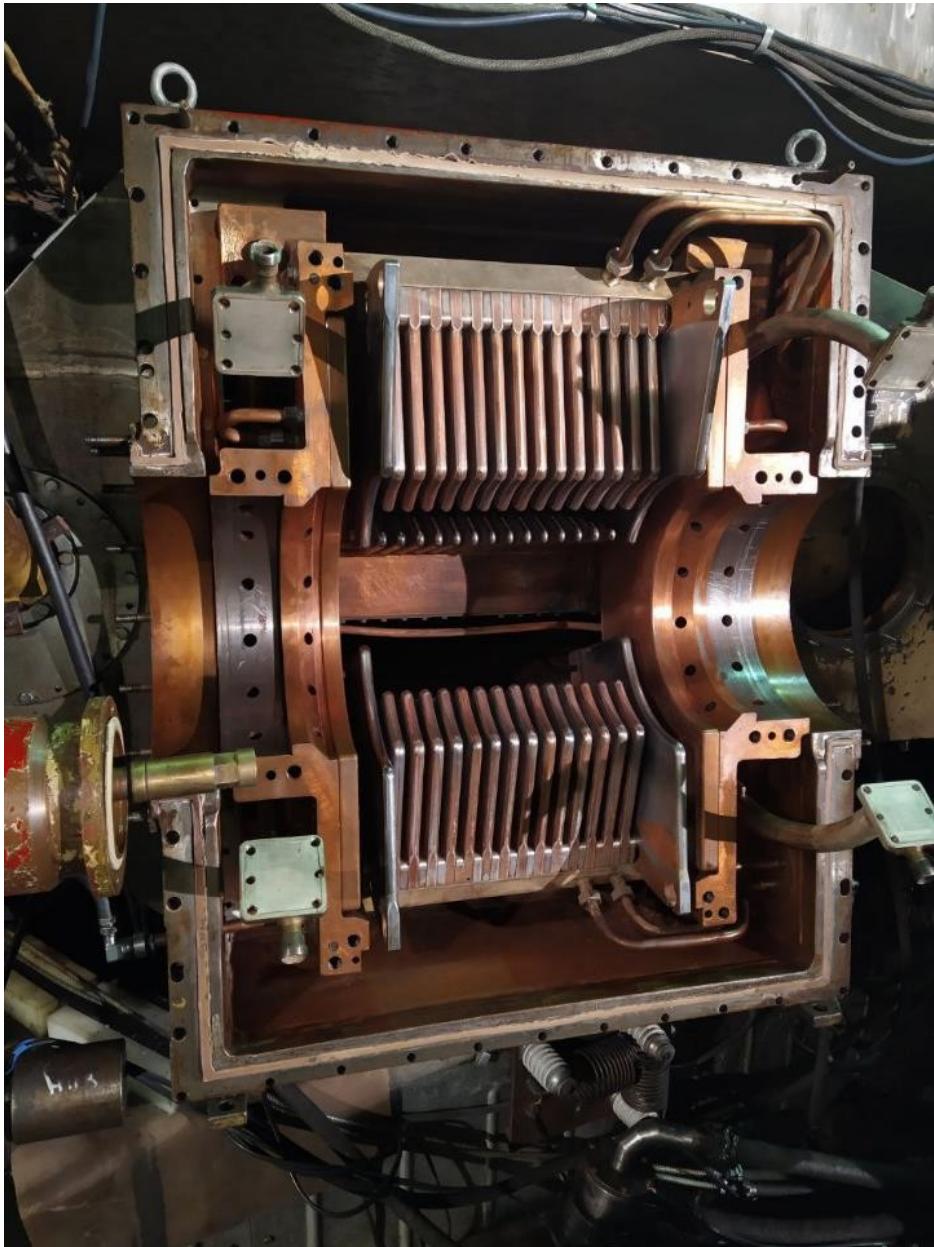
Ремонтные работы

Ремонтные работы ноябрь 2024г. – апрель 2025г.

- Поиск и устранение утечки воды в вакуумную камеру
- Ремонт системы прямой симметричной связи ВЧ-генератора с резонансной системой

Ремонтные работы июнь-сентябрь 2025г.

- Демонтаж сгоревшего фидера прямой связи ВЧ-генератора с резонансной системой
- Изготовление и монтаж новых фидеров





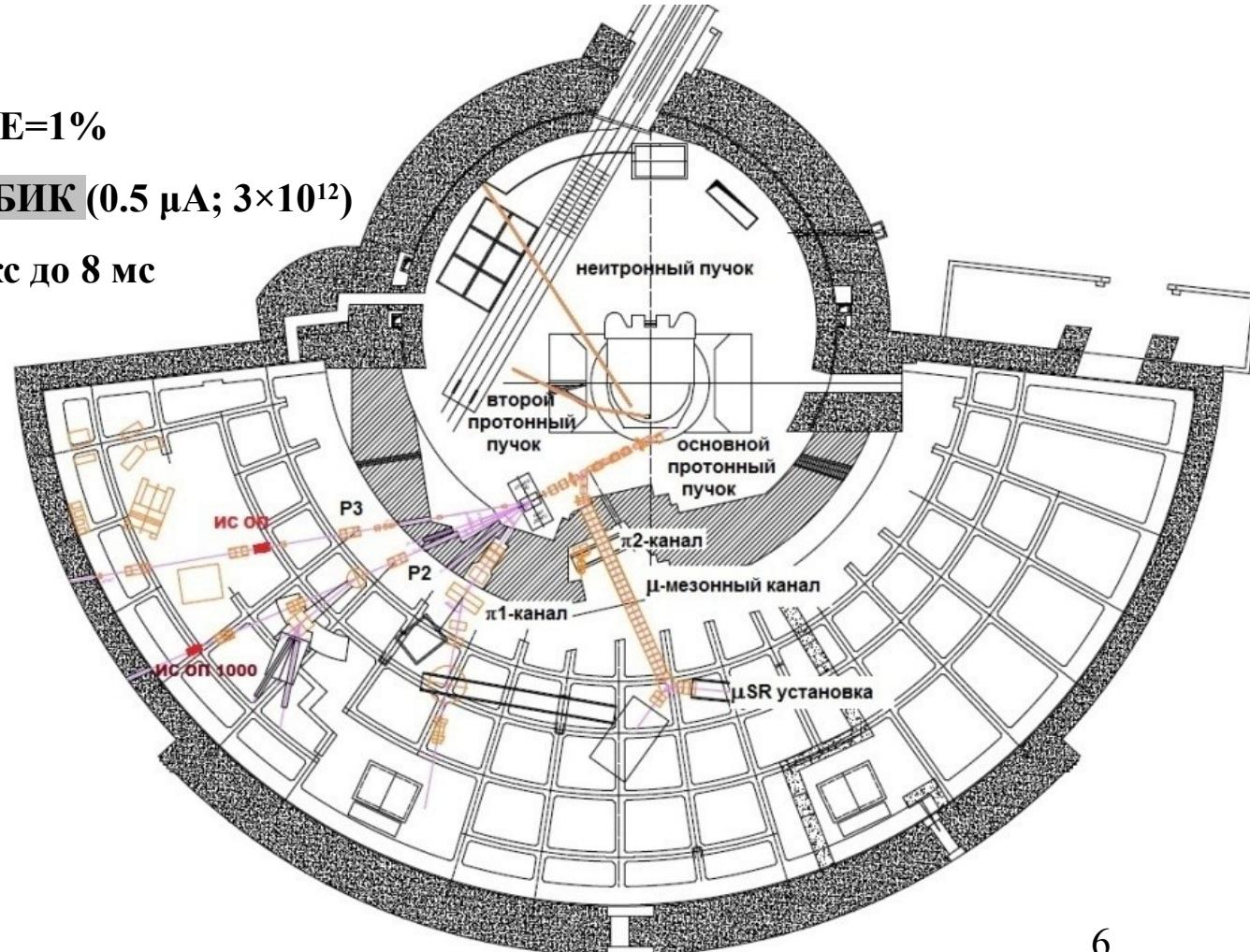
Готовность систем ускорительного комплекса СЦ-1000 12.2025

Протонный пучок

- Вывод протонного пучка: **K=30%, E=1000 МэВ, ΔE/E=1%**
- Интенсивность выведенного протонного пучка: **~14 БИК (0.5 μA; 3×10^{12})**
- «Растяжка» выведенного протонного пучка: **с 300 мкс до 8 мс**
(Интенсивность с растяжкой **~9 БИК**)
- Однооборотный сброс протонного пучка в камере
- Протонный пучок с переменной энергией
в диапазоне **100 МэВ÷1000 МэВ**
- Готовность трактов: **90%**

Нейтронный пучок

- Энергия: **E=10÷1000 МэВ**
- Интенсивность: **$2 \cdot 10^{14}$**
- Длительность: **10 нс**





Регламентные работы 12.2025-03.2026

№	Тип работ	Ответственная служба
1.	<p>Замена масла в насосах черновой откачки, форвакуумных насосах, трактовых насосах;</p> <p>Замена мягких вставок в системе воздушного охлаждения градирни;</p> <p>Восстановление водяного охлаждения 3 линзы;</p> <p>Промывка системы охлаждения 93 и 94 линз;</p> <p>Проверка работоспособности и ремонт 3 ВА;</p> <p>Проверка работоспособности и ремонт 5 ВА.</p> <p>Ремонт/замена шунта ШМ-67</p> <p>Ремонт игольчатого клапана на система подачи водорода</p>	<p>БТС Токарь П.А.</p>
2.	<p>Датчик огибающей правый (замена прокладок, позиционирование)</p> <p>Подшипниковый узел на правом вариаторе с правой стороны (устранить смещение по изоляторам)</p> <p>Ревизия фокусирующего электрода</p> <p>Коллиматор гл. зала. (смазка, прозвонка, замена датчиков, калибровка)</p> <p>Восстановить систему управления коллиматором эксп. Зала</p> <p>Замена рассыпавшихся кабелей в гл. зале.</p>	<p>РТС Илатовский А.В.</p>
3.	<p>Ревизия редукторов двигателей регенератора, магнитных каналов и пробника.</p> <p>Ревизия приводов регенератора, магнитных каналов и пробника.</p> <p>Ревизия вак. уплотнений штоков регенератора, магнитных каналов и пробника.</p> <p>Работы по оптимизации системы вывода для поиска максимума интенсивности выведенного пучка.</p>	<p>БТС, РТС, ЭТС, ЛФТУ</p>



Проект программы модернизации систем ускорительного комплекса НИЦ КИ-ПИЯФ и научных исследований на синхроциклотроне в 2025-2030 гг.

Стоимость модернизации систем ускорительного комплекса НИЦ КИ-ПИЯФ на базе синхроциклотрона СЦ-1000

Наименование	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	Стоимость тыс. руб.
Модернизация системы питания для Главного зала. Тиристорные источники питания.	100 000	44 770				144 770
Модернизация системы питания для комбинированного μ - π канала. Тиристорные источники питания.		60 000	100 000	102 010		262 010
Модернизация системы питания для π_1 -канала. Тиристорные источники питания.					87 160	87 160
Модернизация вакуумной системы синхроциклотрона	23 000	28 000	24 000	22 000	19 000	116 000
Модернизация системы охлаждения	6 000	6 000	6 000			18 000
Модернизация системы управления и контроля	5 000	9 000	10 000	12 000	11 000	50 000
Модернизация высокочастотной ускоряющей системы ускорителя	14 000	10 000				24 000
Ремонтно-восстановительные работы	9 000	9 000	10 000	10 000	10 000	48 000
Эксплуатационные расходы	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	40 000
Итог	168 000	174 770	158 000	154 010	135 160	789 940



Циклотрон Ц-80



Основные параметры

Габариты:	5,7*2,6*3,4 м ³
Масса:	250 т
Диаметр полюса:	2,05 м
Ускоряемая частица:	H ⁻
Вывод:	протоны, перезарядка
Выведенная энергия: изменяется	40÷80 МэВ
Ток выведенного протонного пучка:	до 100 мкА



Онкоофтальмологический комплекс «ОКО»





Цели и задачи проекта

Цель проекта :

Модернизация (создание) онкоофтальмологического комплекса на базе циклотрона Ц-80 в НИЦ «Курчатовский институт» (Гатчина, Ленинградская область) для пациентов с внутриглазными опухолями, опухолями орбиты, поверхностно расположеными опухолями головы Северо-Западного региона России и других регионов страны.

Задачи проекта»:

- Создание устройств вывода терапевтического протонного пучка низкой интенсивности из циклотрона Ц-80 и его транспортировки в процедурное помещение;
- Создание инновационного кресла-позиционера с системой управления;
- Создание оборудования для оснащения процедурного помещения (систем мониторинга пучка и поглощенной дозы, формирования индивидуальных дозных распределений, позиционирования пациента и т.п.);
- Создание программного аппаратного комплекса, интегрированного с автоматической системой управления.



Диагнозы пациентов, лечение которых предполагается осуществлять на Комплексе

Диагнозы пациентов в соответствии с Международной классификацией болезней

Наименование диагноза

1. **Базалиома**: кожи век, внутреннего угла глаза, наружного угла с распространением на в/веко.
2. **Меланома**: хориоиди, кожи век, внутреннего угла глаза, глазного яблока с распространением в орбиту, конъюктивы глазного яблока, цилиохориоидальная, увеальная.
3. Рецидив меланомы орбиты (после энуклеации).
4. **Рак**: кожи век, внутреннего угла глаза, конъюктивы, сальных желёз.



Достигнутые результаты за 2025 год

- Откорректирована проектная документация;
- Получено положительно заключение ФАУ «Главгосэкспертиза России»;
- Выполнены все строительно-монтажные работы;
- Смонтировано всё нестандартизированное оборудование;
- Получено заключение о соответствии (ЗОС);
- До конца 2025 года ожидается получение разрешение на ввод в эксплуатации от ГК «РОСАТОМ».

В рамках проекта «ОКО» поставлено нестандартизированное оборудование:

- система терапевтического пучка малой интенсивности;
- устройство пространственного позиционирования пациента;
- устройство формирования и контроля пучка (поставлено в 2025 году);
- программного аппаратный комплекс.

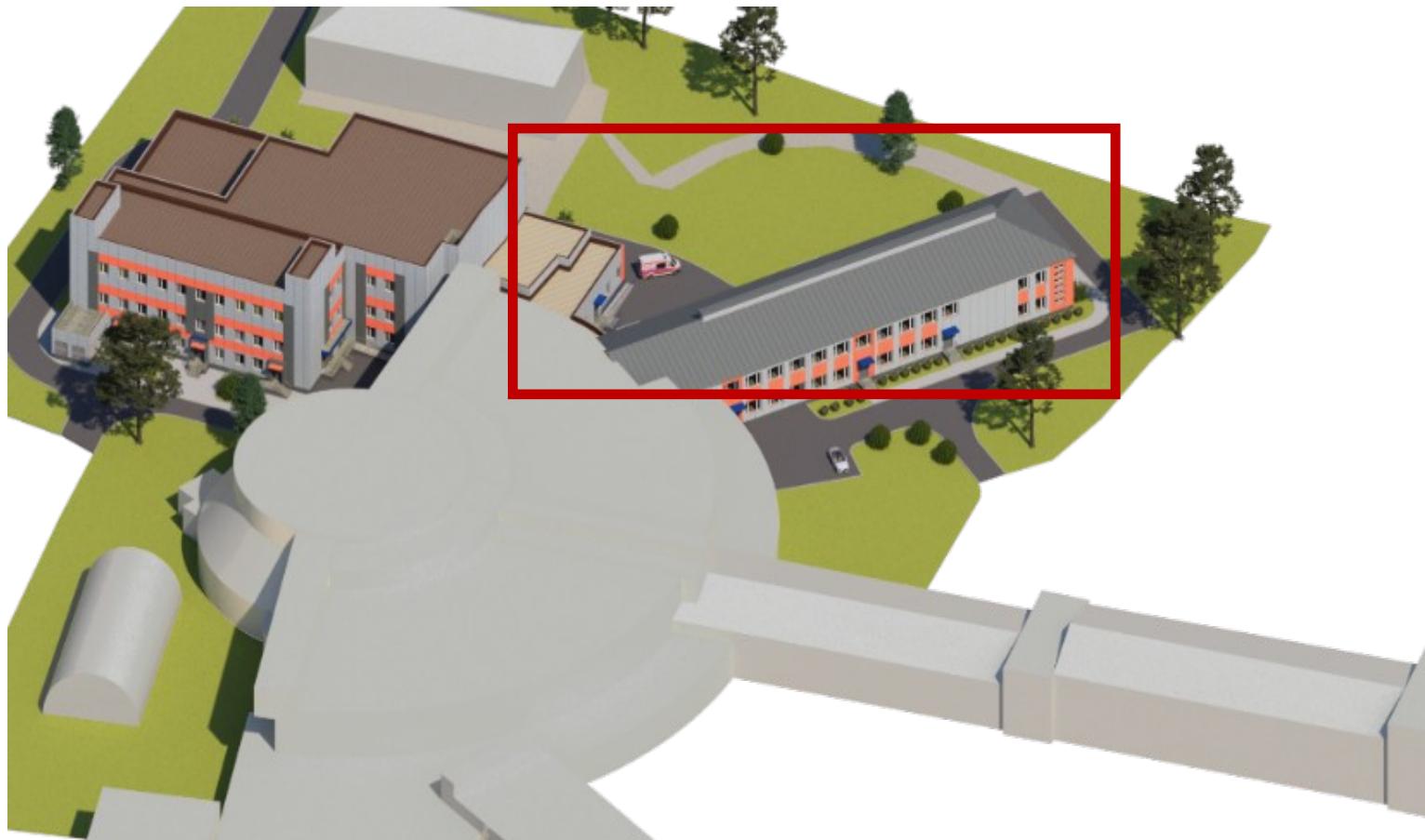




Паспорт построенного объекта

**Мощность, подлежащая вводу
в эксплуатацию – 1302 кв. м.
Ввод в эксплуатацию проекта - 2025
Объём инвестиций – 1 106,91 млн. руб.**

**Генеральный подрядчик СМР:
ППК «ВСК»
Поставщик оборудования:
АО «НИИЭФА»**





Радиоизотопный комплекс «ИЗОТОП»





Цели и задачи проекта

Цель проекта «ИЗОТОП»: создание инновационного радиоизотопного комплекса для наработки широкого спектра медицинских радионуклидов на базе циклотрона Ц-80 в НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ для диагностики и терапии онкологических заболеваний, болезней системы кровообращения, болезней нервной системы и иных заболеваний.

Задачи проекта «ИЗОТОП»:

- Создание трех мишенных станций на циклотроне Ц-80 для производства радионуклидов для медицины;
- Разработка и внедрение новых методов получения медицинских радионуклидов;
- Получение генераторных радионуклидов Ge-68, Sr-82 для диагностики методом позитронно-эмиссионной томографии;
- Получение радионуклидов альфа-эмиттеров высокой чистоты, таких как Ac-225 для терапии злокачественных образований на ранней стадии их развития.



План проекта

В рамках модернизации радиоизотопного комплекса проекта «ИЗОТОП» планируется:

- Наработка медицинских радионуклидов Cu-64, Zr-89, I-123, I-124 для диагностики и терапии онкологических заболеваний.
- Разработка методов получения радиофармпрепаратов для лечения широкого спектра нозологий.

Перечень радиоизотопов подходящих по сечениюю реакции планируемые к наработке на Ц-80

Изотоп	Вещество мишени	Активность Ки / год	Активность Ки / засветка
^{64}Cu	^{64}Ni	$\sim 20 - 40$	$\sim 0,2 - 0,4$
^{89}Zr	^{89}Y	$\sim 4 - 8$	$\sim 0,1 - 0,2$
^{123}I	$^{123}\text{Te}/^{124}\text{Xe}$	$\sim 70 - 500$	$\sim 0,7 - 5$
^{124}I	$^{\text{nat}}\text{Te}$	~ 8	$\sim 0,2$



План проекта

В рамках ФНТП планируется:

- Получение генераторных радионуклидов Ge-68, Sr-82 для диагностики методом позитронно-эмиссионной томографии;
- Получение радионуклидов альфа-эмиттеров высокой чистоты, таких как Ac-225, для терапии злокачественных образований на ранней стадии их развития.

Параметры наработки радиоизотопов, получаемых на циклотроне Ц-80.

Изотоп	Вещество мишени	Активность Ки / год	Активность Ки / засветка
^{82}Sr	$^{\text{nat}}\text{RbCl}$	$\sim 67 - 168$	$\sim 2 - 5$
^{68}Ge	$^{\text{nat}}\text{Ga}$	$\sim 6 - 24$	$\sim 0,5 - 2$
^{225}Ac	ThC_2	$\sim 0,01^*$	$\sim 0,002^*$

- *При учёте интенсивности 1 мкА.



Достигнутые результаты за 2025 год



ИЗОТОП – БЛОК Д – общий вид



ИЗОТОП – БЛОК Д – общий вид

ИЗОТОП (Блок «Д»)



ИЗОТОП – БЛОК Д – общий вид



ИЗОТОП – БЛОК Д – Бункерные двери

- ППК «ВСК» законтрактованы 16 из 17 первоочередных позиций длительного срока изготовления (материалы и оборудование). До конца 2025 года все первоочередные позиции будут законтрактованы

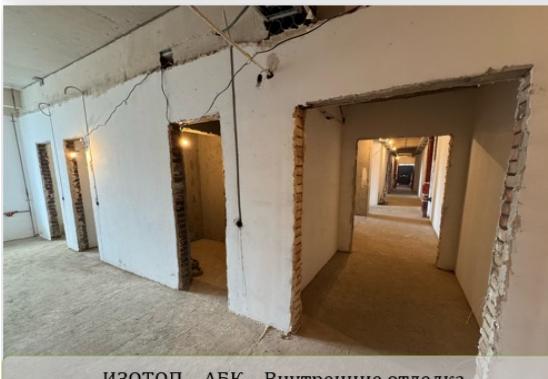
- Откорректирована проектно-сметная документация (далее – ПСД)
- Изготовлен, поставлен и передан на ответственное хранение масс-сепаратор
- В настоящее время ПСД находится на проверке в ФАУ «Главгосэкспертиза России», получение положительного заключения ожидается до конца 2025 года



ИЗОТОП – АБК – Общий вид



ИЗОТОП – АБК – Внутренние отделка



ИЗОТОП – АБК – Внутренние отделка



ИЗОТОП – АБК – Внутренние отделка

ИЗОТОП («АБК»)

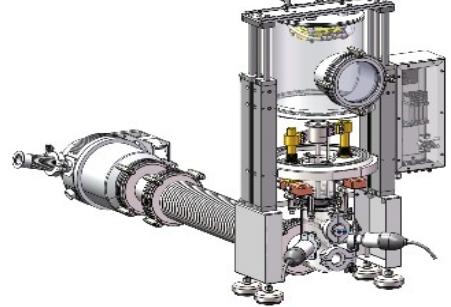


Достигнутые результаты за 2025 год

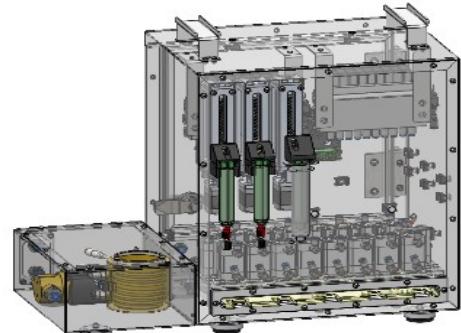
В рамках проекта
«ИЗОТОП»
поставлено
нестандартизированн
ое оборудование:

- Высокотемпературная мишенная станция;
- Мишенная станция для радиохимического выделения целевых радионуклидов;
- Комплект горячих камер;
- Система выделения целевых радиоизотопов;
- Масс-сепаратор.

Система выделения целевых радиоизотопов



Высокотемпературный модуль выделения

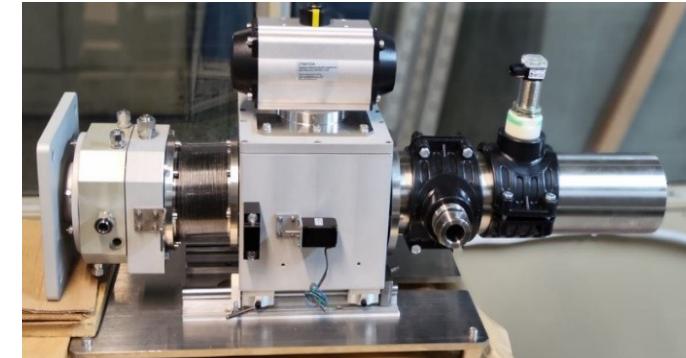


Радиохимический модуль выделения

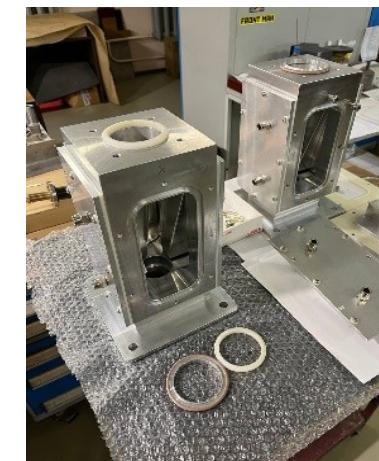
Комплект горячих камер



Устройство удержания мишени под пучком



Маршрутизатор пневмопочты



Коллиматор системы подготовки и измерения пучка

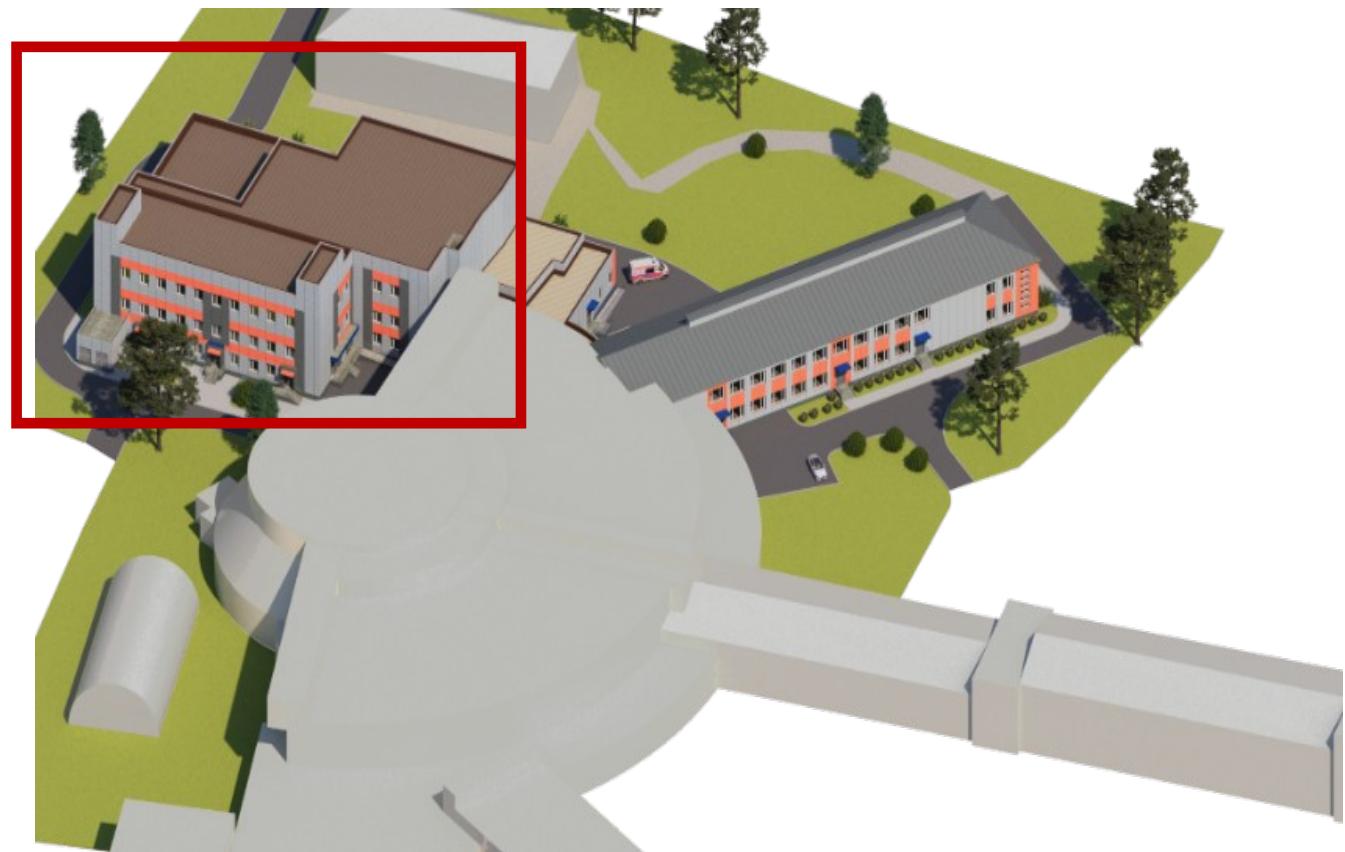




Паспорт построенного объекта

**Мощность, подлежащая вводу в эксплуатацию 3651,34 кв. м.
Объём инвестиций – 2 518 681 600,00 руб.**

**Генеральный подрядчик СМР -
ППК «ВСК»
Поставщик оборудования – АО
«НИИЭФА»**





Национальный исследовательский центр
«Курчатовский институт»



Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова

Спасибо за внимание!