



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



ПЕТЕРБУРГСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ  
ФИЗИКИ  
Россия, 188300, Ленинградская область, г. Гатчина, Орловского

В. Н. Пантелеев

# Статус проекта ИРИНА

## Рабочая группа проекта ИРИНА

В.Н. Пантелеев - научный руководитель  
Д.В.Федоров - ответственный по установке  
А.Е. Барзах - вед. н. сотр.  
М.Д. Селиверстов - ст. н. сотр.  
П.Л. Молканов - н. сотр.  
В.С. Толичев - м. н. с.  
А.Ю. Скальненков - инж.- конструктор

# Программа исследований на установке ИРИНА:

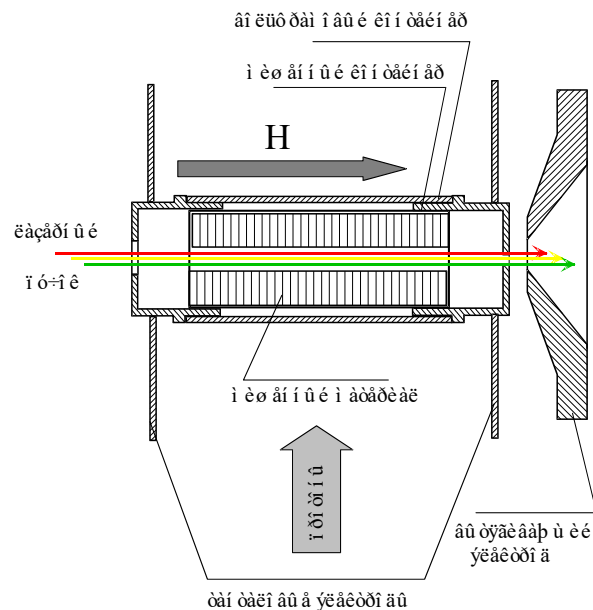
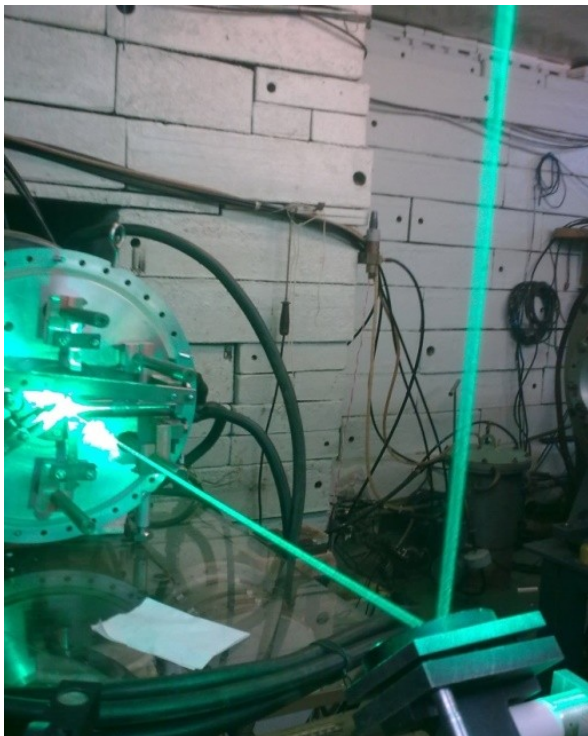
( в основном базируется на использовании метода резонансной лазерной спектроскопии в лазерном ионном источнике)

- Исследования формы ядер  $\text{Te}$ ,  $\text{Sb}$ ,  $\text{Sn}$ ,  $\text{In}$ ,  $\text{Cd}$  and  $\text{Ag}$  с числом протонов и нейтронов близких к магическим  $Z=50$  и  $N=82$ ;
- Исследования формы ядер  $\text{Ge}$ ,  $\text{Ga}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Cu}$  и  $\text{Ni}$  в области магических чисел протонов и нейтронов  $Z=28$  и  $N=50$
- Выяснение влияния оболочечного эффекта на форму ядер;
- Исследования возможности получения радионуклидов высокой чистоты для медицины;
- Исследования по физике твердого тела

Новые разработки, которые будут использоваться на масс-сепараторе комплекса ИРИНА:

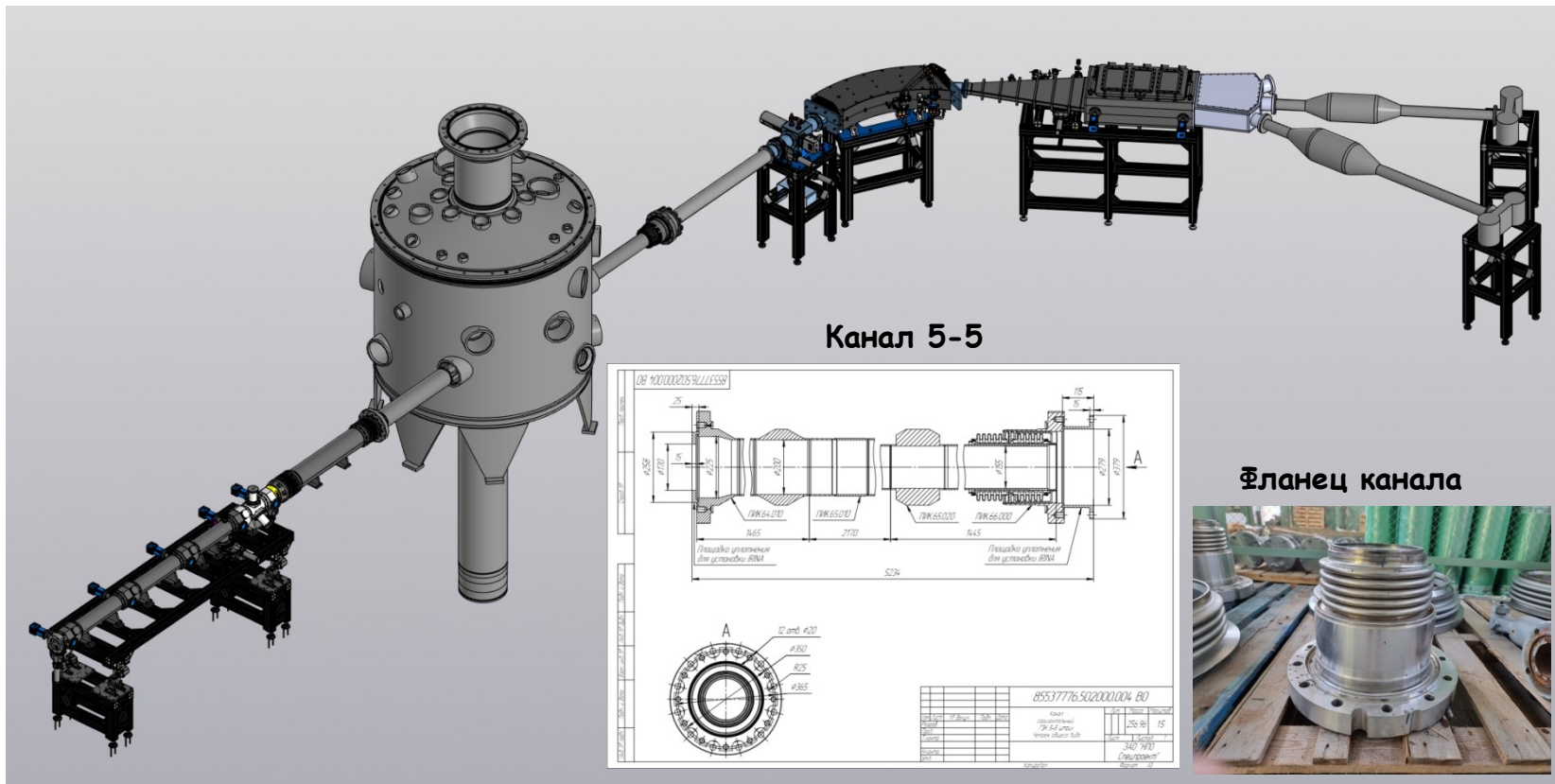
- мишень из монокарбида урана-235 высокой плотности,
- лазерный ионный источник

# Совмещенная мишень – лазерный ионный источник (ионизация осуществляется в объеме мишени - установка ИРИС)



Размеры внутреннего контейнера мишени:  
длина - 5 см, диаметр - 1,2 см, площадь  
внутренней поверхности - 20см<sup>2</sup>  
диаметр выходного отверстия источника 1.5 мм  
площадь 0.017 см<sup>2</sup>  
 $S_m/S_{и} = 1200 \approx$  число столкновений  
со стенками внутри контейнера.  
Толщина дисков - 0.02 мм

## Схема расположения установки ИРИНА в зале горизонтальных каналов



**Внутри канала реактора: мишень-ионный источник, вытягивающий электрод, две фокусирующие линзы.**

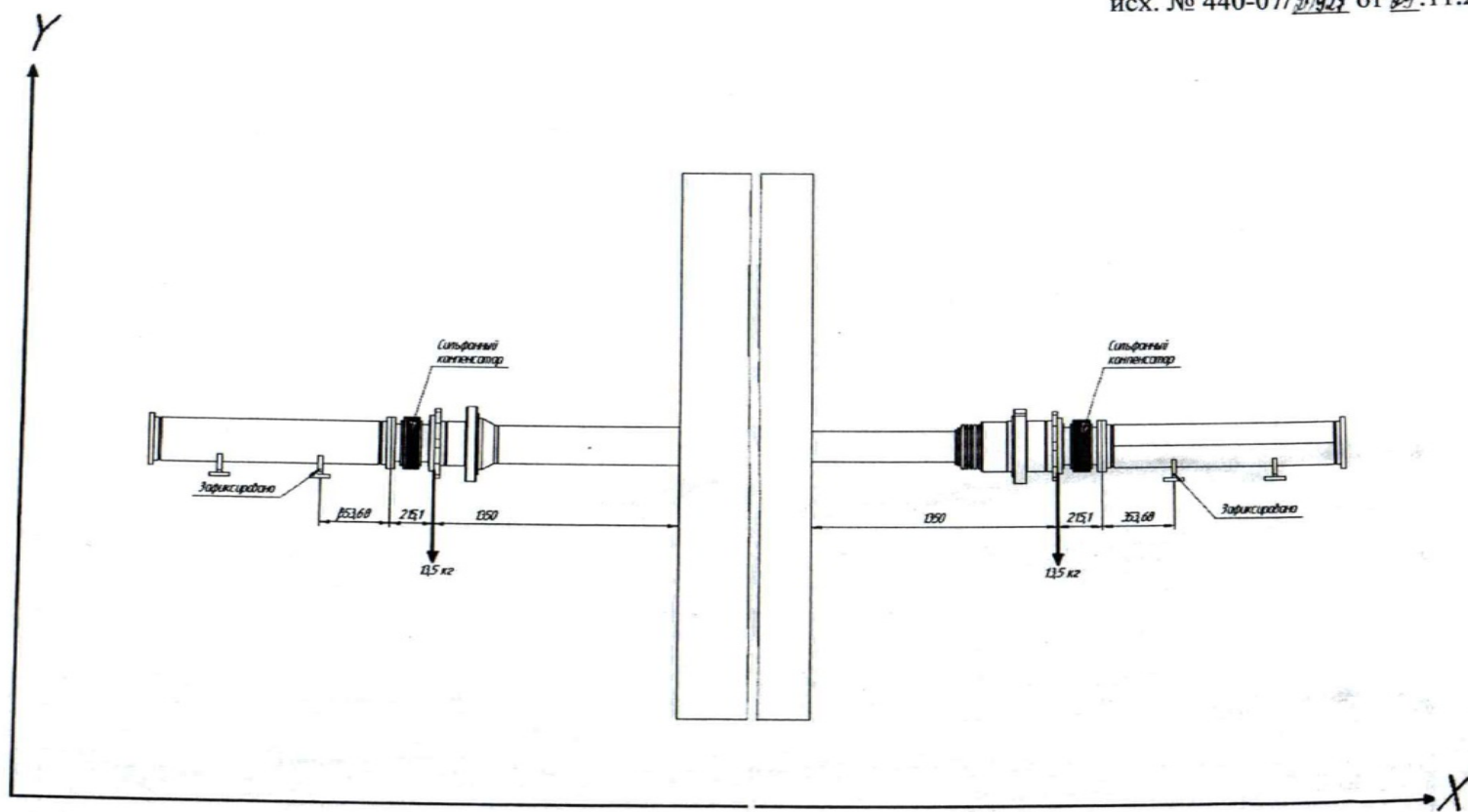
Экспериментальный зал, канал 5: съемный защитный бокс-контейнер, система откачки на высокий вакуум с отсечными шиберами. Канал 5' - масс-сепаратор с ионными трактами, лентопротяжным устройством с детекторами.

**Лабораторные помещения 106,107: лазерная установка, пульта управления экспериментом.**

## Канал 5-5' с компенсирующими сильфонами

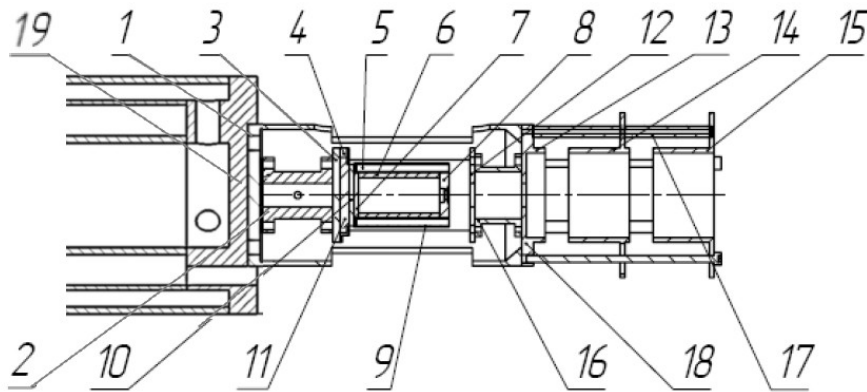
2

Приложение 1 к письму  
исх. № 440-07/ 20924 от 29.11.2024



**Мишенное устройство**

## Мишень в сборке с ионо-оптической системой



Мишень –  
высокообогащенный монокристалл  $^{235}\text{U}$   
высокой плотности,  
масса урана – **2 g**

Нейтронный поток через мишень –  
**до  $1.3 \times 10^{13} \text{ n/cm}^2\text{s}$**

Выделяемая мощность на мишени –  
**до 1.4 kW,**  
температура мишени до 1400 °C

1-тепловой экран; 2-изолятор; 3-ниобиевый диск; 4-ниобиевая рамка;  
5-корпус мишени; 6-УС мишень внутри графитового контейнера;  
7,8-крышки из пиролитического графита; 9- танталовый тепловой экран; 10-танталовый держатель мишени; 11-пластина из пиролитического графита; 12-вытягивающий электрод; 13,14,15- электроды фокусирующей линзы; 16,17-изоляторы; 18- фланец фокусирующей линзы; 19- выдвигной стержень.

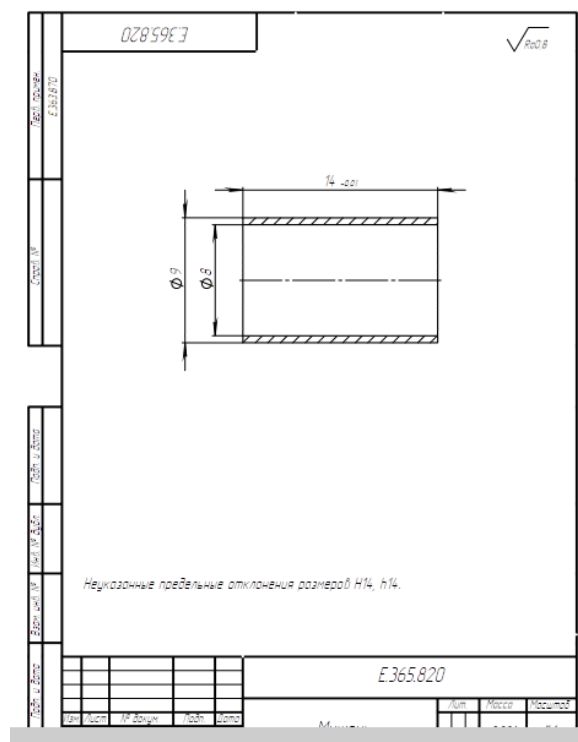
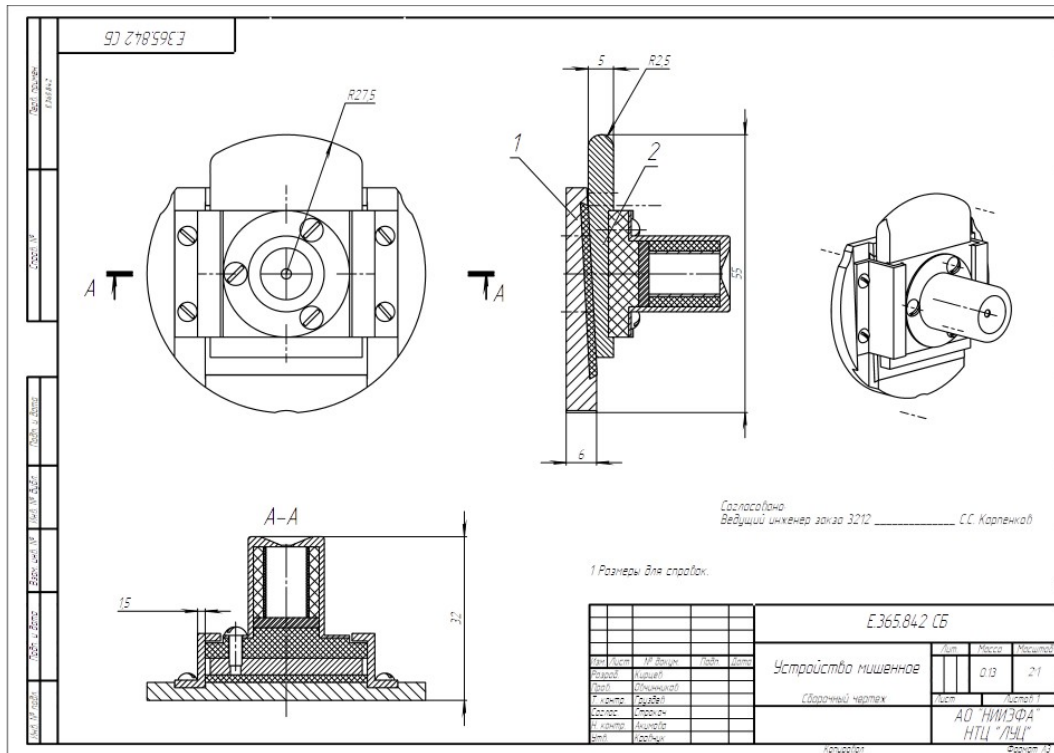


## Испытание в НИИЭФА мишенного устройства установки ИРИНА



**Прототип мишенного устройства  
масс-сепаратора установки ИРИНА  
с нагреваемым источником  
поверхностной ионизации. Проведены  
испытания на напряжение 40 кВ**

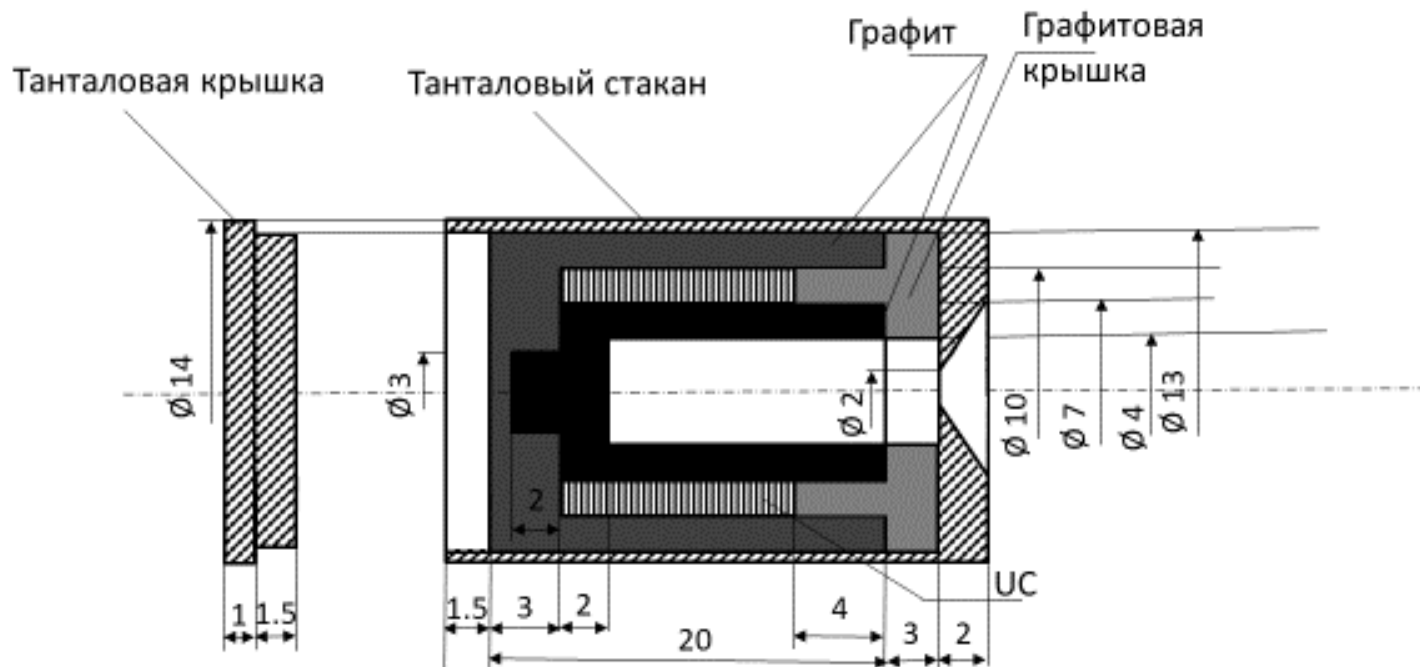
(ИРИНА -  $^{235}\text{U}$  HD мишенное вещество в графитовом танталовом контейнере, лазерная ионизация осуществляется в объеме мишени)



Размеры внутреннего контейнера мишени:  
длина - 1.4 см, диаметр - 0.8 см, площадь  
внутренней поверхности - 3.5 см<sup>2</sup>,  
диаметр выходного отверстия источника 2 мм,  
площадь 0.031 см<sup>2</sup>,  
 $S_m/S_i = 110$  (число столкновений  
со стенками внутри контейнера).  
Толщина стенки мишенного цилиндра - 0.5 мм

## Новая конструкция мишени масс-сепаратора установки ИРИНА

*Произведена замена цилиндра из карбида урана-235, используемого в качестве мишенного вещества, на порошок карбида урана-235 в целях значительного уменьшения стоимости изделия*



Масс - сепаратор

**Камера ввода электропитания**



**Дисперсионная камера**



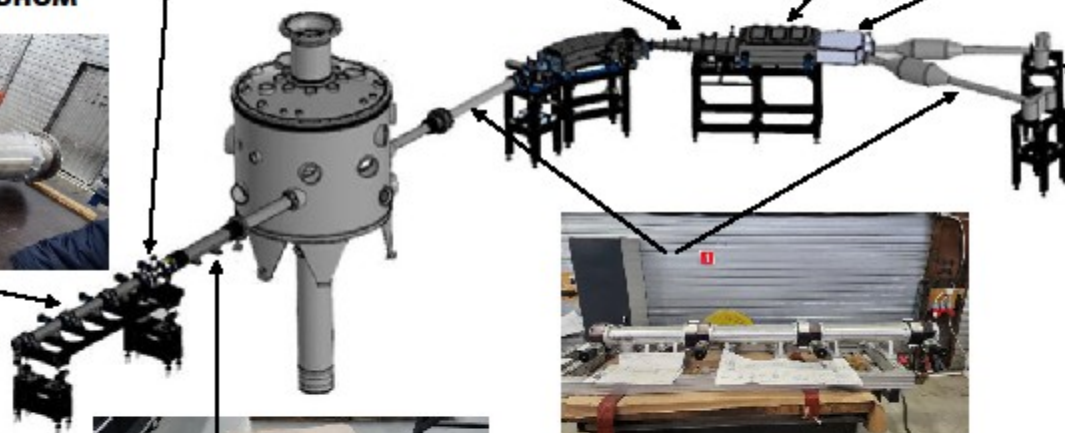
**Коллекторная камера**



**Камера разводки пучков**



**Патрубок с сифоном**



**Каналы транспортировки пучков**



**Лентопротяжные устройства**

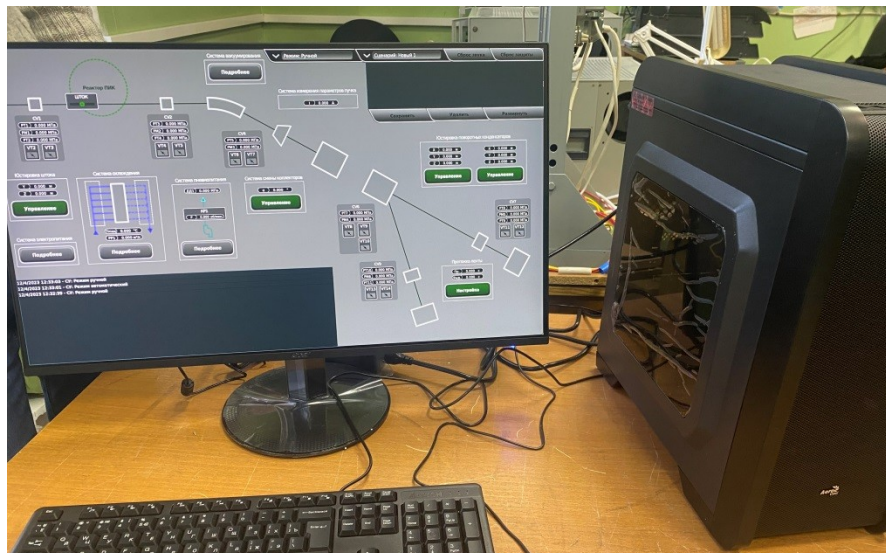


**Переходник с сифоном, линзой и корректором**





# Автоматизированная система управления (АСУ) для комплекса ИРИНА



## Состав АСУ:

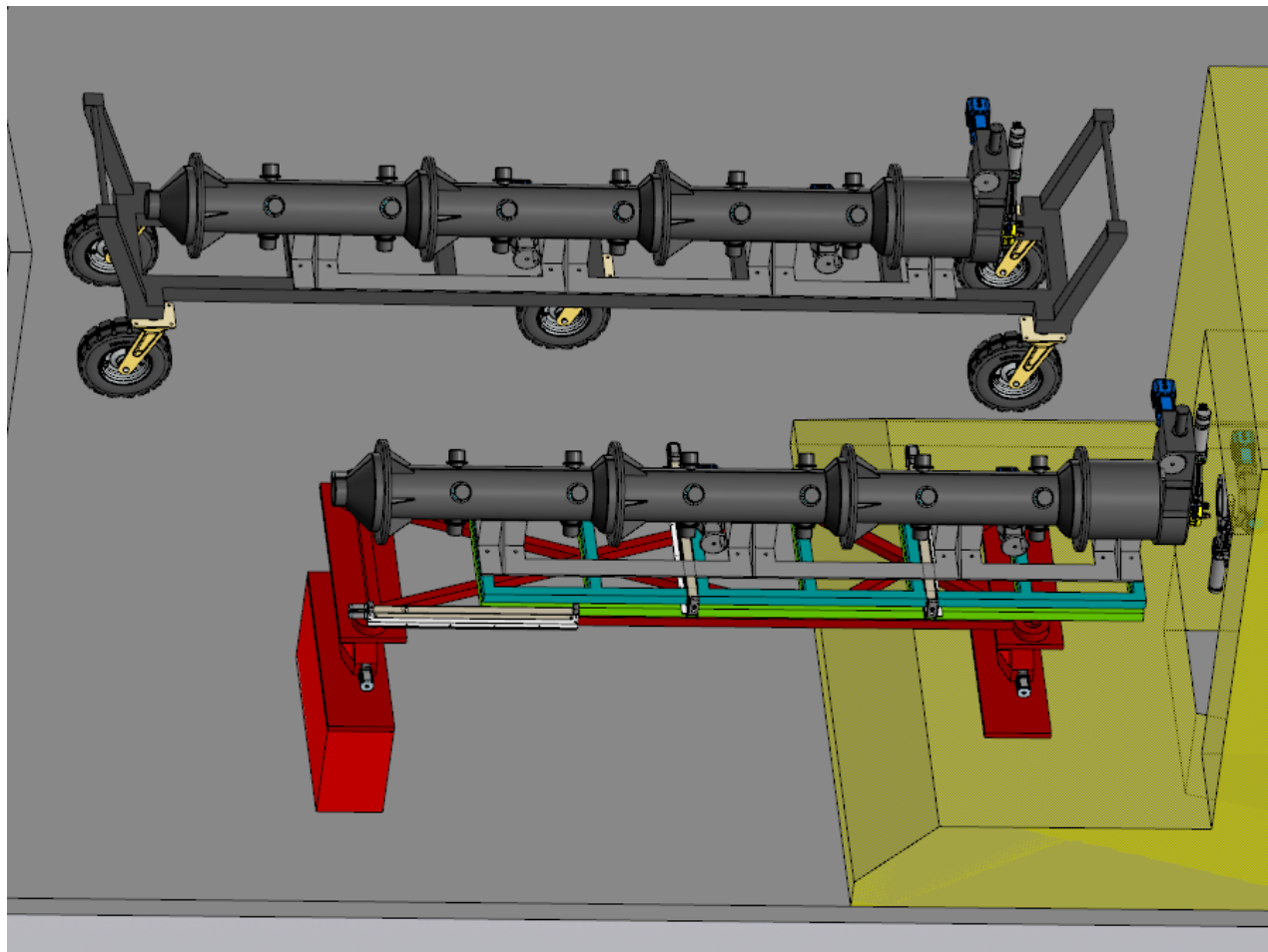
- ✓ Щит управления 1
- ✓ Щит управления 2
- ✓ Щит питания управления
- ✓ Автоматизированное рабочее место оператора

## Назначение АСУ:

- ✓ сбор и отображение информации о состоянии систем комплекса ИРИНА: систем вакуумирования, электропитания, пневмопитания, водяного охлаждения, перемещения и юстировки штока, измерения параметров пучка и т. д.
- ✓ установка режимов работы, подстройка рабочих параметров отдельных устройств
- ✓ автоматическое выполнение наиболее часто повторяющихся действий



# Загрузочно-разгрузочное устройство для транспортировки мишенно-ионного устройства установки ИРИНА

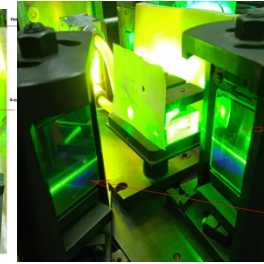
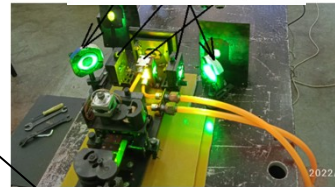
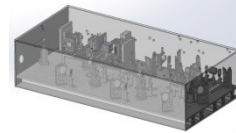


# Лазерная установка



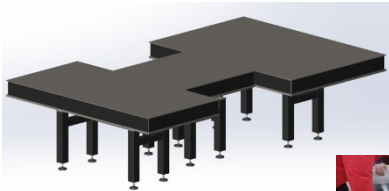
# Лазер на красителях с системой генерации гармоник

## Оптический тракт



Решетка в осциллирующей подложке  
Решетка в антиотражателе

## Оптические столы



## Лазеры накачки

## Референсная камера

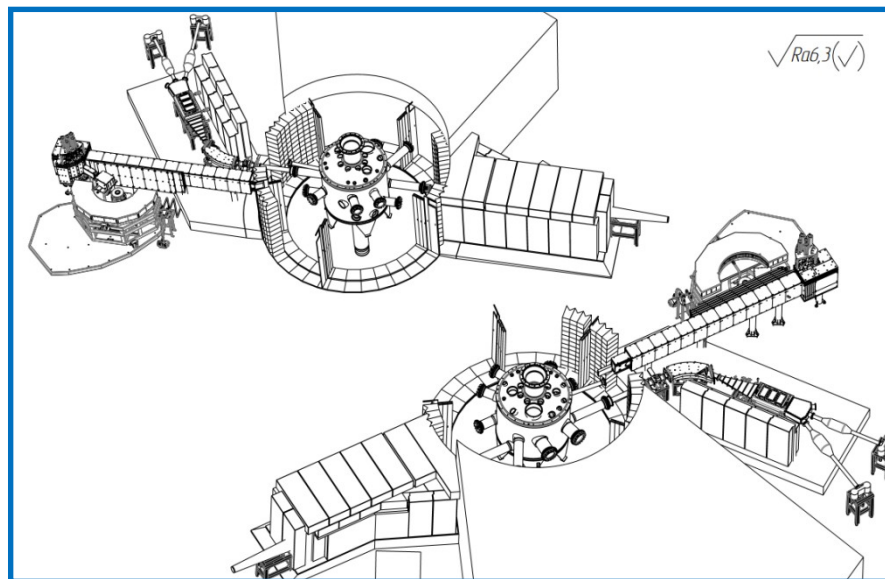
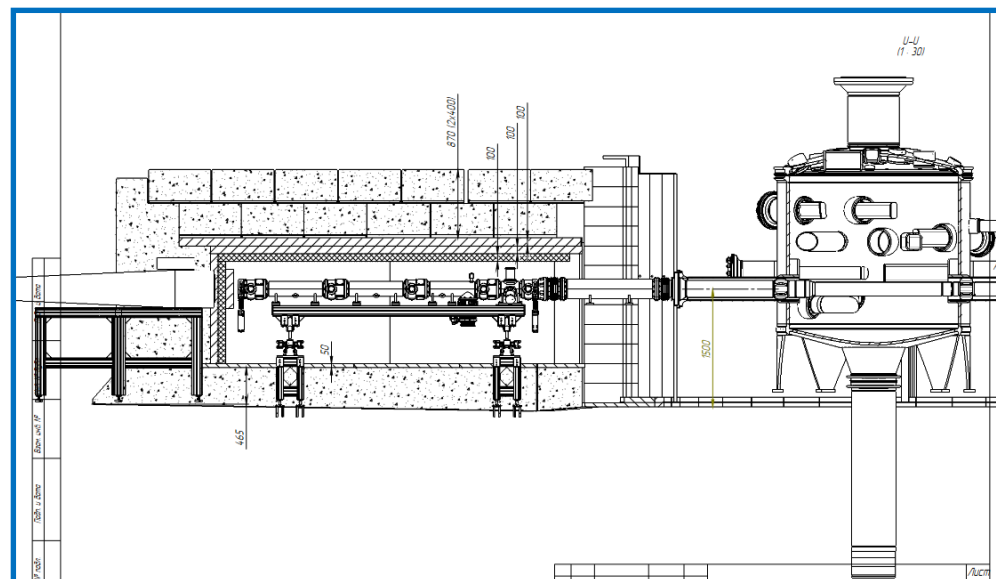
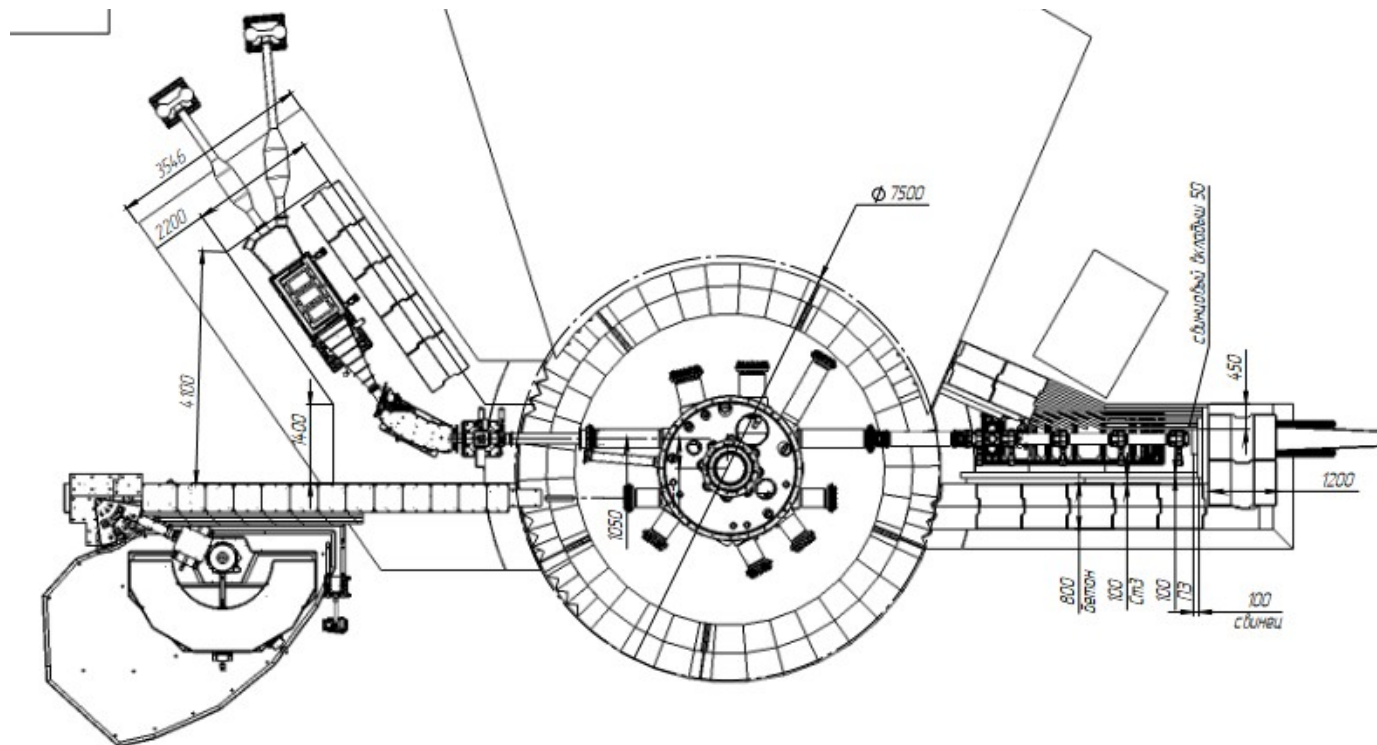


## Лазерный бокс

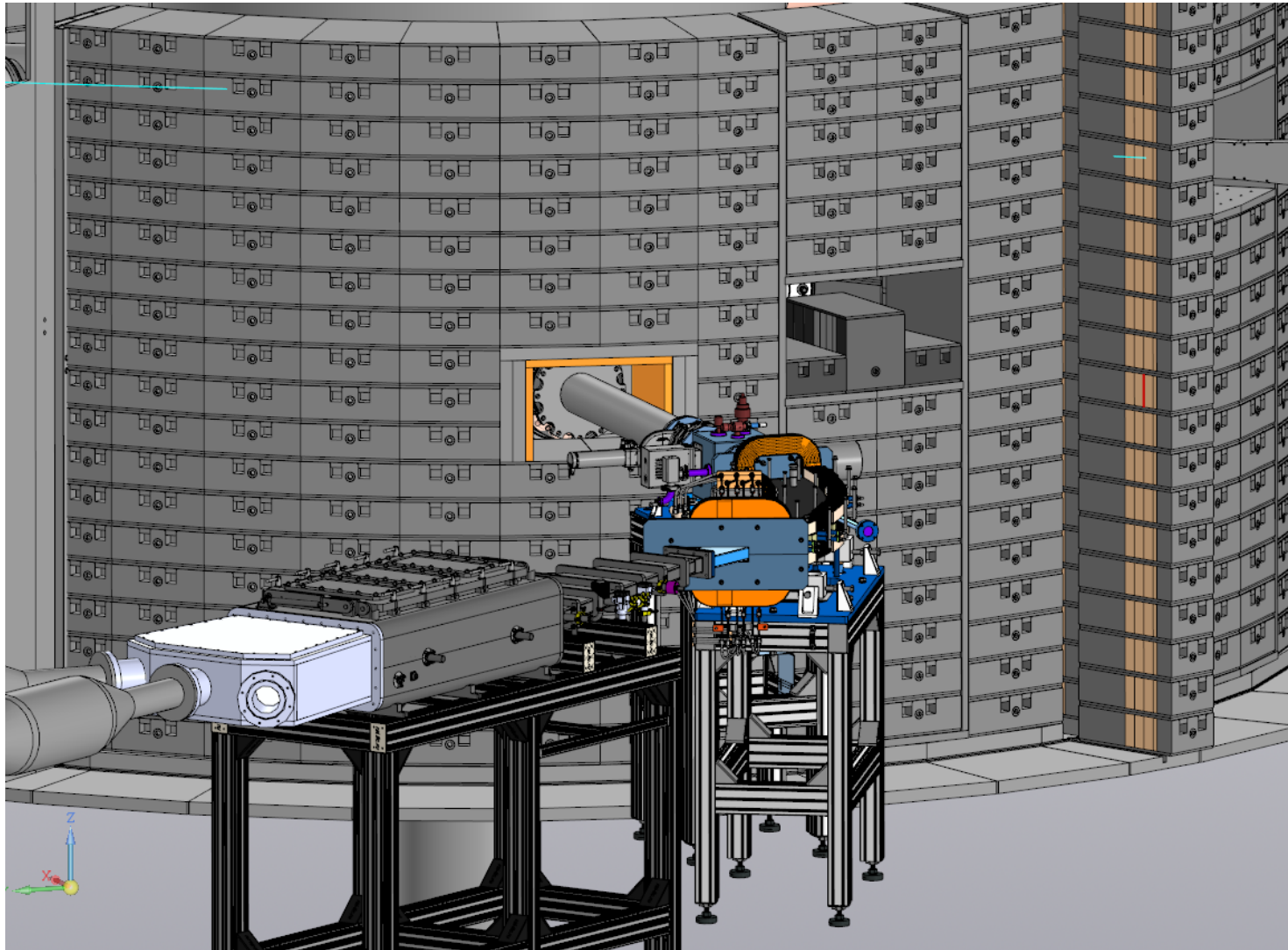


# Биологическая защита

# Общий вид конструкции лазерно-ядерного комплекса ИРИНА



## Выход канала 5' из биологической защиты реактора





**Проект ИРИНА – разработки, проектирование и поставка оборудования, тестовые испытания, сборка**

**2023-2024**

**Проектирование масс-сепараторной части установки ИРИНА, изготовление РКД, закупка материалов, изготовление**

**2023-2024**

**Проектирование лазерной системы установки ИРИНА, изготовление РКД, закупка материалов, изготовление, поставка**

**2023-2025**

**Проектирование биологической защиты установки ИРИНА, изготовление РКД, строительство**

**2024-2025**

**Изготовление, тестирование частей лазерной и масс-сепараторной установки**

**2025-2026**

**Сборочные испытания, запуск установки ИРИНА, получение и работа со стабильными ионными пучками, получение расчетных параметров.**

Спасибо за внимание,

с наступающим Новым Годом!

## Выдвижной шток с мишенно-ионной системой и сменным защитным блок-контейнером

