



РОСАТОМ | РФЯЦ-ВНИИТФ

С.А. Андреев, А.В. Павленко,  
О.В. Ткачев, Н.М. Вагина

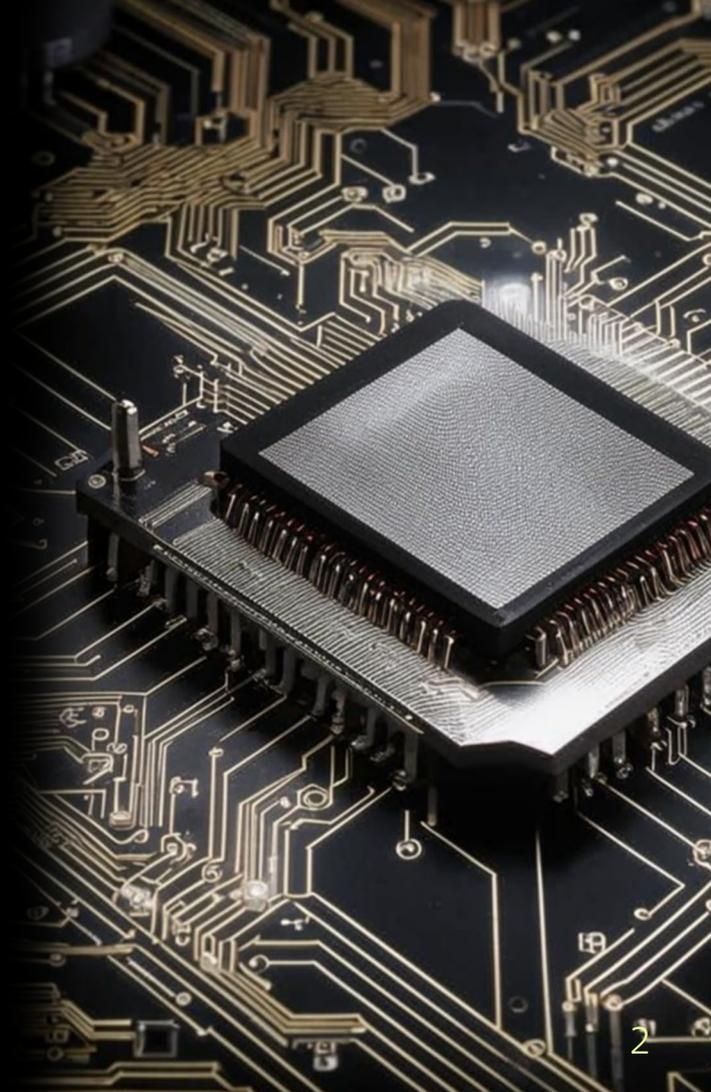
## Статус Уральского центра радиационных испытаний

Докладчик –  
Андреев Сергей Александрович



# План доклада

- 01 Основание
- 02 Параметры Центра
- 03 Здание и установки
- 04 Монтаж установок
- 05 Персонал
- 06 Анализ уровня
- 07 Заключение



# 01 Основание

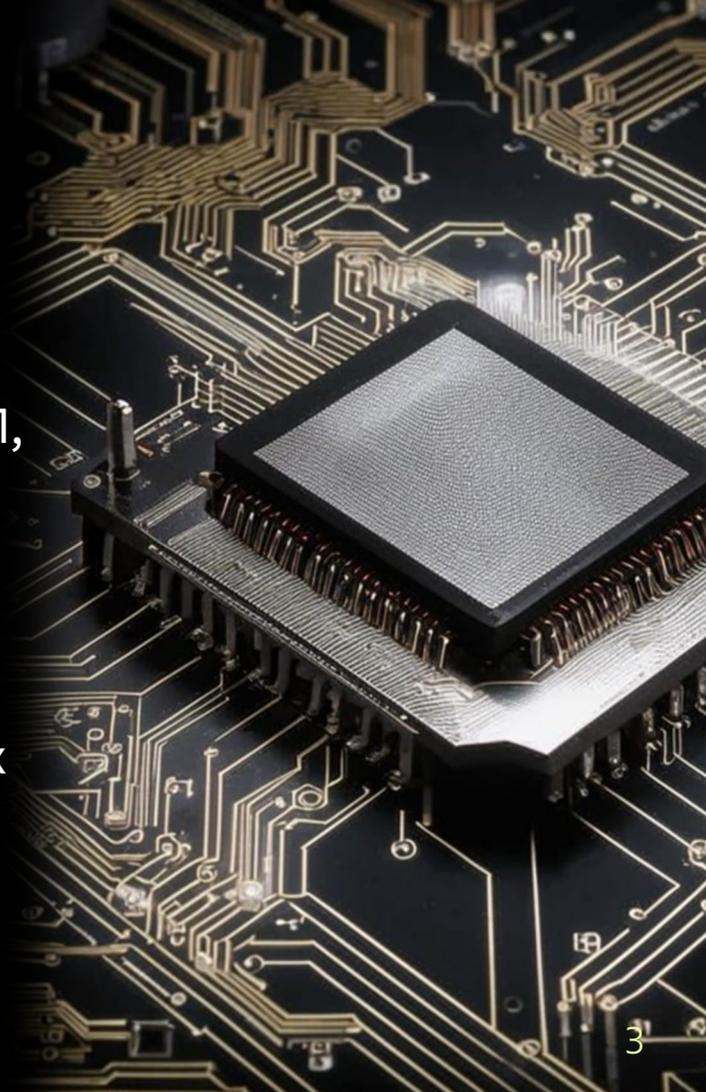
Зачинщик – РФЯЦ-ВНИИЭФ

Зампред Правительства Ю. Борисов поддержал

Первоначальная конфигурация – ВНИИЭФ, НИИП, МИФИ, СПЭЛС, НИИ КП

Окончательная конфигурация – ВНИИЭФ, ВНИИТФ, НИИП, МИФИ, СПЭЛС, НИИ КП

ВНИИТФ создает Уральский Центр радиационных испытаний



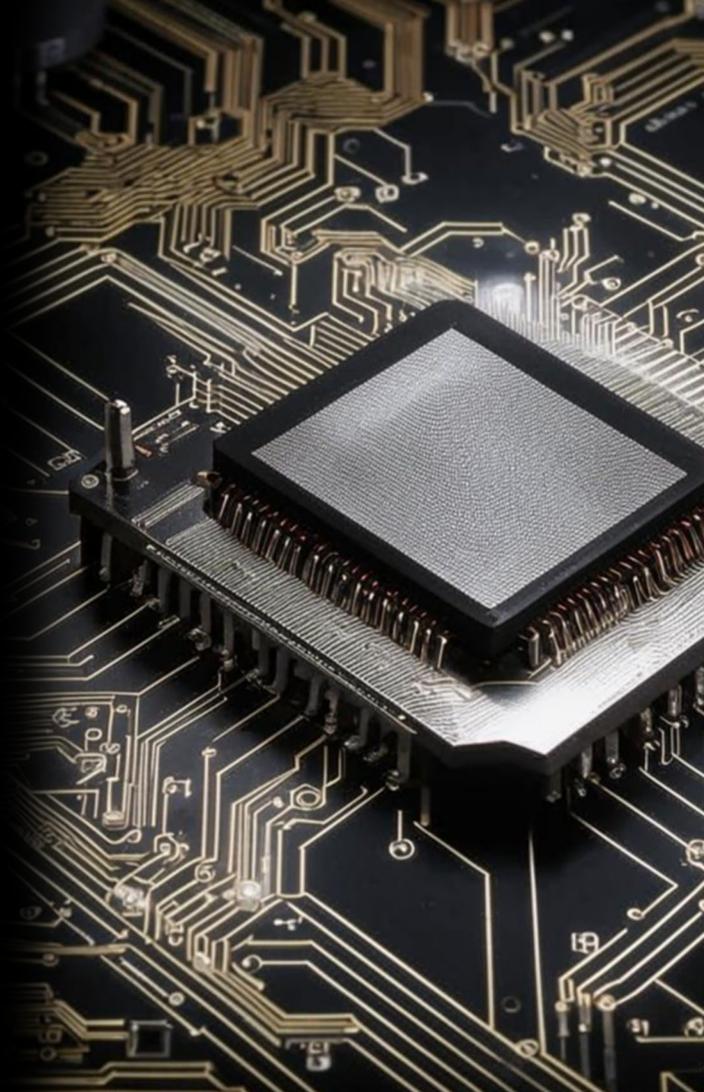
## 02 Параметры Центра. Цели

Цель – обеспечение проведения испытаний на радиационную стойкость электронной компонентной базы к излучению космического пространства в дополнение к имеющейся экспериментально-испытательной базе.

Обозначенная потребность – 6000 типонаименований в год.

Пропускная способность центра – 1200 типонаименований в год.

Подобный (ну и, конечно, более масштабный) проект реализуется в ВНИИЭФ.

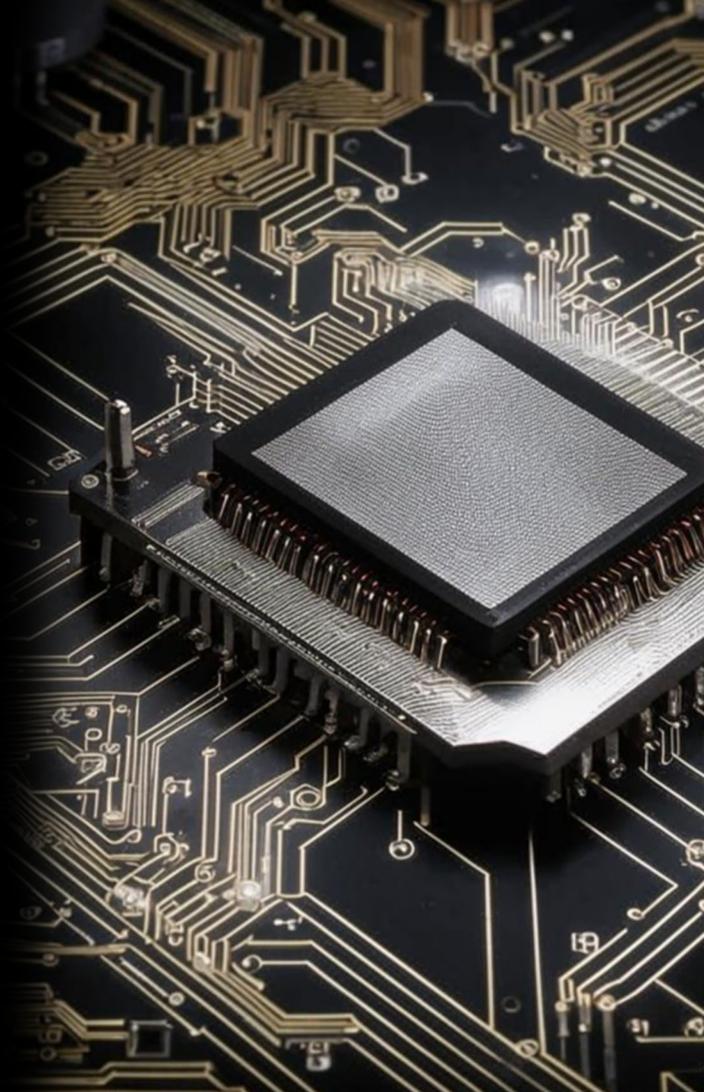


## 02 Параметры Центра. Задачи

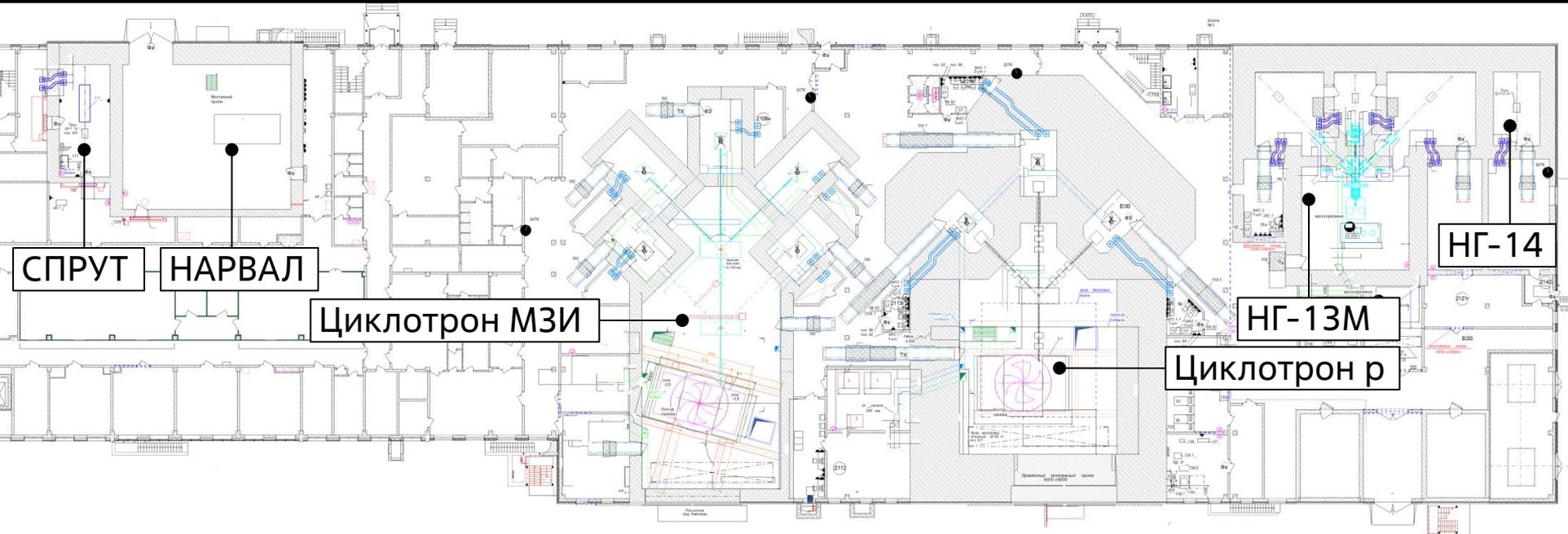
Возведение комплекса зданий для размещения испытательного оборудования и создания соответствующих условий эксплуатации этого оборудования и технологического передела объектов испытаний.

Создание новых уникальных установок: циклотрон МЗИ, циклотрон протонов, генератор нейтронов НГ-13М, генератор нейтронов НГ-14, ускоритель электронов СПРУТ, ускоритель электронов НАРВАЛ.

Приобретение технологического оборудования.



# 03 Здание и установки. Размещение



## 03 Установки. СПРУТ

Параметр	Значение
Тип ускорителя	Линейный резонансный
Длительность импульса	1-12 мкс с шагом 1 мкс
Ускоряемые частицы	электроны
Энергия ускоренных частиц	5, 6, 7 МэВ
Ток пучка (в имп.)	1,2 А
Размер пучка	>20 мм
Статус	эксплуатируется



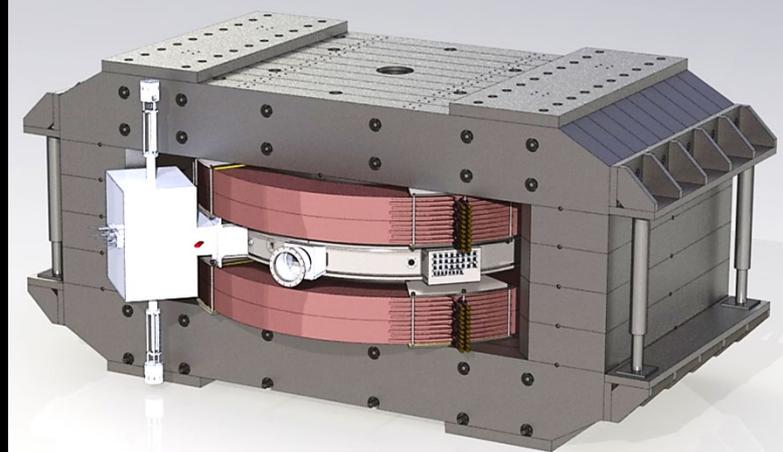
## 03 Установки. НАРВАЛ

Параметр	Значение
Тип ускорителя	Прямого действия
Длительность импульса	8-12 нс
Ускоряемые частицы	электроны
Энергия ускоренных частиц	5 МэВ
Ток пучка (в имп.)	5 кА
Размер пучка	>20 мм
Статус	Изготовление (ИСЭ СО РАН), 2026



# 03 Установки. Циклотрон МЗИ

Параметр	Значение
Тип ускорителя	Изохронный циклотрон
Ускоряемые частицы	Ne, Si, Ar, Cr, Kr, Ag, Xe, Bi
Энергия частиц	до 15 МэВ/нуклон
Число КВИ	3
Ток пучка	5 мкА
Область облучения	150x150 мм <sup>2</sup>
Статус	Изготовление (НИИЭФА), 2026

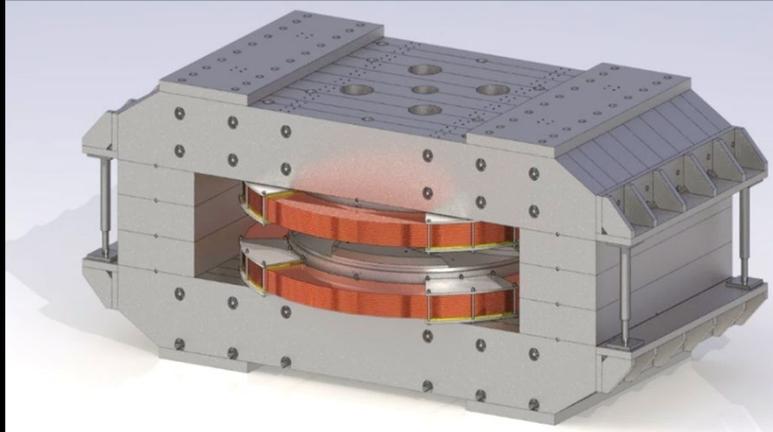


# 03 Установки. Циклотрон МЗИ. Размещение



## 03 Установки. Циклотрон Ц-250

Параметр	Значение
Тип ускорителя	Изохронный циклотрон
Ускоряемые частицы	Протоны
Энергия ускоренных частиц	до 250 МэВ, плавная регулировка
Число КВИ	3
Ток пучка	5 мкА
Размер пучка	150x150 мм <sup>2</sup>
Статус	Изготовление (НИИЭФА), 2026

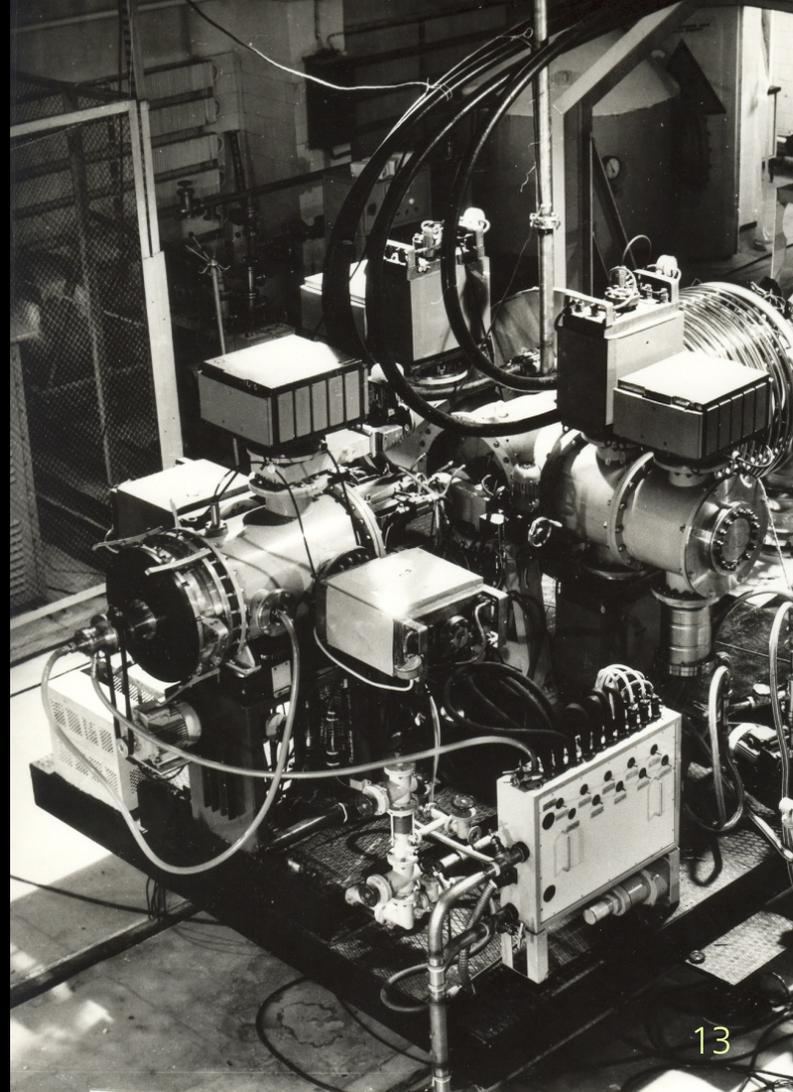


# 03 Установки. Циклотрон Ц-250. Размещение



## 03 Установки. НГ-13М

Параметр	Значение
Тип ускорителя	Прямого действия
Ускоряемые частицы	Протоны, дейтроны
Энергия нейтронов	14 МэВ, 2,5 МэВ
Выход	$10^{13}$ нейтр./с
Число КВИ	3
Размер мишени	430, 230, 90 мм
Статус	Изготовление (НИИЭФА), 2026



## 04 Монтаж установок

С монтажом циклотронов Ц-250 и МЗИ все очень сложно, так как:

1. Масса основного электромагнита в сборе – **900 т.**
2. Масса самой тяжелой СЧ – **30 т**, габарит – **8 м.**
3. Точность стыковки СЧ – **0,1 мм.**
4. Точность выставления опорной плоскости – **0,5 мм** на **4,5 м.**
5. Крайне ограниченное пространство залов.

Решения:

1. Монтаж «с колес». Выстраивание устойчивой логистики.
2. Промежуточная перегрузка автокраном снаружи здания.



# 05 Персонал. Потребности и возможности

**6 лет**      **42 чел.**

Специальность	Потребность, чел./год		Университет	Мощность, чел./год
	По России*	УЦРИ		
Ускорители заряженных частиц	15 – 20	2	НИЯУ МИФИ, НГУ	15
Конструкторы систем ускорителей	50	1	НГТУ, МВТУ, ТПУ, Балтийский ГУ, ЛЭТИ, НИЯУ МИФИ	50
Спектроскопия и эксп. ядерная физика	15 – 20	2	НИЯУ МИФИ, МФТИ, МГУ, СПбГУ	50
Радиационная безопасность	5	1	НИЯУ МИФИ, ТПУ	50
Информационные технологии	30	1	НГУ, НИЯУ МИФИ, МГУ, ИТМО, ЮФУ	250
Итого ВПО	115-125	7		

\* - Развитие физики и технологий ускорителей заряженных частиц. Ред.-сост. Б.Ю. Шарков, И.Н. Мешков. М.: РАН, 2021

# 06 Анализ уровня



## 06 Анализ уровня

Параметр	SoChI	ISCRA	У-400(М)	СЦ-1000	СК ВНИИЭФ	ЦК ВНИИТФ
Класс	Mega	Mega	Mega	Midi	Midi	Midi
Размещение	ОИЯИ, Дубна			Гатчина	ЗАТО Саров	ЗАТО Снежинск
Уск. частицы	$\leq Au$	$\leq Au$	$\leq Bi$	$p^+$	$p^+/\leq Bi$	$p^+/\leq Bi$
Энергия, МэВ/нуклон	3,2	150...350	3...6/20	$\leq 1000$	7,5...4000/ 3,5...400	$\leq 250/15$
Размер области облучения, мм	29	29	60	25	н/д	150x150
$\log_{10}$ Поток, част./ $(\text{см}^2\text{с}^{-1})$	$\sim 3...5$	$\sim 3...5$	$\sim 0.5$	$\sim 5...8$	$\sim 5...9/\sim 2...7$	$\leq 8/\sim 3...5$
Неравномер- ность, %	10	10	10	10	?	?
Статус	ВВЭ	ВВЭ	Э	Э	неясно	ВВЭ 2026

## Об Мы строили, строили...

Midi-Science не монофункциональна.

В монофункции она не жизнеспособна.

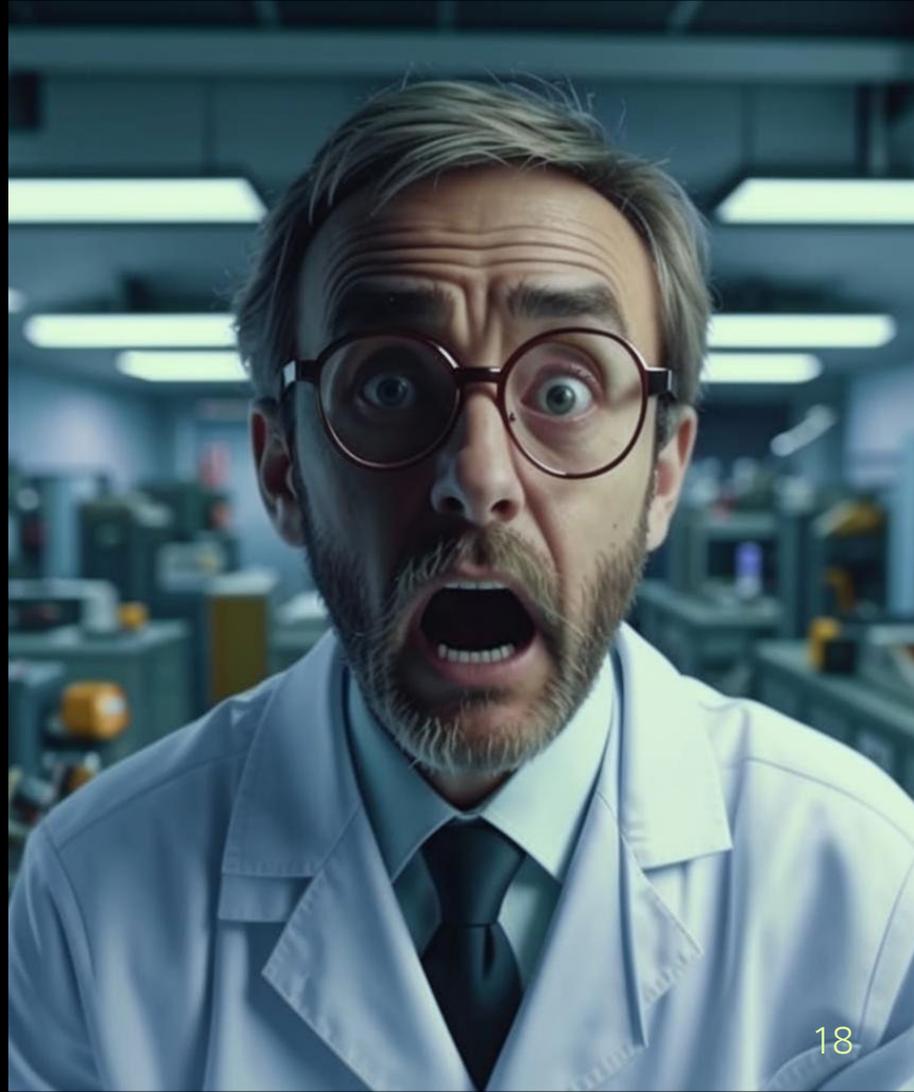
Необходима диверсификация.

Производство РФП – нет.

Протонная терапия – да.

Ионная терапия – возможно.

Фундаментальщина – возможно.



**07 Вместо заключения.** *D'où venons nous? Que sommes nous? Où allons nous?*

