

Статус разработки
ионных ускорителей для
«среднетокового» и
«высокоэнергетического» имплантеров

Александр Старостенко и все-все-все

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Диапазон энергий однозарядных ионов от 0,2 кэВ до 1000 кэВ должен быть перекрыт **двумя** типами ускорителей:

- «Среднетокковый» ТМ-200Т: 0,2 кэВ – 270 кэВ
- «Высокоэнергетический» ТМ-200В: 10 кэВ – 1000 кэВ

Величина токов ионов:

- Минимальный – 1 мкА
- Максимальный – 22 мА для ТМ-200Т
- Максимальный – 3 мА для ТМ-200В

Максимальная мощность в ионном пучке 1600 Вт во всём диапазоне энергий.

Диапазон рабочих ионов: $^{11}\text{B}^+$... $^{121}\text{Sb}^+$

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ИЗНАЧАЛЬНЫХ ДОГОВОРОВ

Инжектор ТМ-200Т

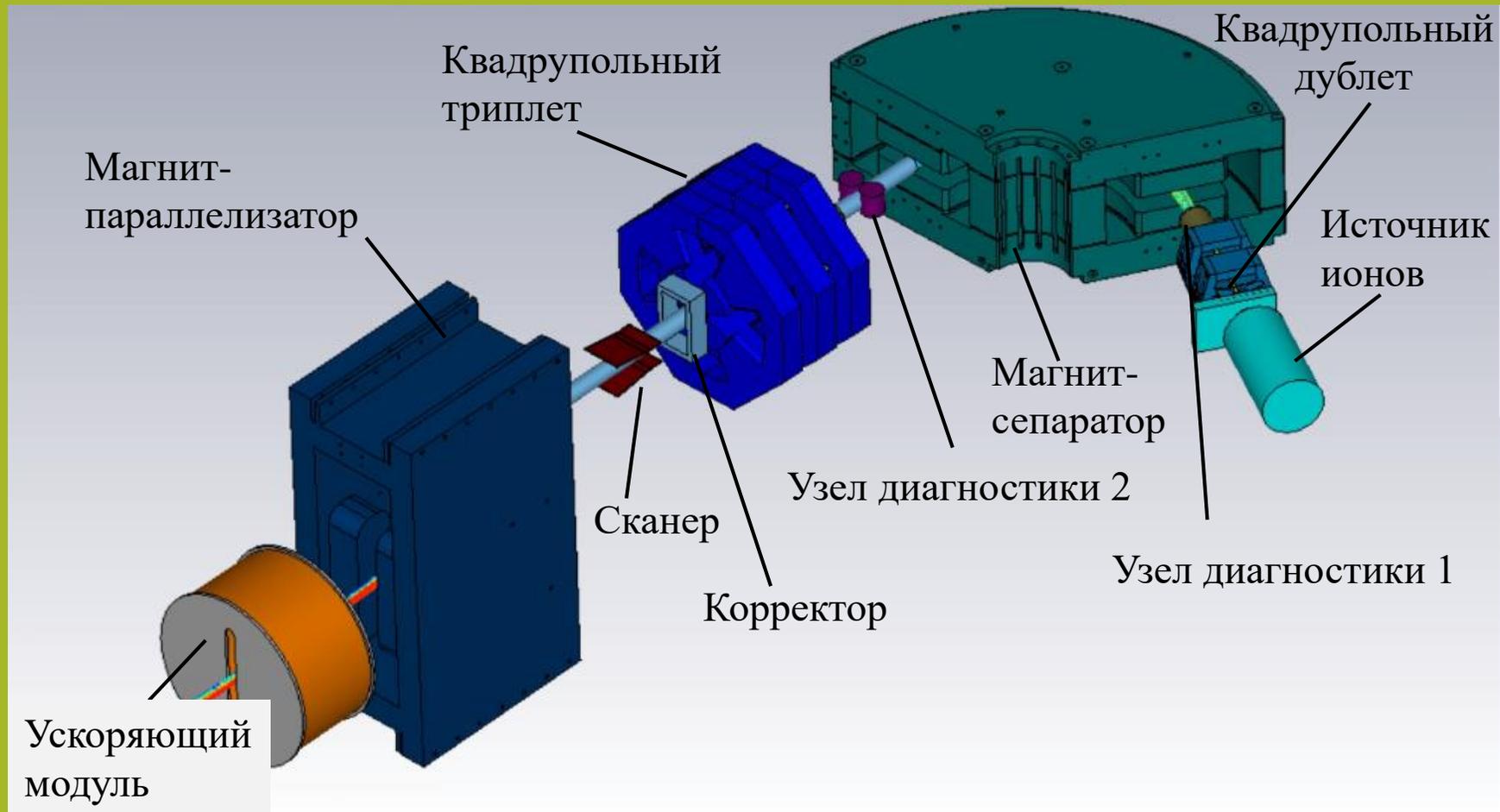
1. 06 октября 2023 – заключение договора «Разработка и изготовление среднетокowego ионного инжектора...»
2. 15.11.2025 – Запуск и испытания «экспериментальной» версии
3. 15.11.2026 – Доработка «экспериментальной» версии до «опытной» и начало ее тестирования
4. 15.11.2028 – Окончание договора.

Инжектор ТМ-200Т

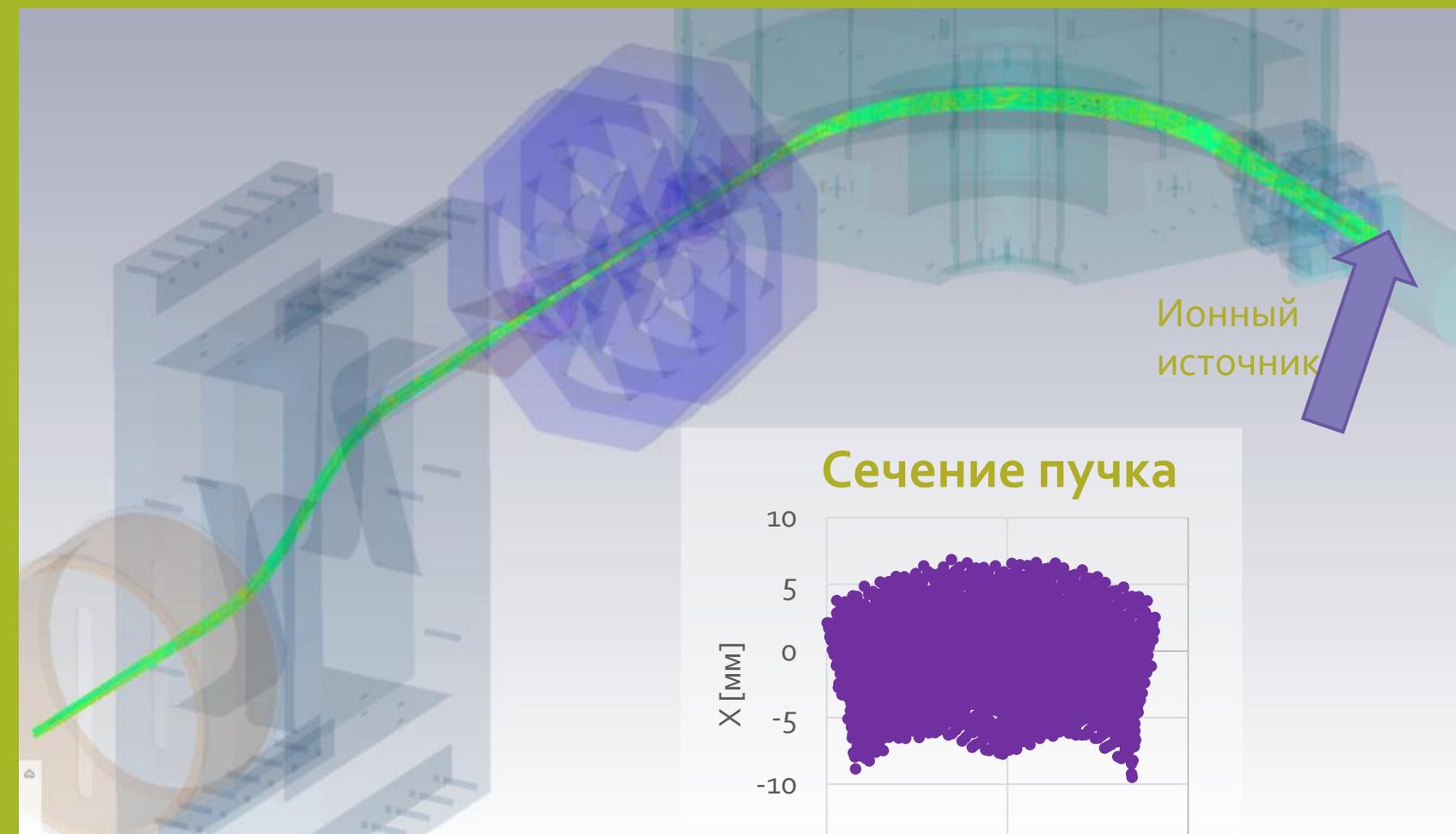
1. 28 декабря 2023 – заключение договора «Разработка и изготовление среднетокowego ионного инжектора...»
2. 15.11.2026 – Запуск и испытания «экспериментальной» версии
3. 15.11.2027 – Доработка «экспериментальной» версии до «опытной» и начало ее тестирования
4. 15.11.2028 – Окончание договора.

УСКОРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ ТМ-200Т

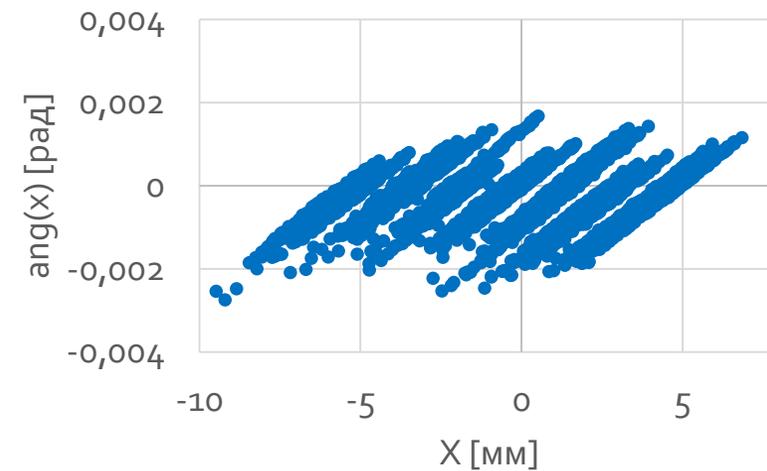
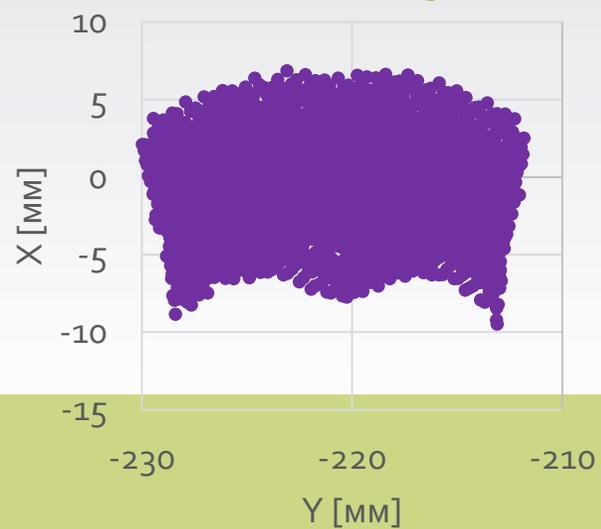
РАСЧЕТНАЯ
МОДЕЛЬ



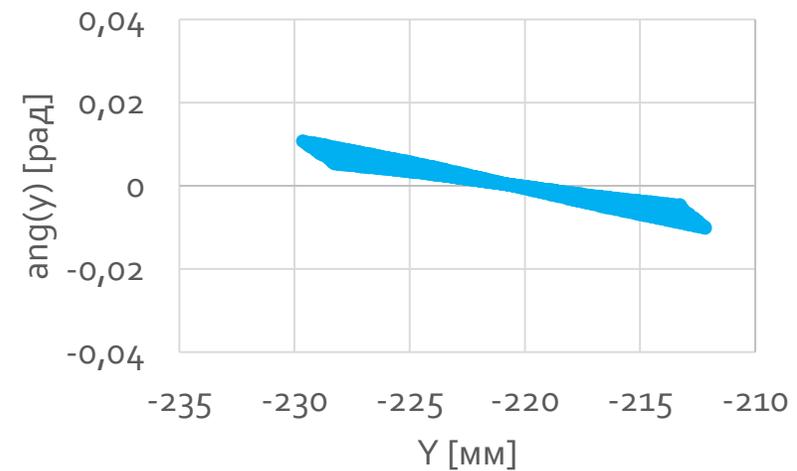
ТРЕКИНГ ИДЕАЛЬНОГО ПУЧКА



Сечение пучка

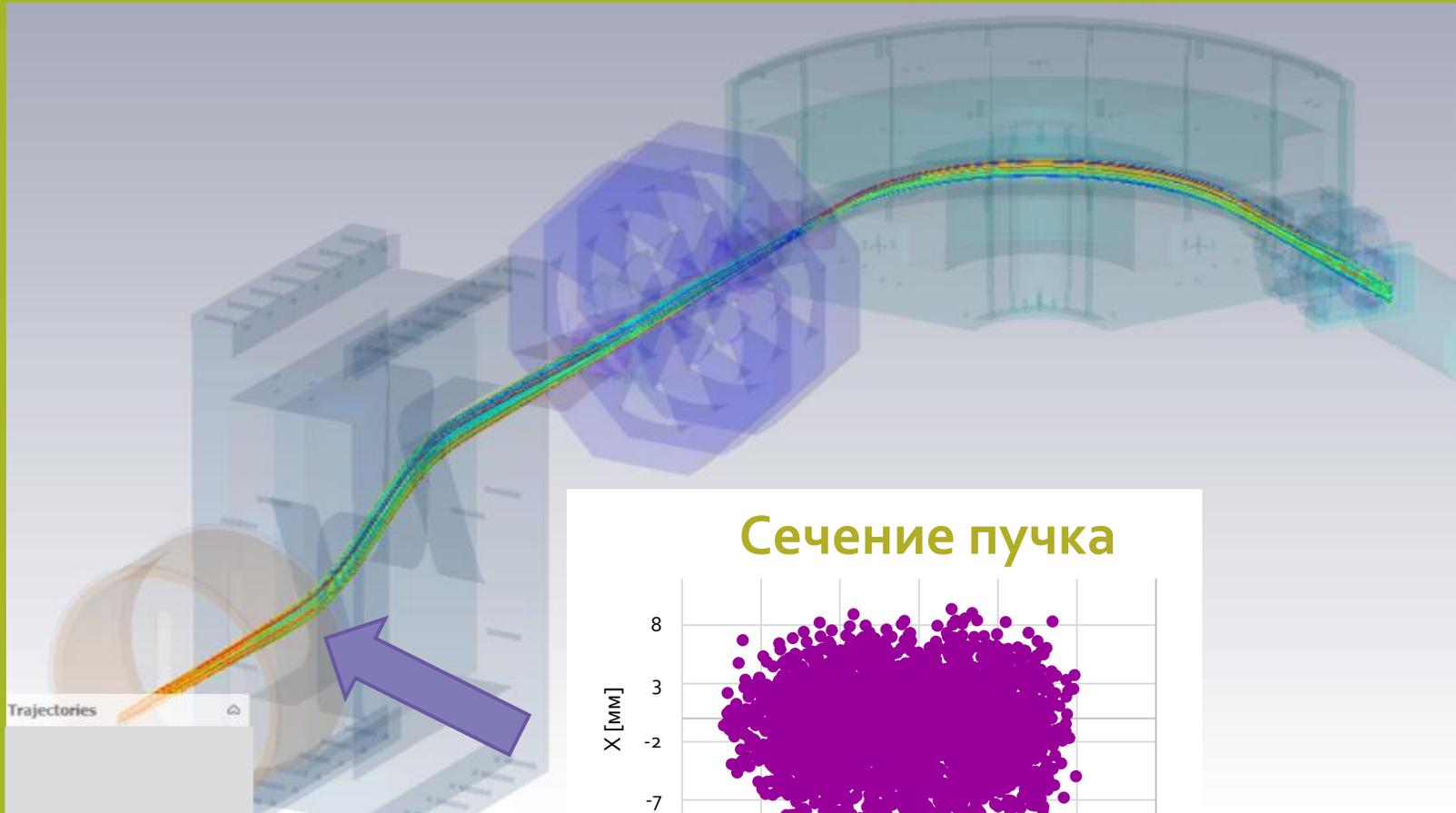


Фазовый портрет пучка

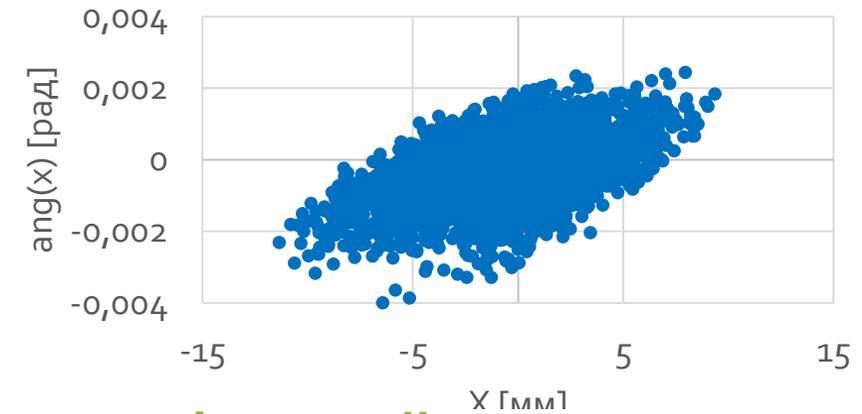
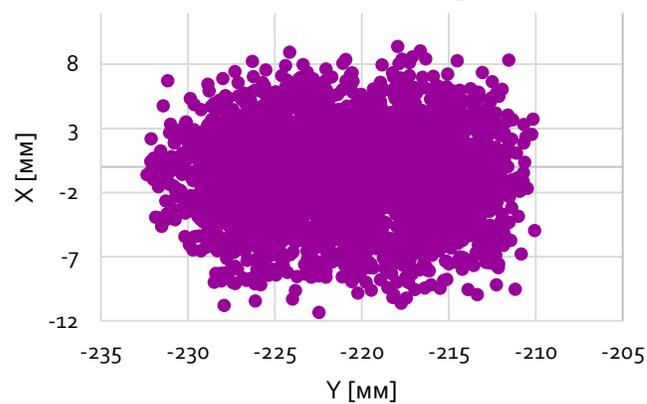


ТРЕКИНГ ПУЧКА

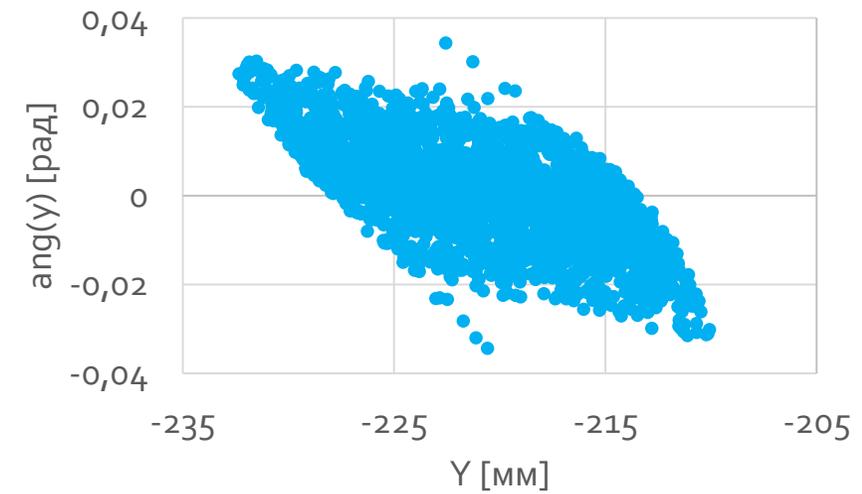
Для расчёта взят пучок Ar^+ с тепловым разбросом 3 эВ и продольным энергетическим разбросом 0,05%.



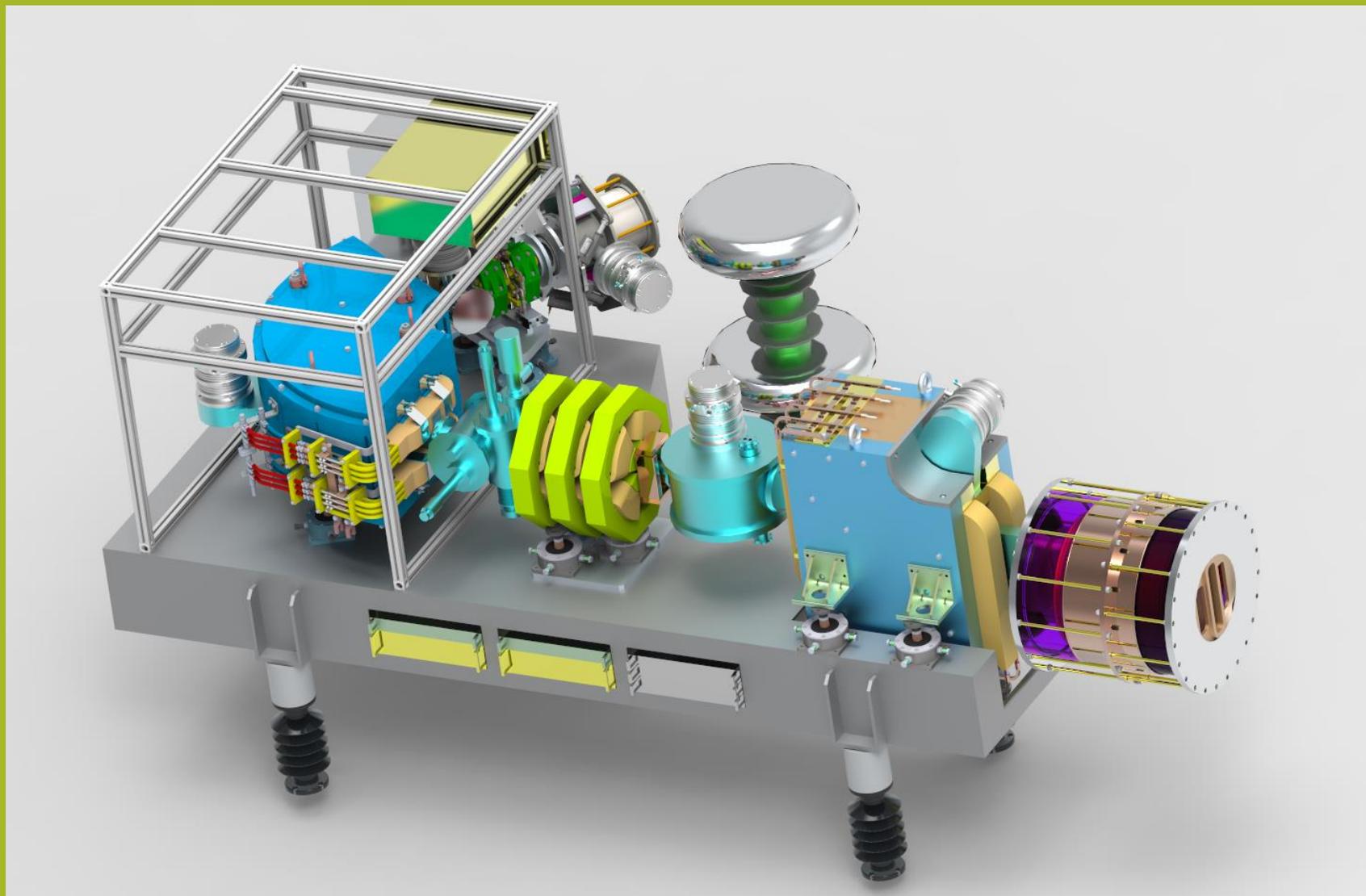
Сечение пучка



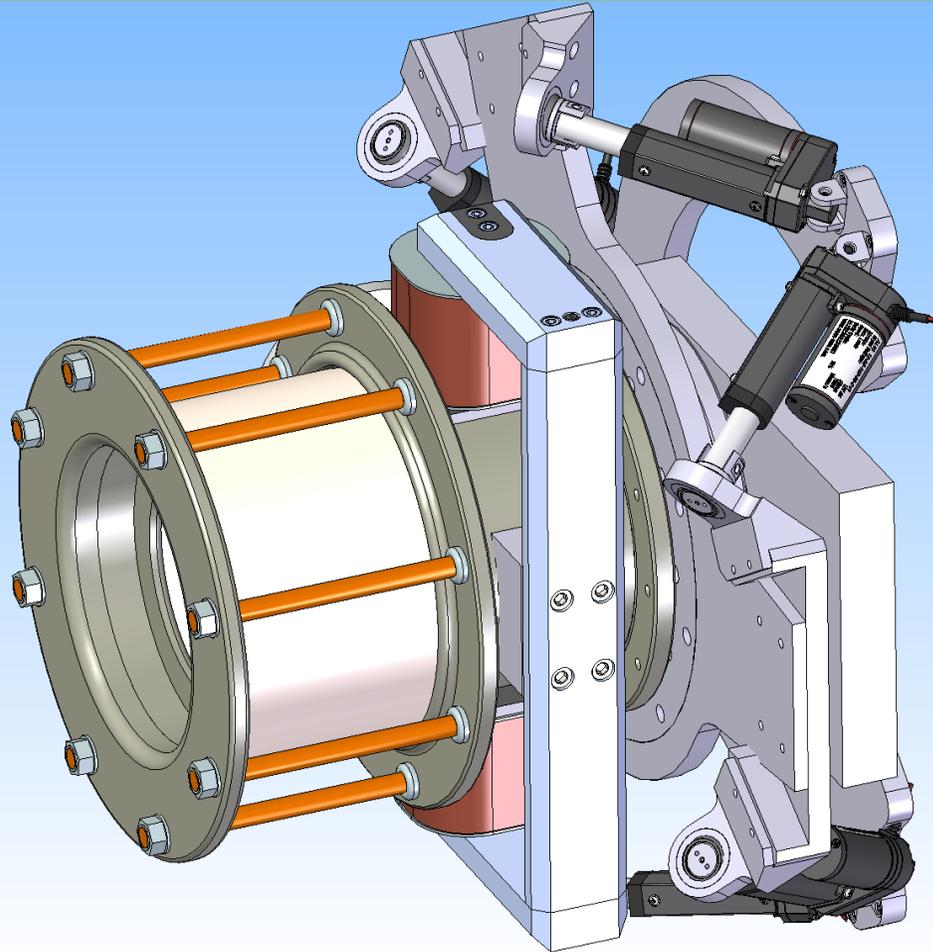
Фазовый портрет пучка



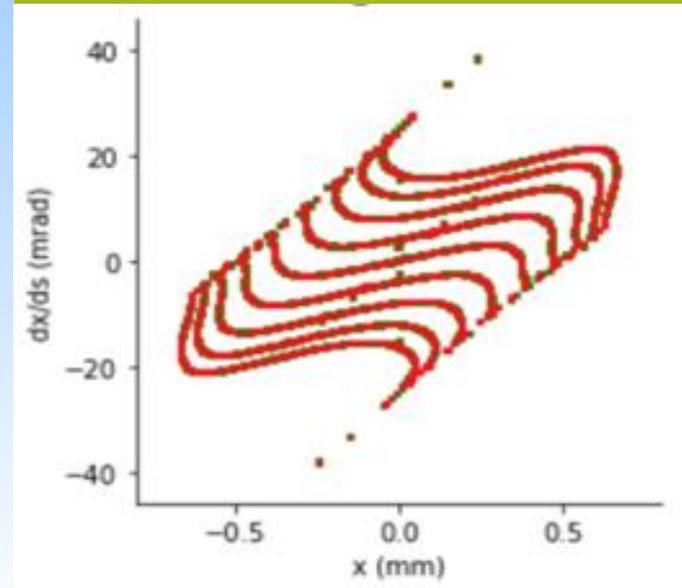
Компоновка «среднетокowego» ускорителя



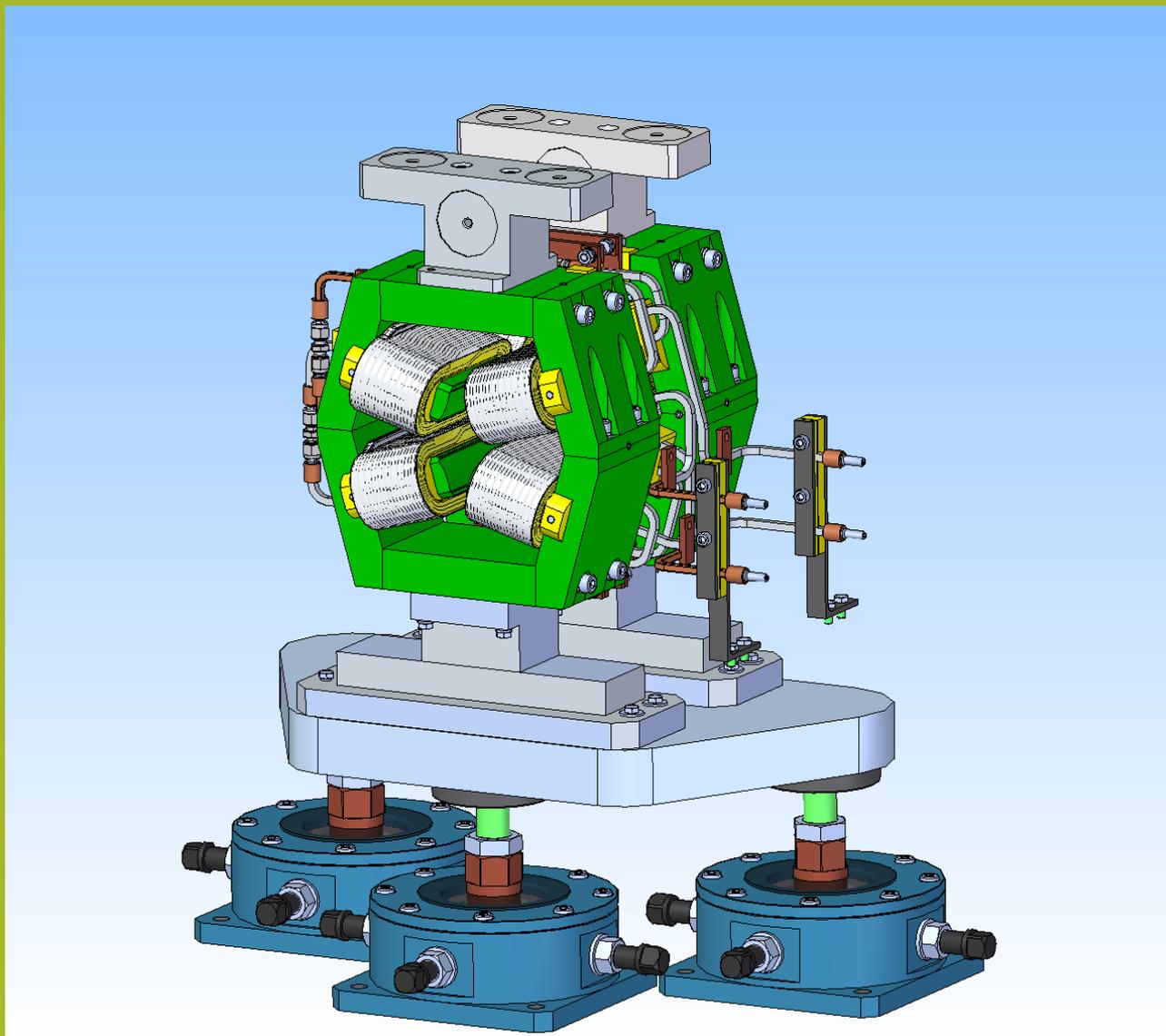
УЗЛЫ УСКОРИТЕЛЯ



ИСТОЧНИК ИОНОВ
(тип Бернаса)



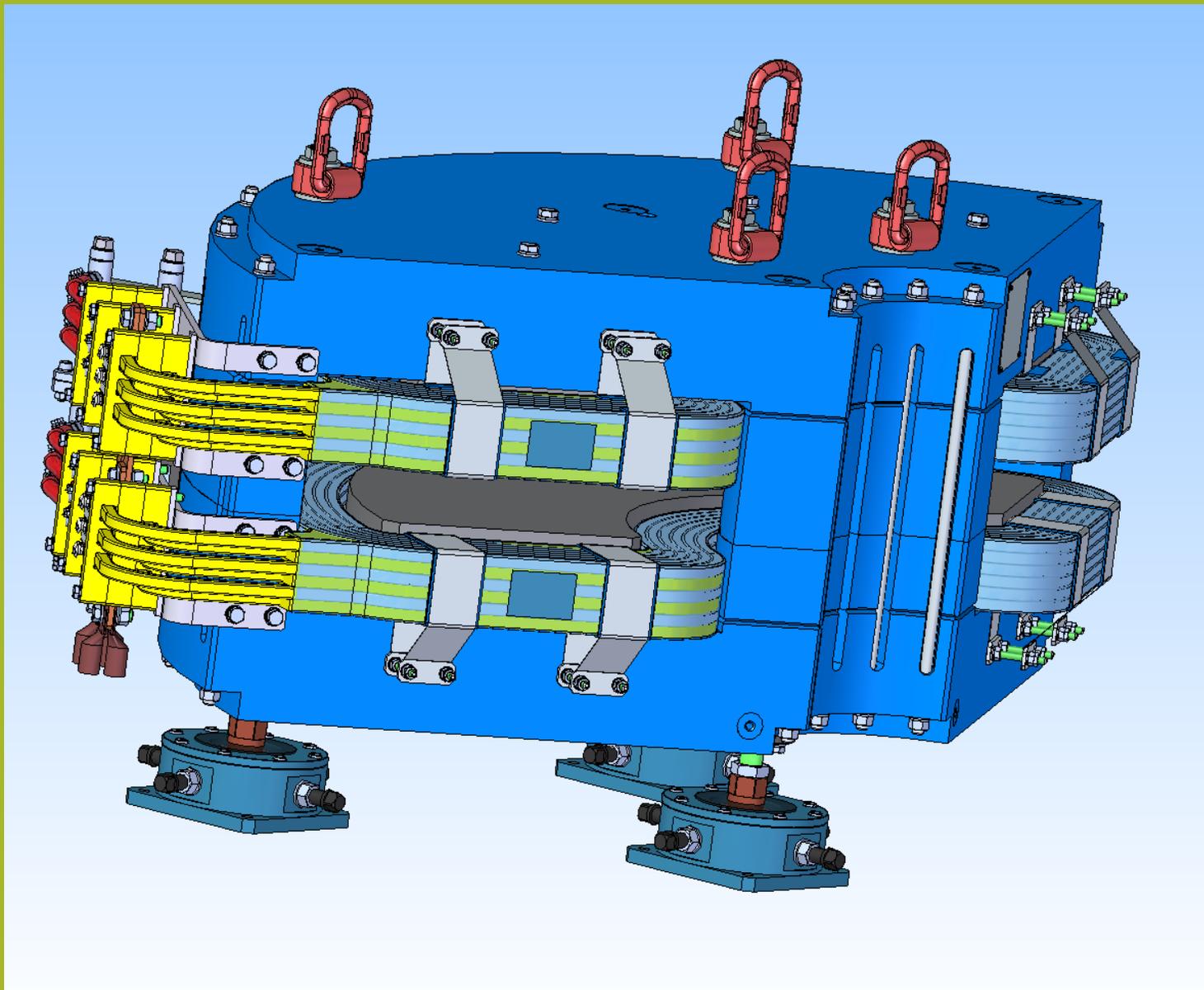
УЗЛЫ УСКОРИТЕЛЯ



Квадрупольный дублет

Для согласования фазовых характеристик пучка (из ионного источника) и системы сепарации

УЗЛЫ УСКОРИТЕЛЯ

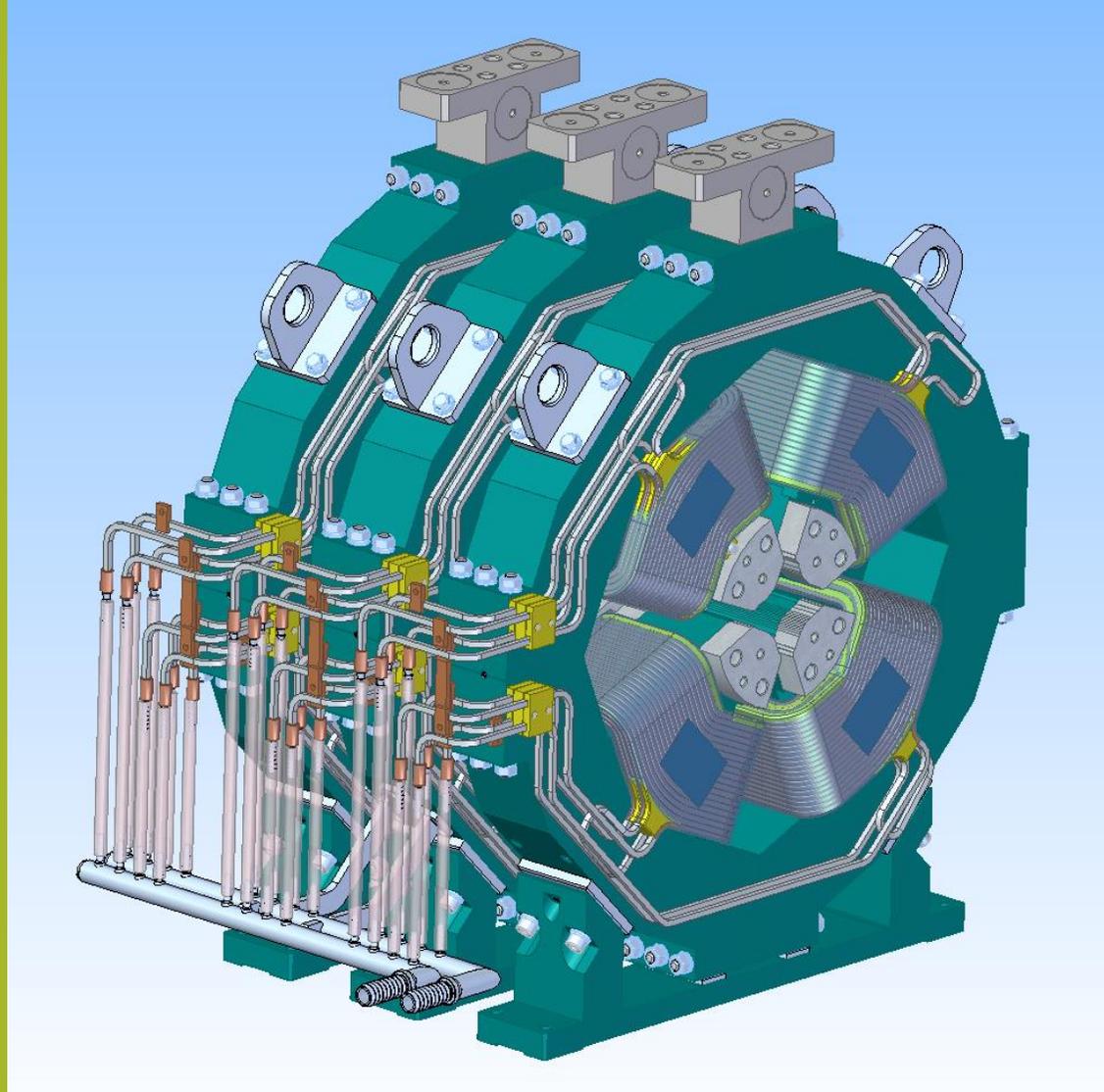


Магнит-сепаратор

Для выделения ионов
нужного изотопа

азмера

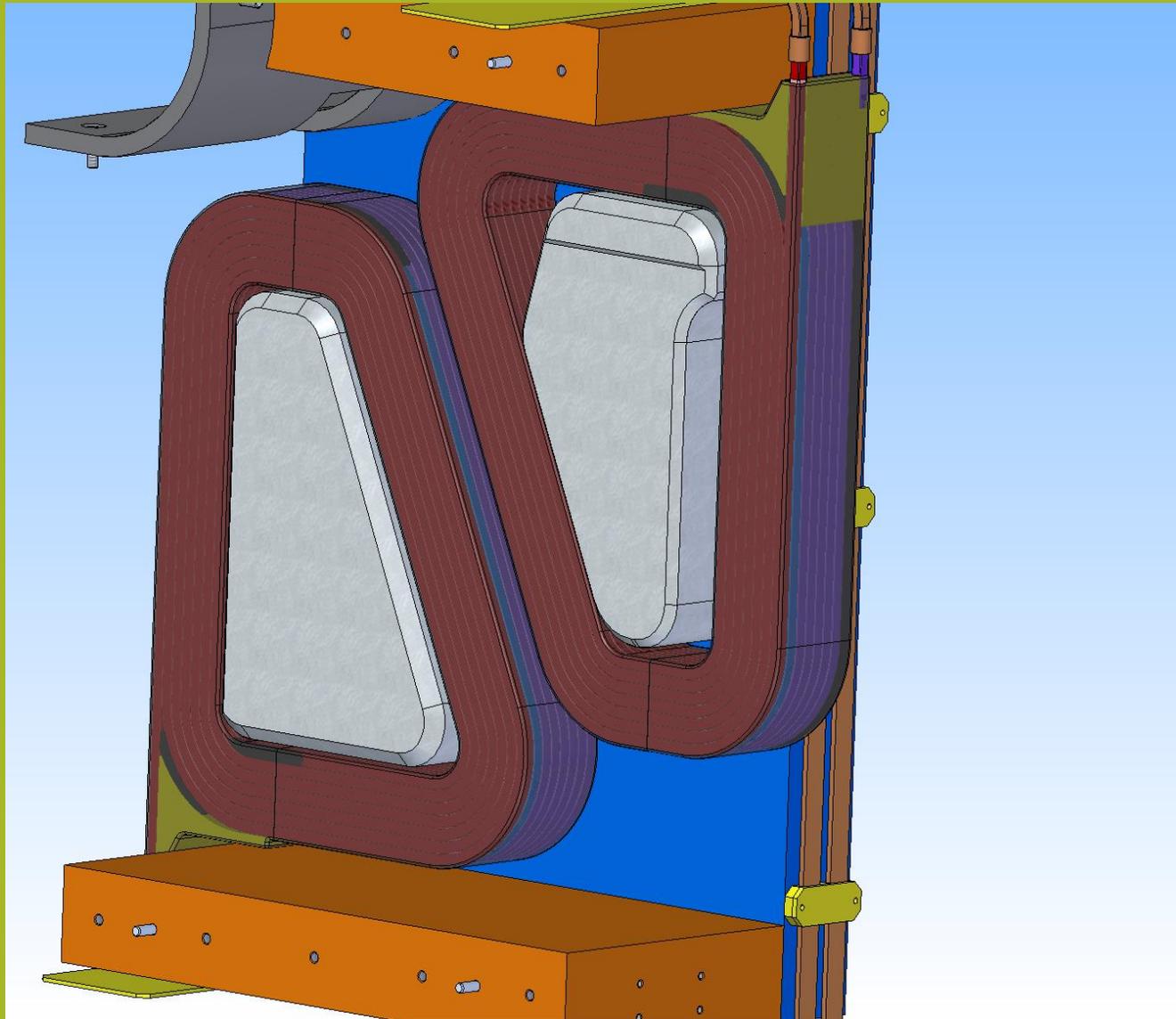
УЗЛЫ УСКОРИТЕЛЯ



*Квадрупольный
триплет*

Для фокусировки
ионного пучка

УЗЛЫ УСКОРИТЕЛЯ



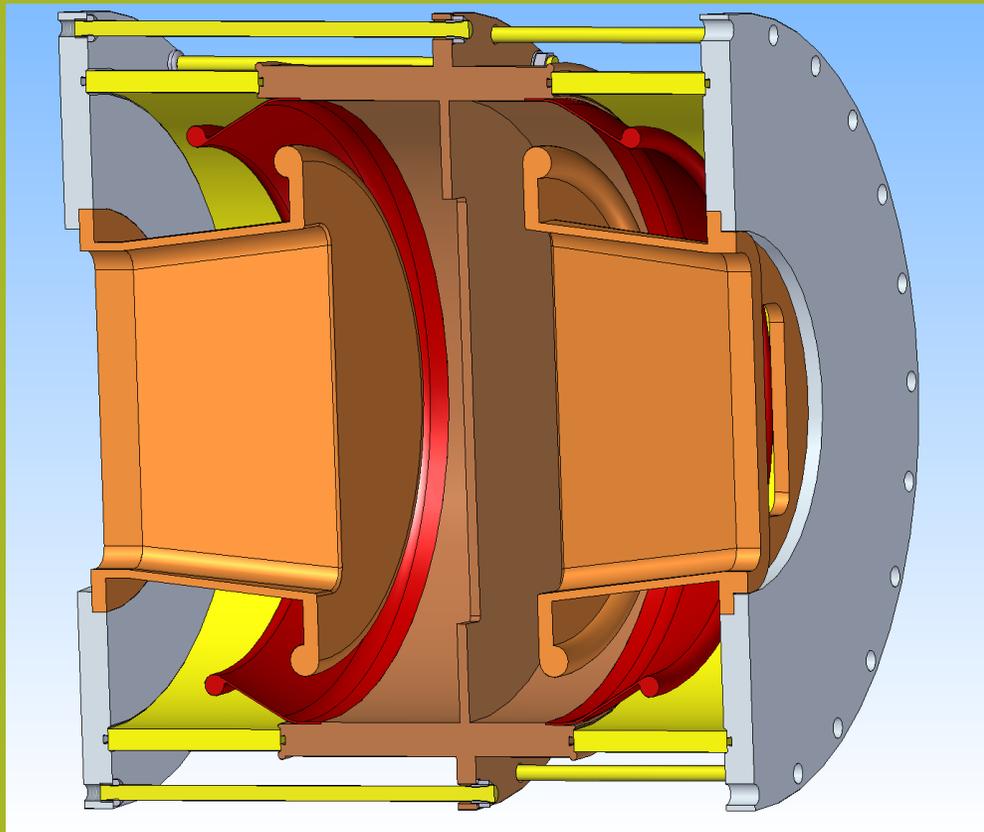
Магнит-параллелизатор

Для формирования
параллельного
ионного пучка

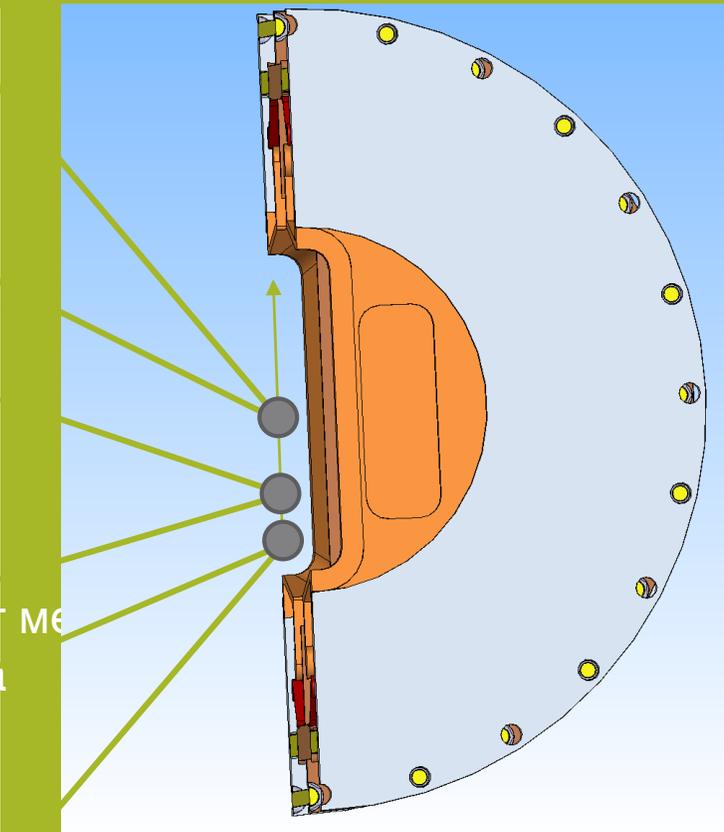
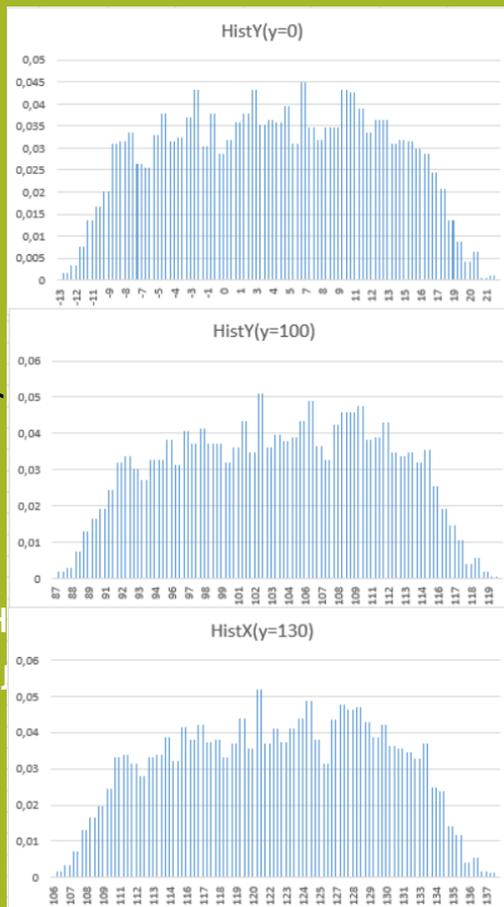
УЗЛЫ УСКОРИТЕЛЯ

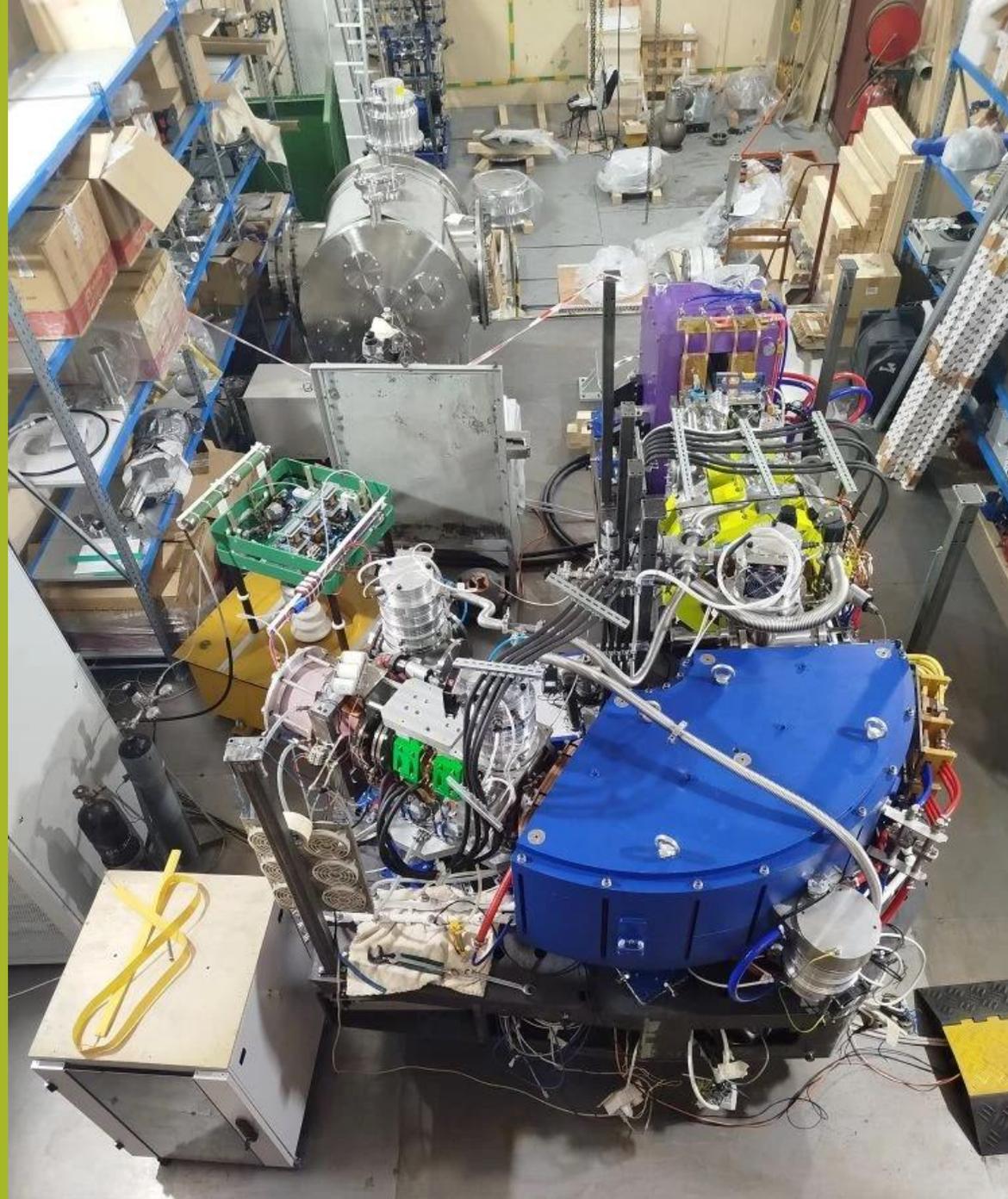
Ускоряющий (замедляющий)
модуль

Для ускорения
(замедления) ионов до
требуемой энергии

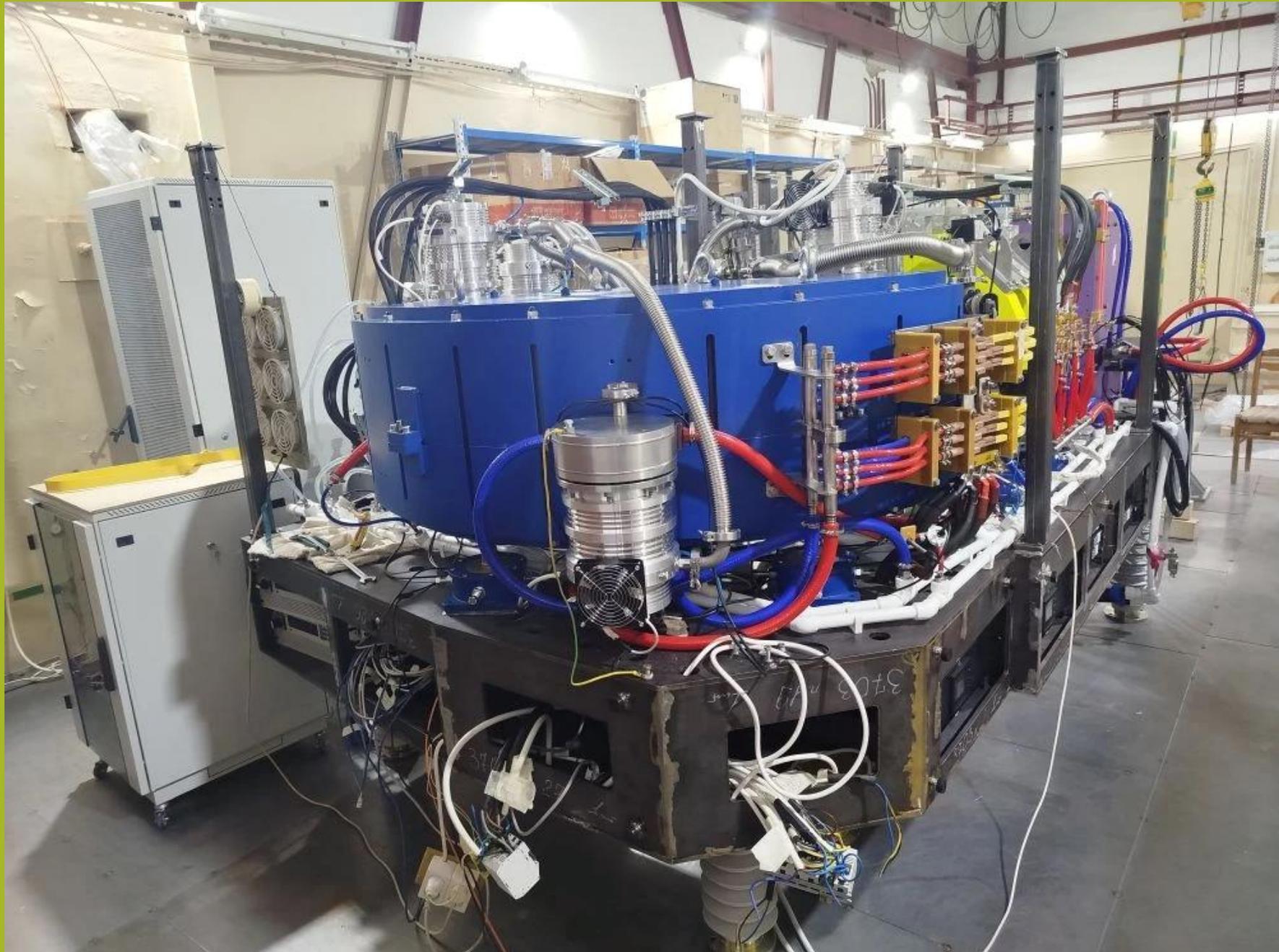


Плотность ионного пучка в сечениях





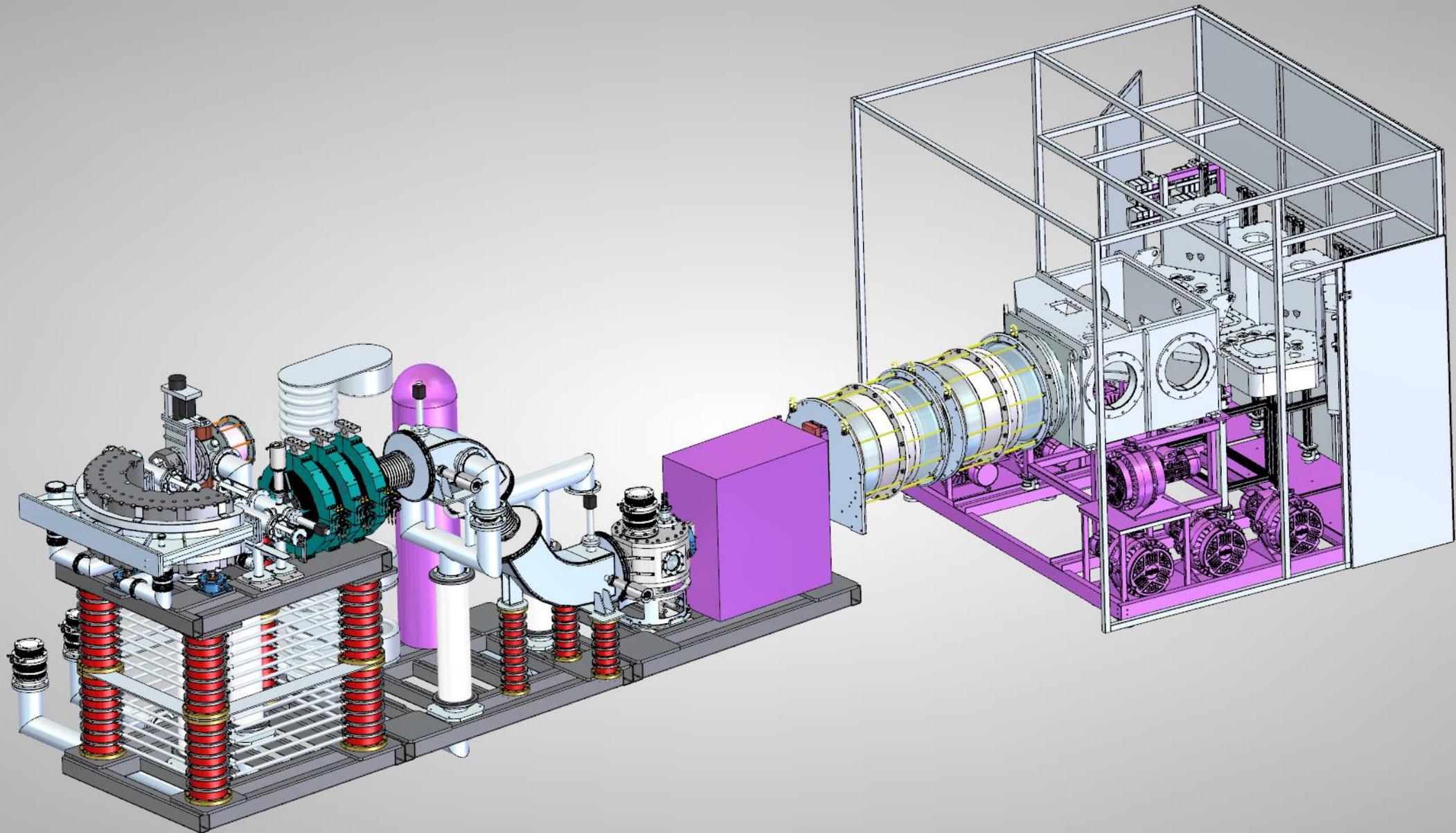




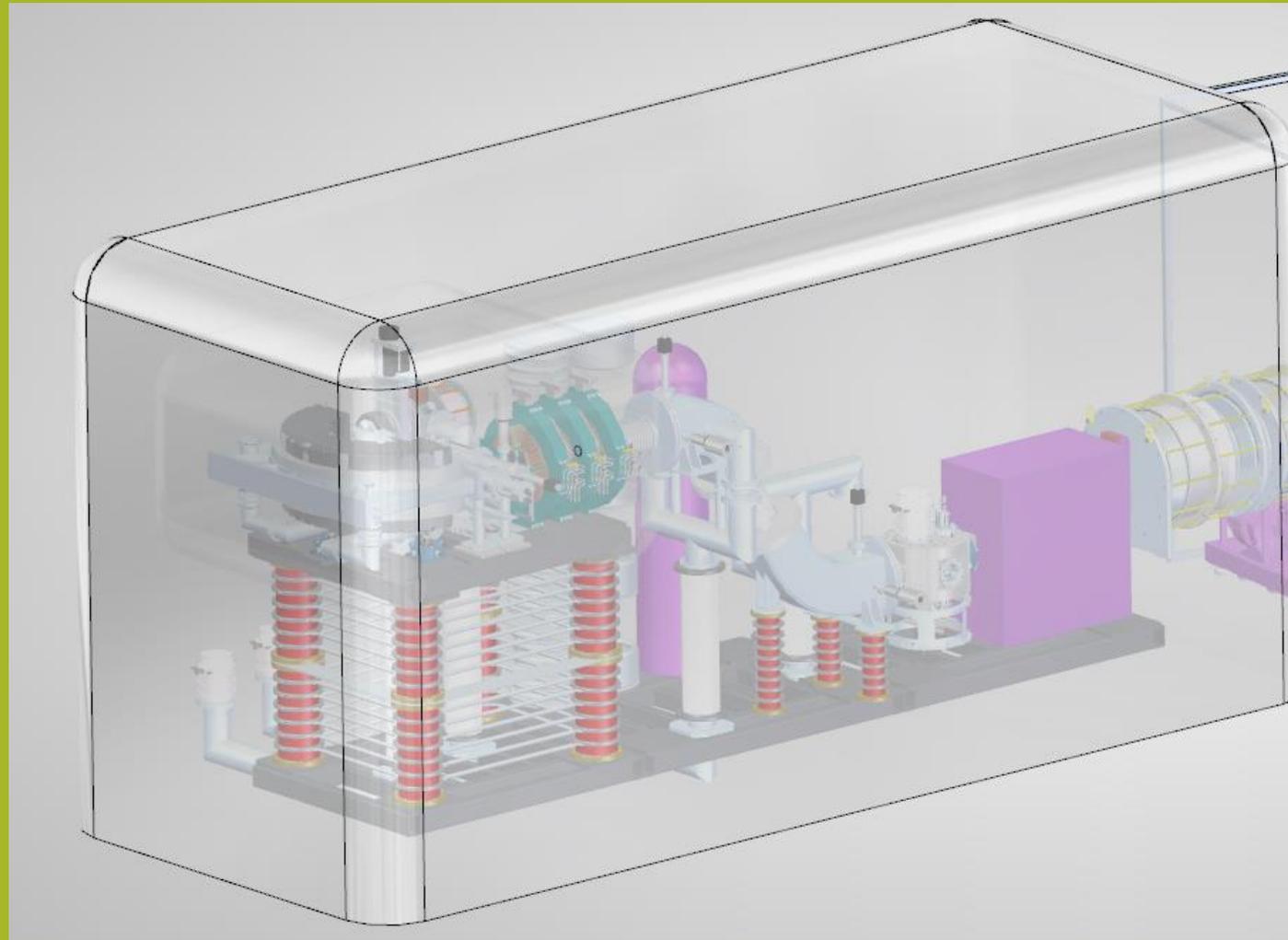




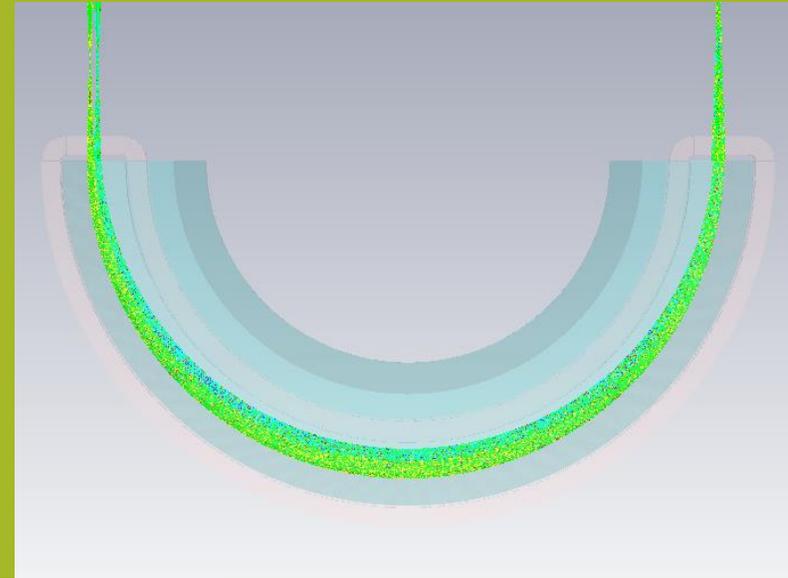
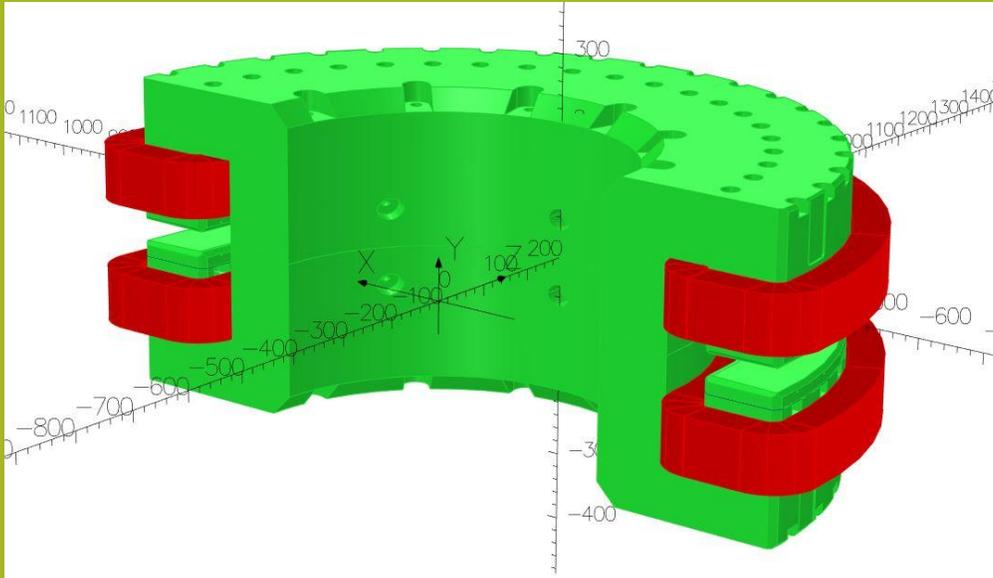
КОМПОНОВКА ТМ-200Т



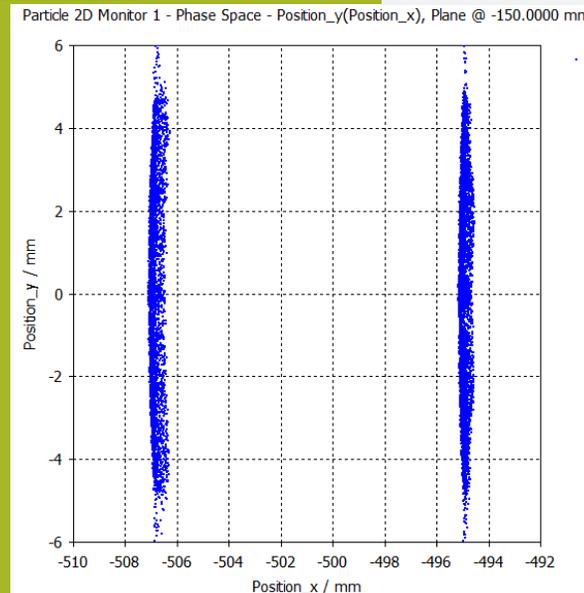
КОМПОНОВКА ТМ-200Т



TM-200B. МАГНИТ-СЕПАРАТОР

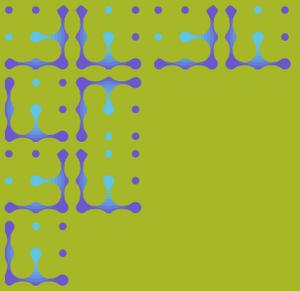


Ток магнита сепаратора =
9000 А·витков
«Градиент» полюса сепаратора =
2×100 мм
Расстояние от эмиссионного
электрода до края ярма сепаратора
= 575 мм

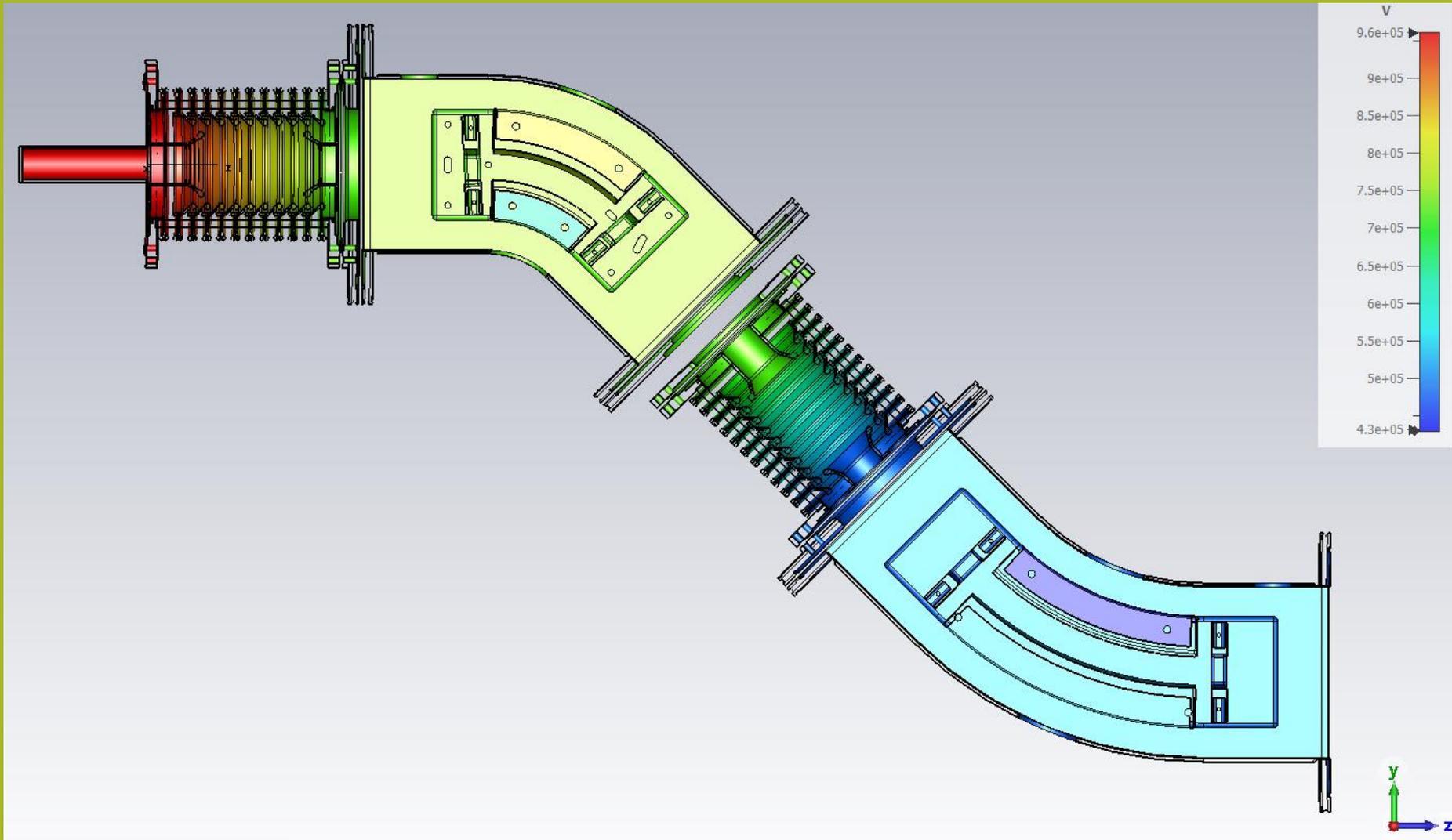


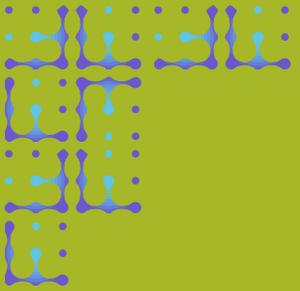
Ток пучка «основного» иона уменьшается
с 1 мА до 0,86 мА

Сечения пучков
ионов $^{121}\text{Sb}^+$ и $^{123}\text{Sb}^+$ в
точке коллимации

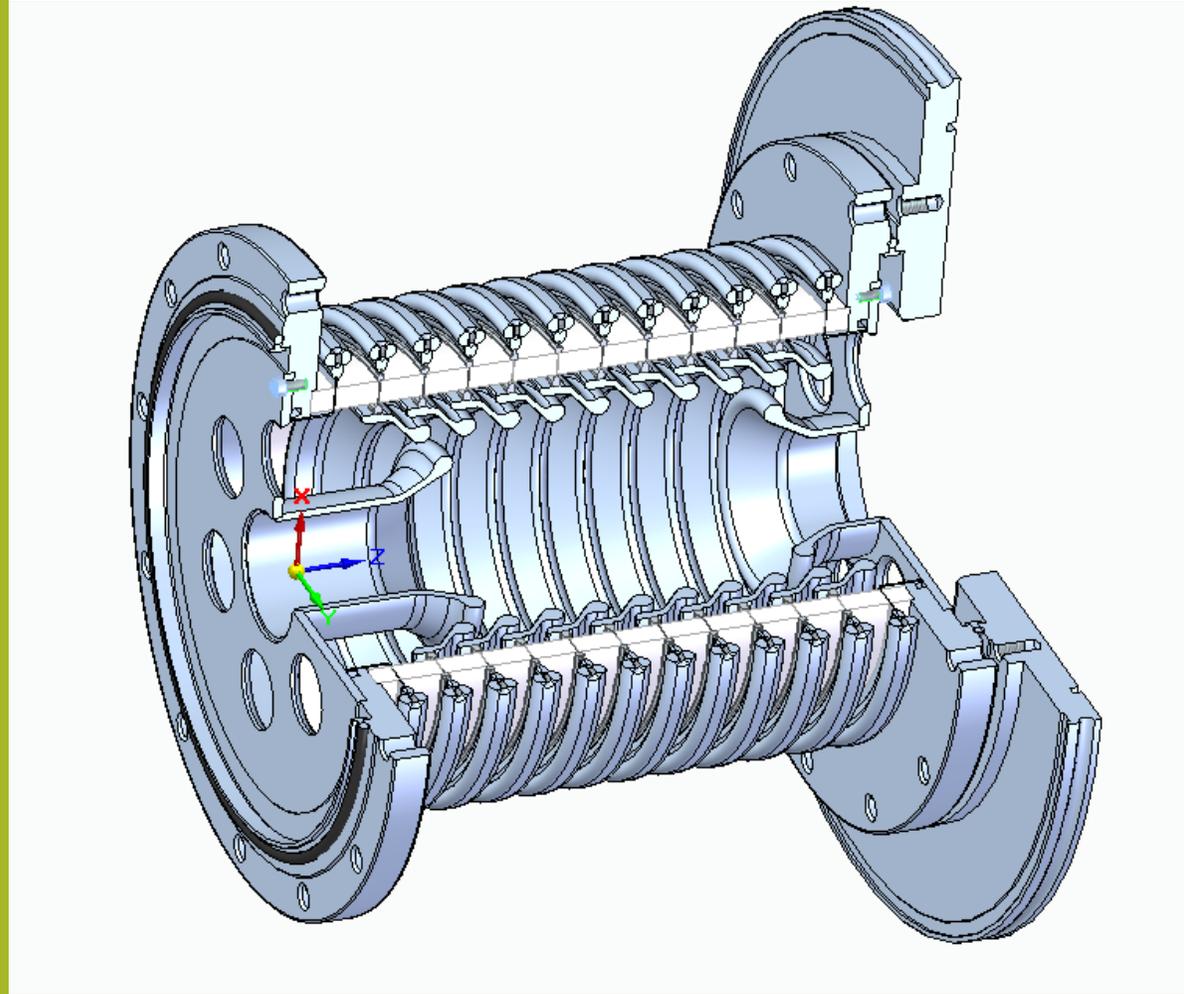


ПОЛОВИНА УСКОРЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

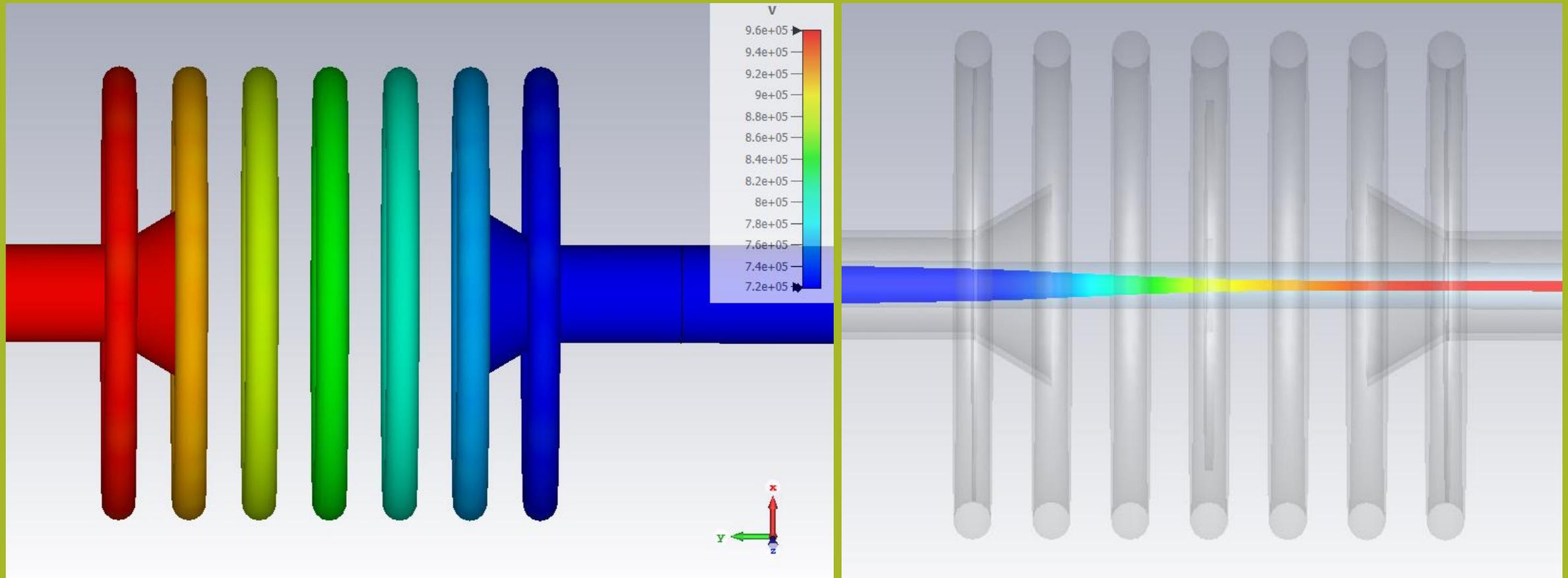




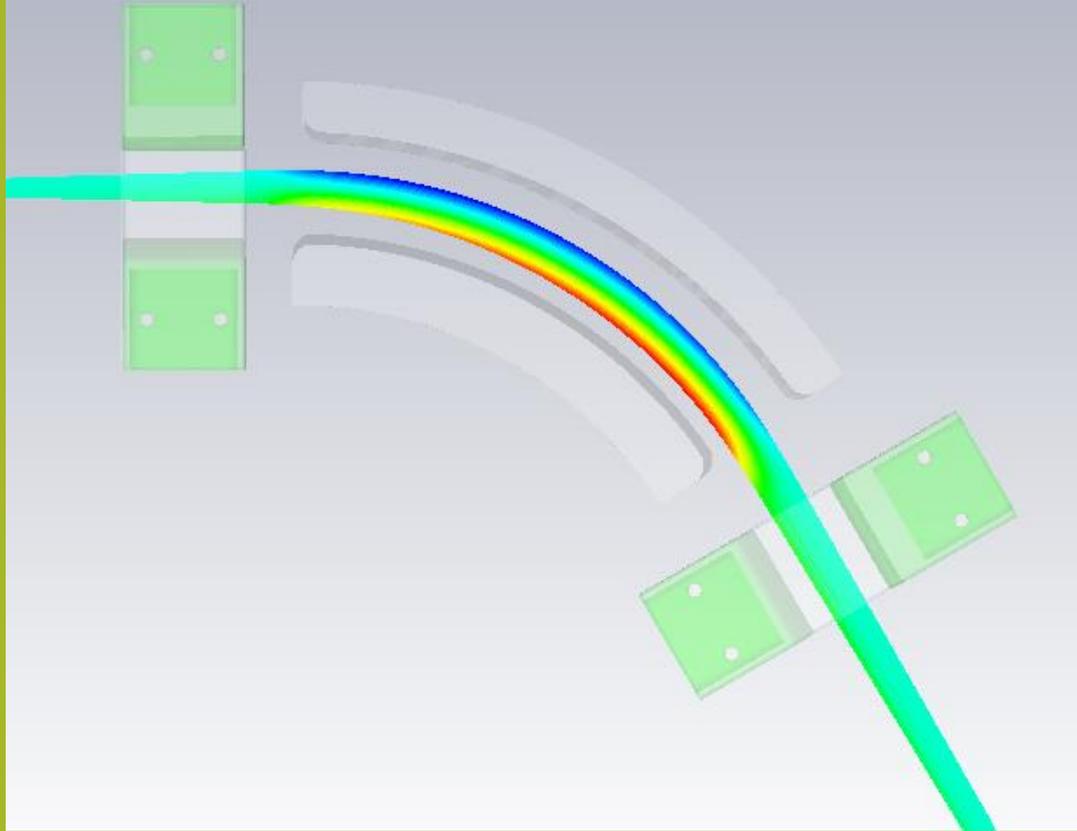
ПЕРВЫЙ УСКОРЯЮЩИЙ МОДУЛЬ



ПЕРВЫЙ УСКОРЯЮЩИЙ МОДУЛЬ



ПЕРВЫЙ ПОВОРОТ



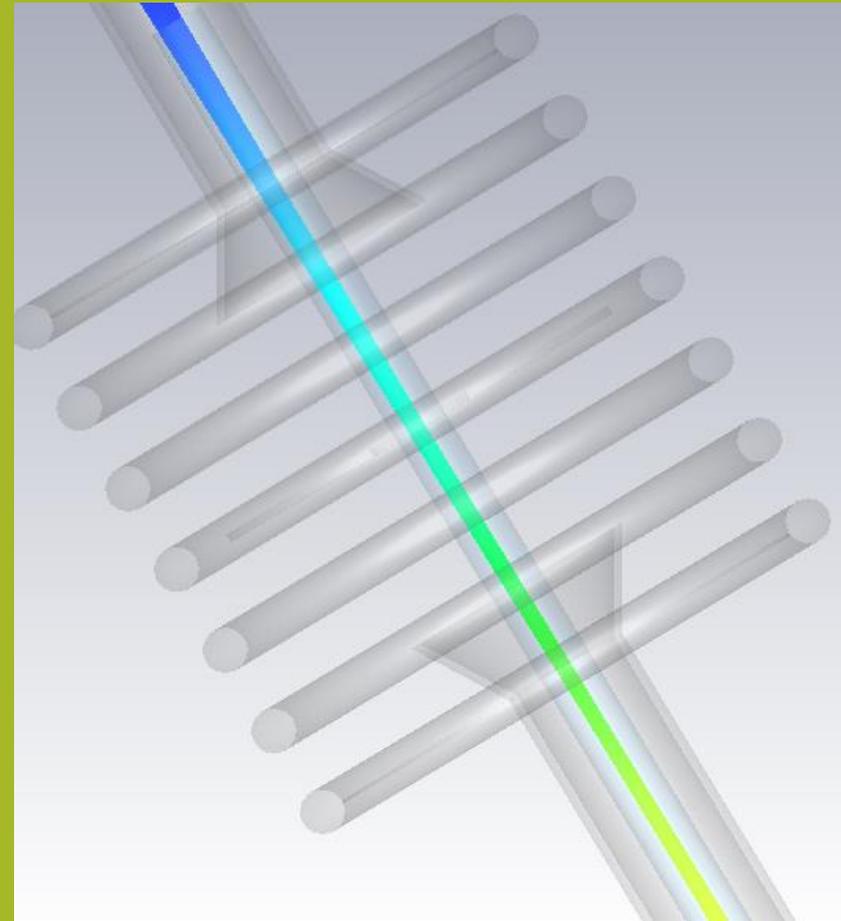
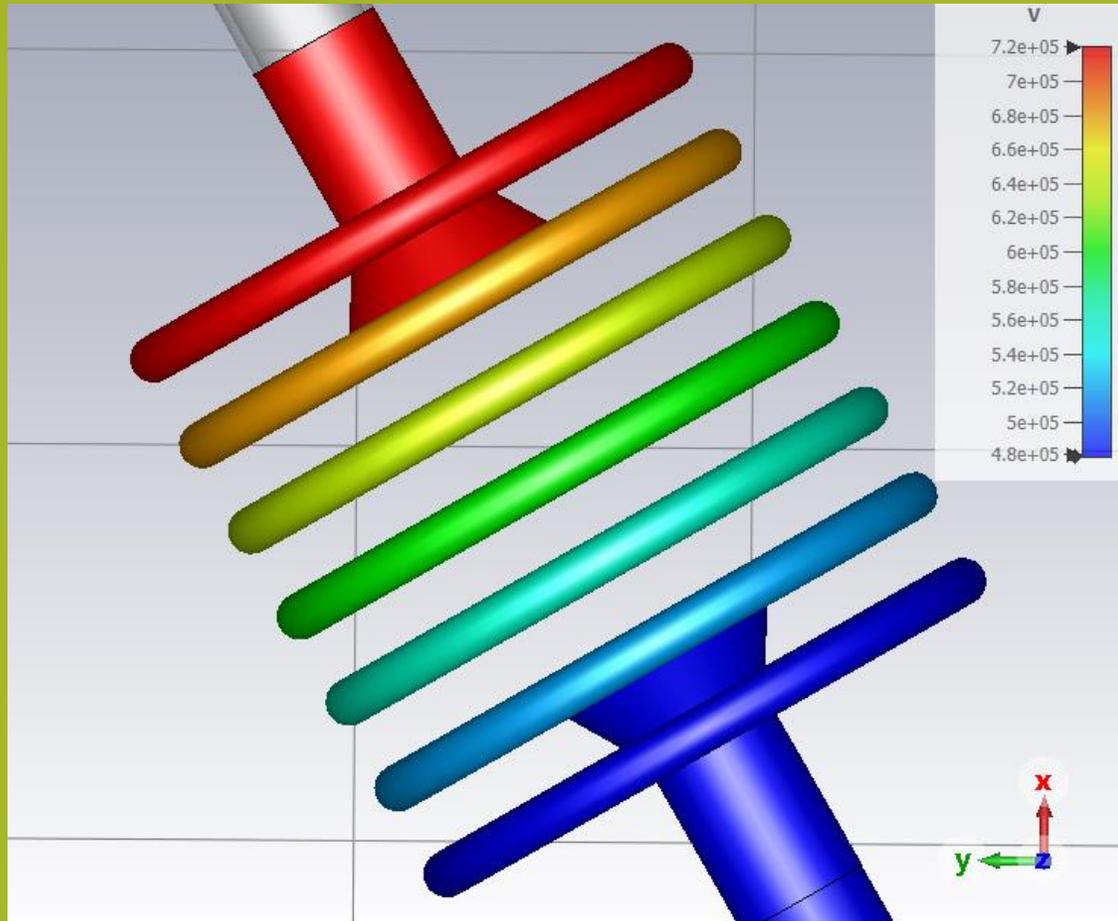
Радиус поворота = 273 мм

Угол поворота = 60°

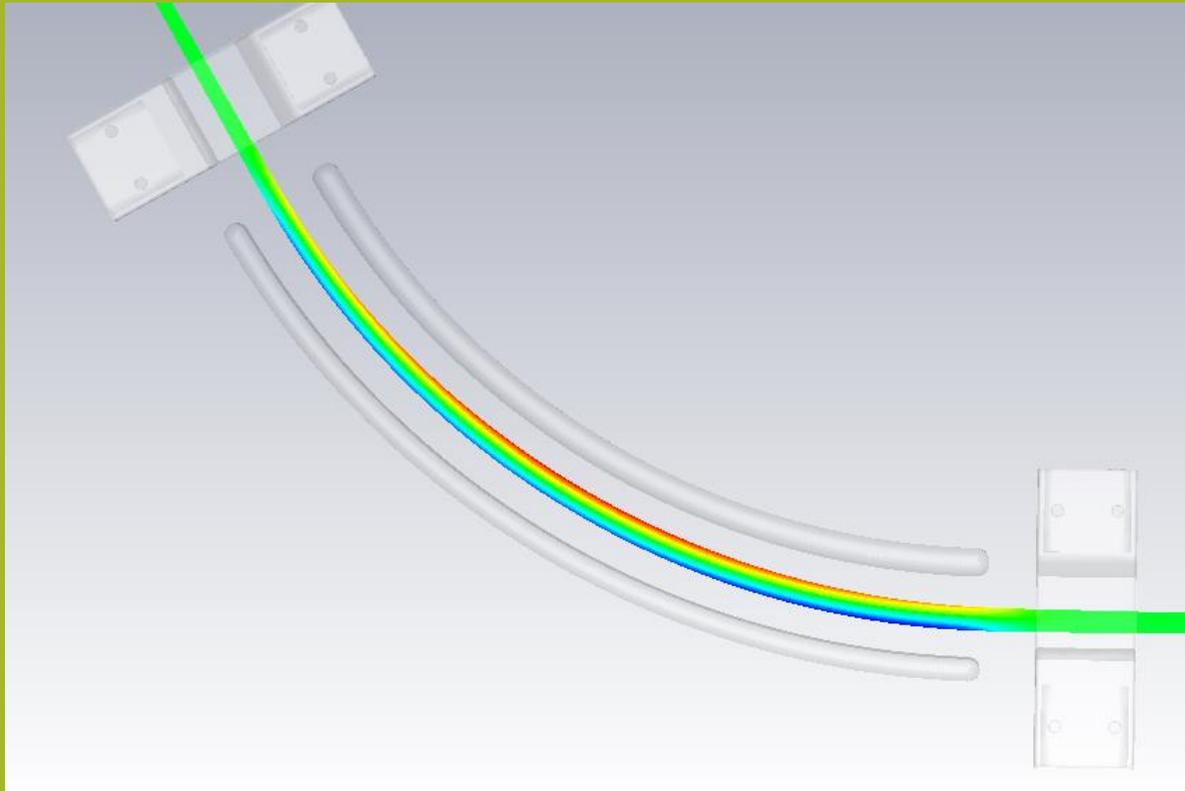
Зазор между электродами = 50 мм

Потенциал на электродах = ± 50 кВ

ВТОРОЙ УСКОРЯЮЩИЙ МОДУЛЬ



ВТОРОЙ ПОВОРОТ



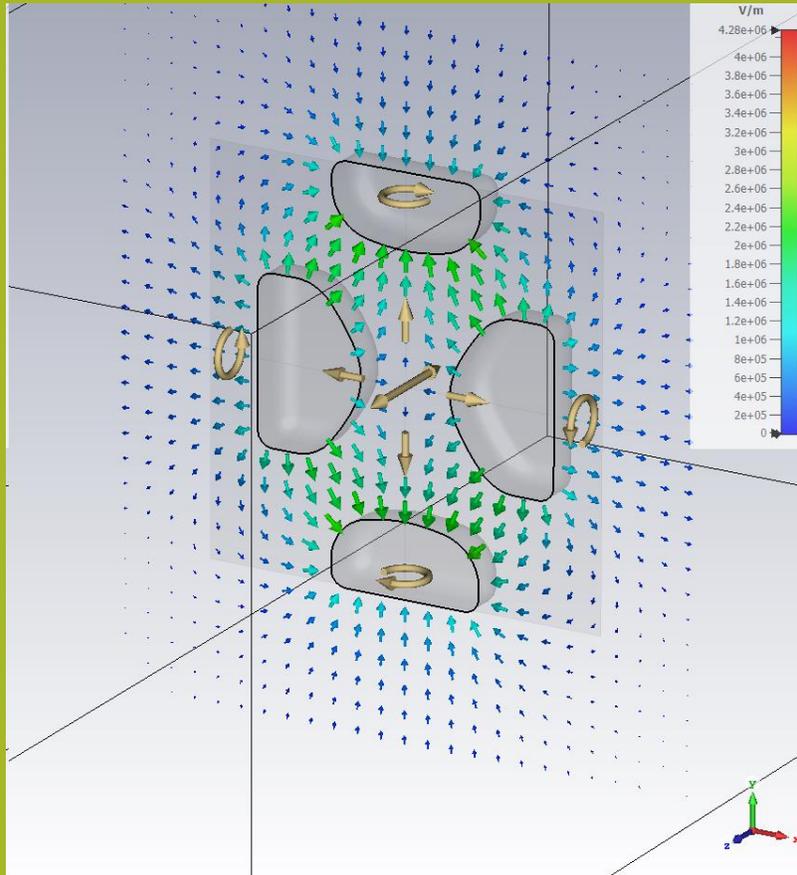
Радиус поворота = 500 мм

Угол поворота = 60°

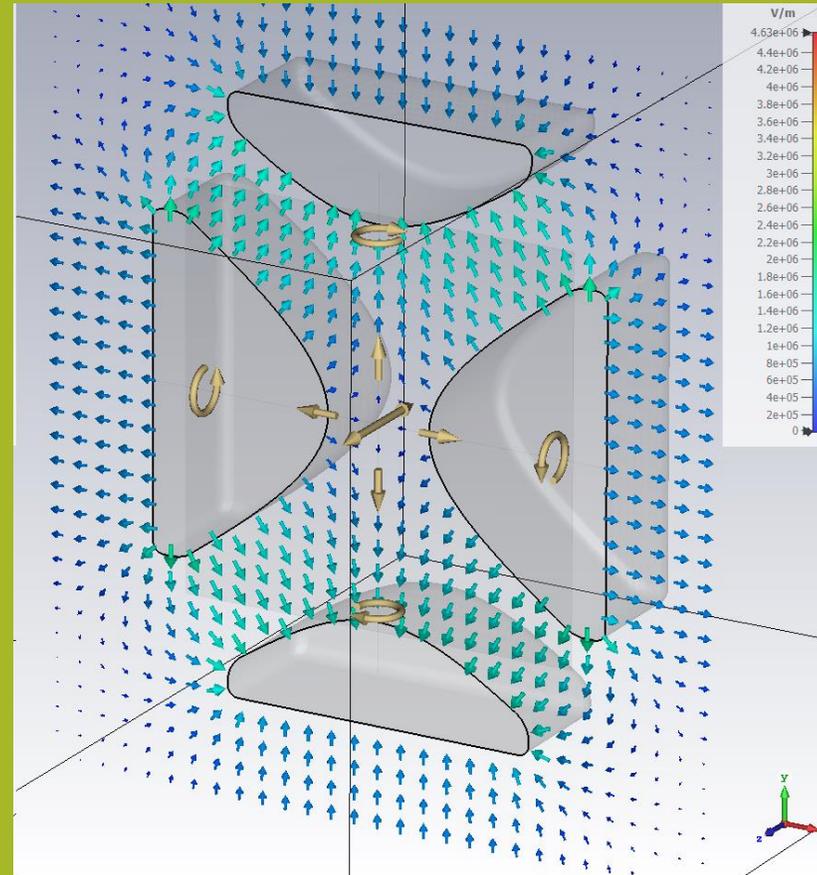
Зазор между электродами = 50

Потенциалы на электродах = ± 50 кВ

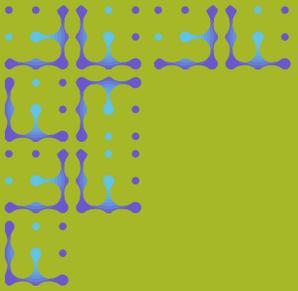
СИСТЕМА ПАРАЛЛЕЛИЗАЦИИ



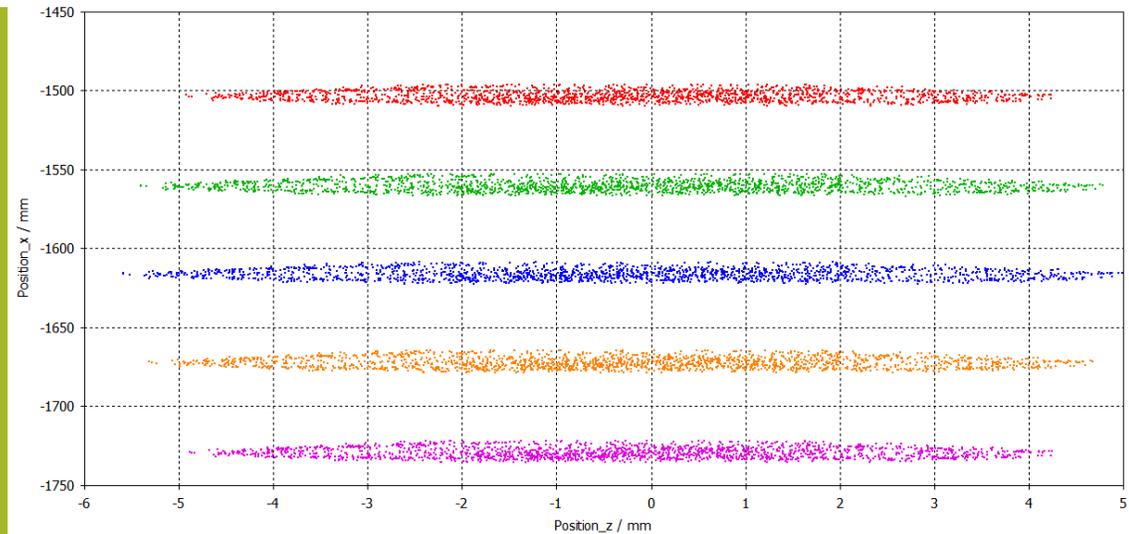
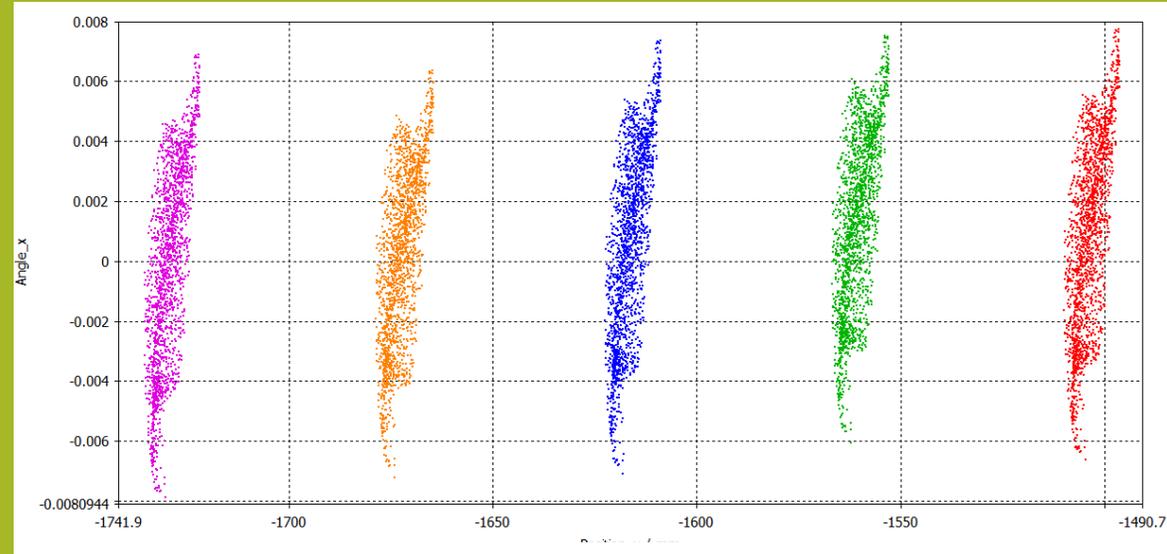
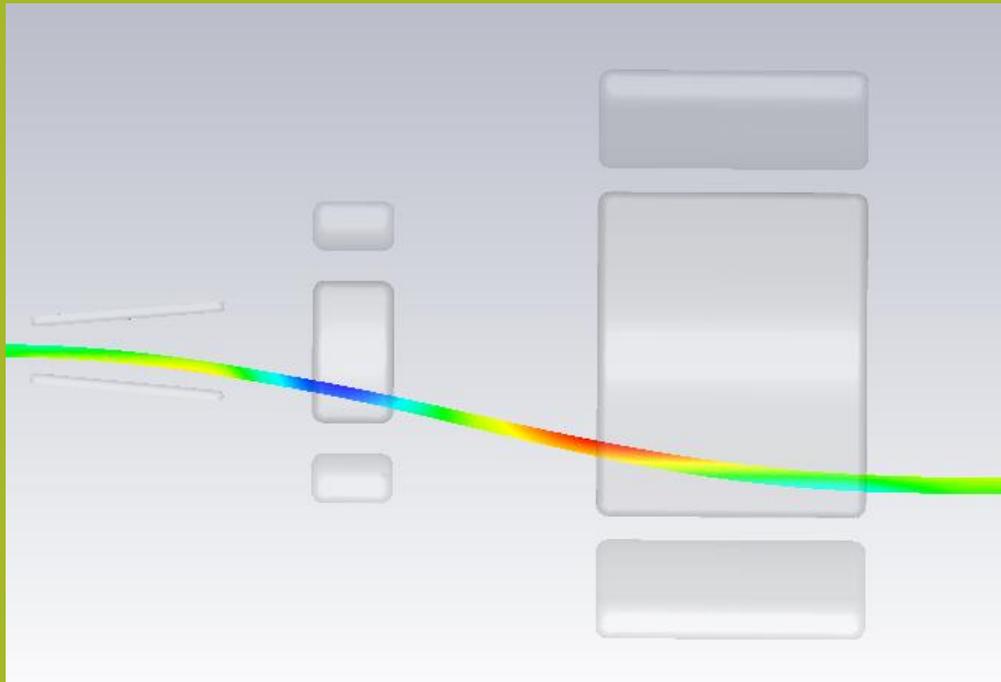
Напряжение в линзе = ± 50 кВ
Размеры линзы = 200×270×60 мм



Напряжение в линзе = ± 50 кВ
Размеры линзы = 450×560×240 мм



СИСТЕМА ПАРАЛЛЕЛИЗАЦИИ



СТАТУС РАБОТ

ТМ-200Т

- Концептуальное проектирование
- Сквозной расчет пучкового тракта
- Моделирование и конструирование отдельных элементов, узлов и систем
- Подготовка производства (закупка, технологическая проработка)
- Производство
- **Сборка и запуск**

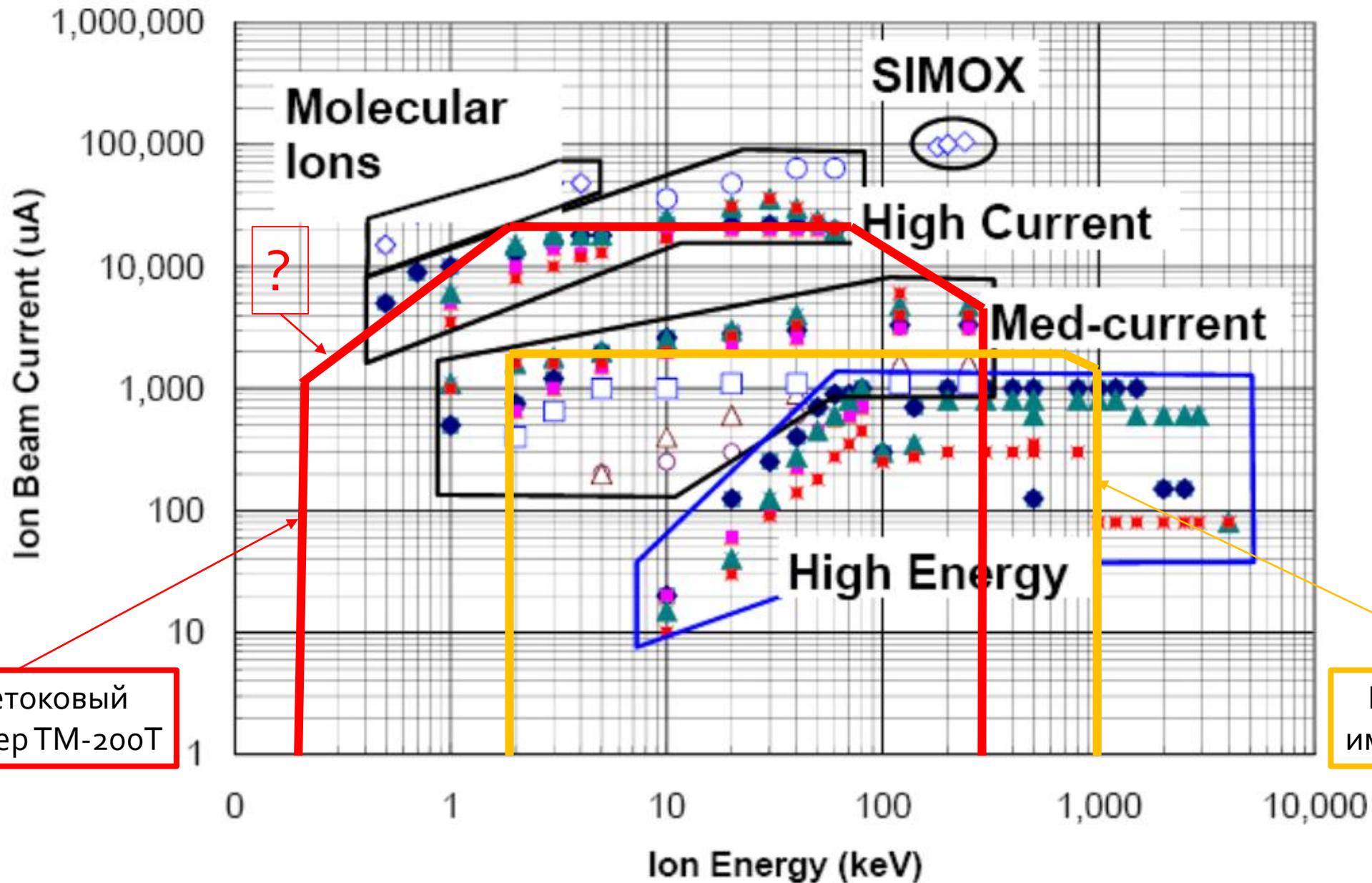
ТМ-200В

- Концептуальное проектирование
- Сквозной расчет пучкового тракта
- Моделирование и конструирование отдельных элементов, узлов и систем
- **Подготовка производства (закупка, технологическая проработка)**
- Производство
- **Сборка и запуск**

пока
ВСЁ!



Типы мировых имплантеров (Токи-



Среднетокковый имплантер ТМ-200Т

Высоковольтный имплантер ТМ-200В