



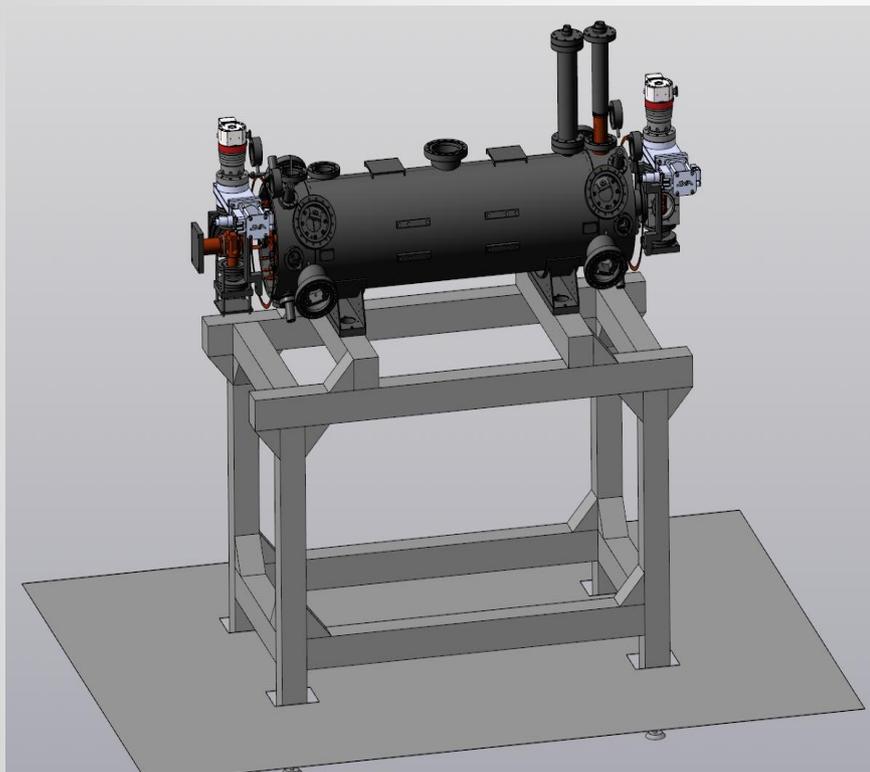
# Электронно-струнный ионный источник КРИОН-N: ход работ

Рамздорф А.Ю.

XV международный семинар по проблематике ускорителей заряженных  
частиц памяти проф. В.П. Саранцева  
2024, Алушта

Для ускорительного комплекса NICA создаётся источник тяжёлых высокозарядных ионов КРИОН-N. Новый ионный источник, создаваемый с использованием опыта работы на ионных источниках КРИОН-2М и КРИОН-6Т, будет иметь высокие эксплуатационные характеристики, обеспечивающие непрерывную и надёжную работу на ускорительном комплексе. В докладе представлен текущий ход работ по созданию электронно-струнного ионного источника КРИОН-N. Сверхпроводящий соленоид успешно намотан и испытан в погружном варианте при токе 160 А и поле 6,45 Т. Ионная ловушка новой конструкции успешно собрана, отъюстирована и опробована на ионном источнике КРИОН-6Т в ходе сеансов КРИОН-6Т-ЛУТИ 2024 г. Возможность работы новой ионной ловушки в режиме десятикратной инжекции успешно подтверждена.

## Характеристики разрабатываемого электронно-струнного ионного источника КРИОН-N



3D-модель основной части КРИОН-N  
на подставке

Характеристики	
Ёмкость гелиевого криостата, л	31 (17)
Период подливки жидкого гелия, сут	5 (1,5)
Ёмкость азотного криостата, л	31 (17)
Период подливки жидкого азота, сут	5 (2)
Максимальный ток в соленоиде, А	150 (95)
Максимальное поле, Тл	6,3 (5,4)
Максимальная энергия электронов, кэВ	10 (10)
Напряжение отражателя, кВ	20 (20)

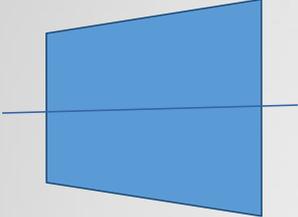
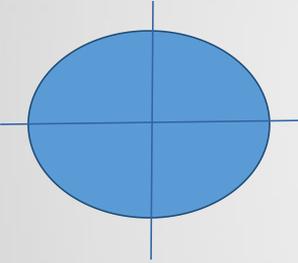
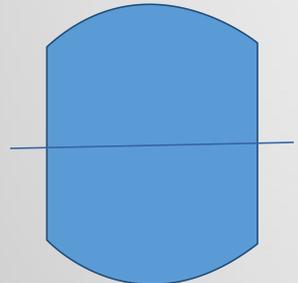
## Характеристики сверхпроводящего соленоида



Соленоид, намотанный и запеченный

Длина обмотки (факт.), мм	1173
Диаметр каркаса, мм	56
Диаметр СП кабеля, мм	0,7
Кол-во слоёв обмотки	24
Кол-во слоёв бандаж	2
Кол-во витков обмотки	37195
Проектный ток, А	150
Максимальное поле при проектном токе, Тл	6,27
Длина сверхпроводника, км	~9

## Анализ фактической геометрии обмотки соленоида

	Конусность каркаса	
	Диаметр каркаса у БФ, мм	55,8
	Диаметр каркаса у МФ, мм	55,9
	Макс. откл. диаметра каркаса от среднего значения, %	0,09
	Эллиптичность обмотки	
	Диаметр обмотки в центре (азимут 0 гр.), мм	95,7
	Диаметр обмотки в центре (азимут 90 гр.), мм	95,8
	Эллиптичность, %	0,05
	Бочкообразность обмотки	
	Диаметр обмотки у БФ (азимут 0 гр.), мм	95,0
	Диаметр обмотки в центре (азимут 0 гр.), мм	95,7
	Диаметр обмотки у МФ (азимут 0 гр.), мм	94,9
	Макс. откл. диаметра обмотки от среднего значения, %	0,42

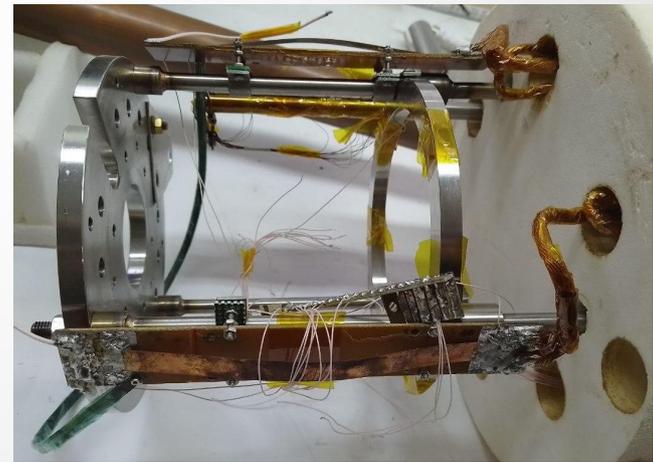
## Испытания сверхпроводящего соленоида



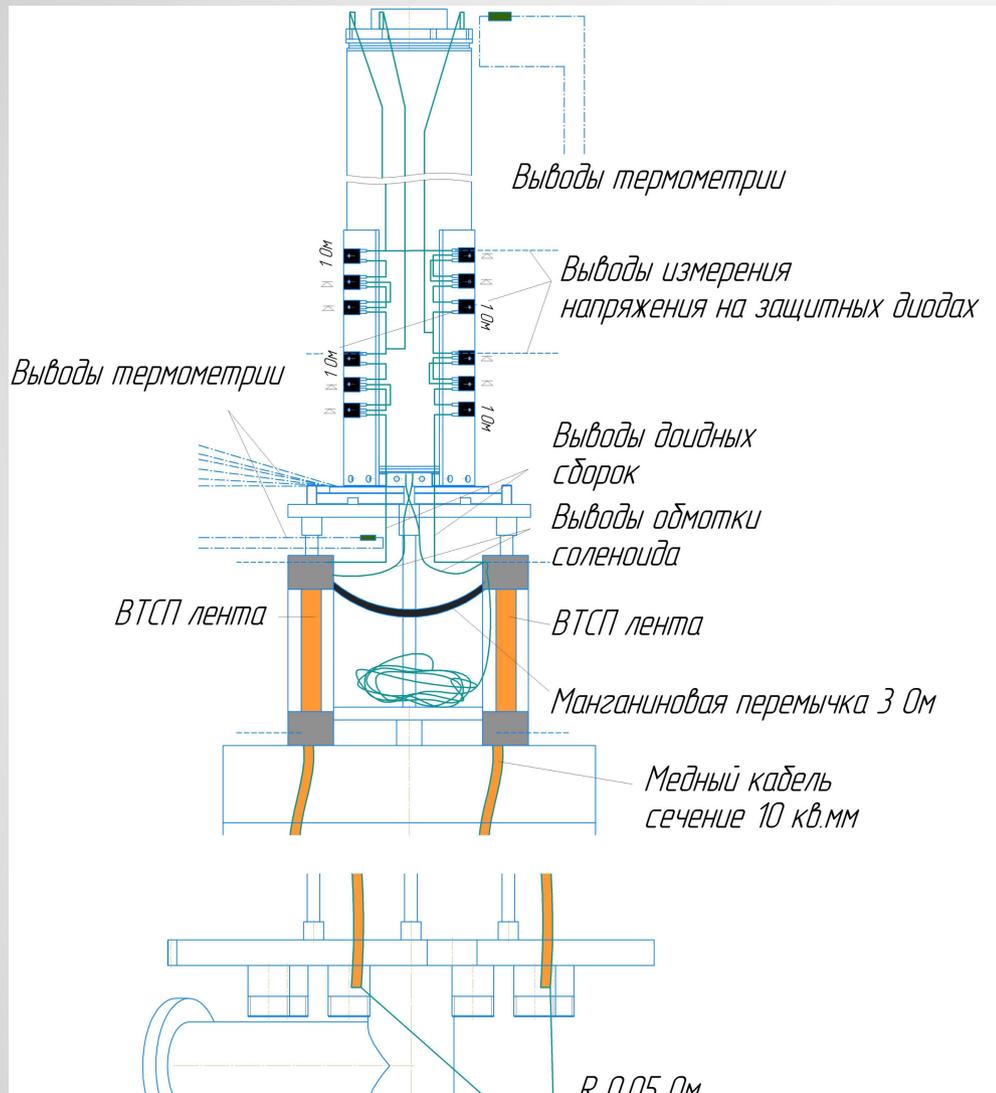
Криостат для испытаний  
сверхпроводящего соленоида



Верхняя часть криостата



ВТСП тоководы



ВТСП токовод

Схема подключения сверхпроводящего соленоида при испытаниях

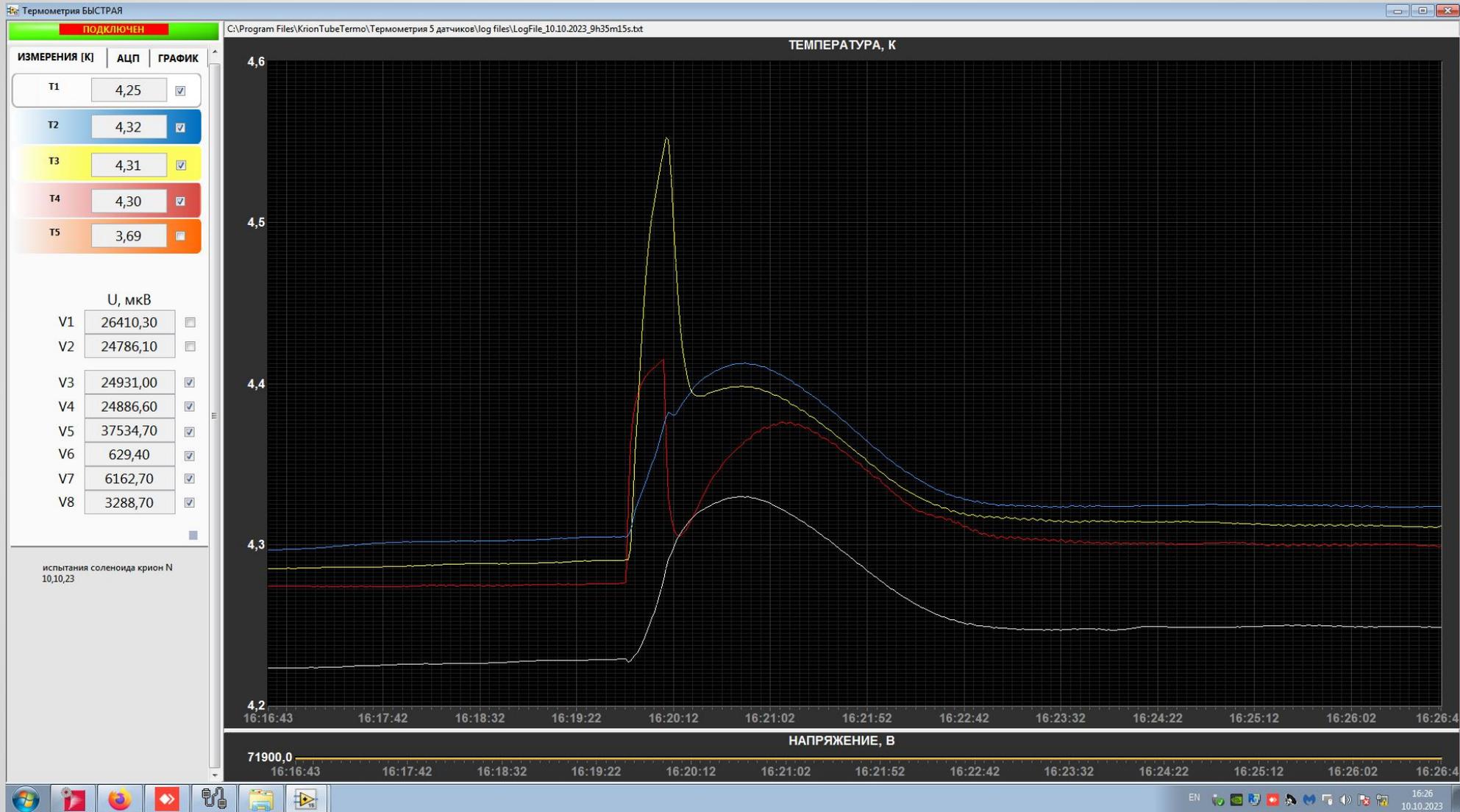


График нагрева при переходе (ток 86 А, скорость заводки тока 0,1 А/с)

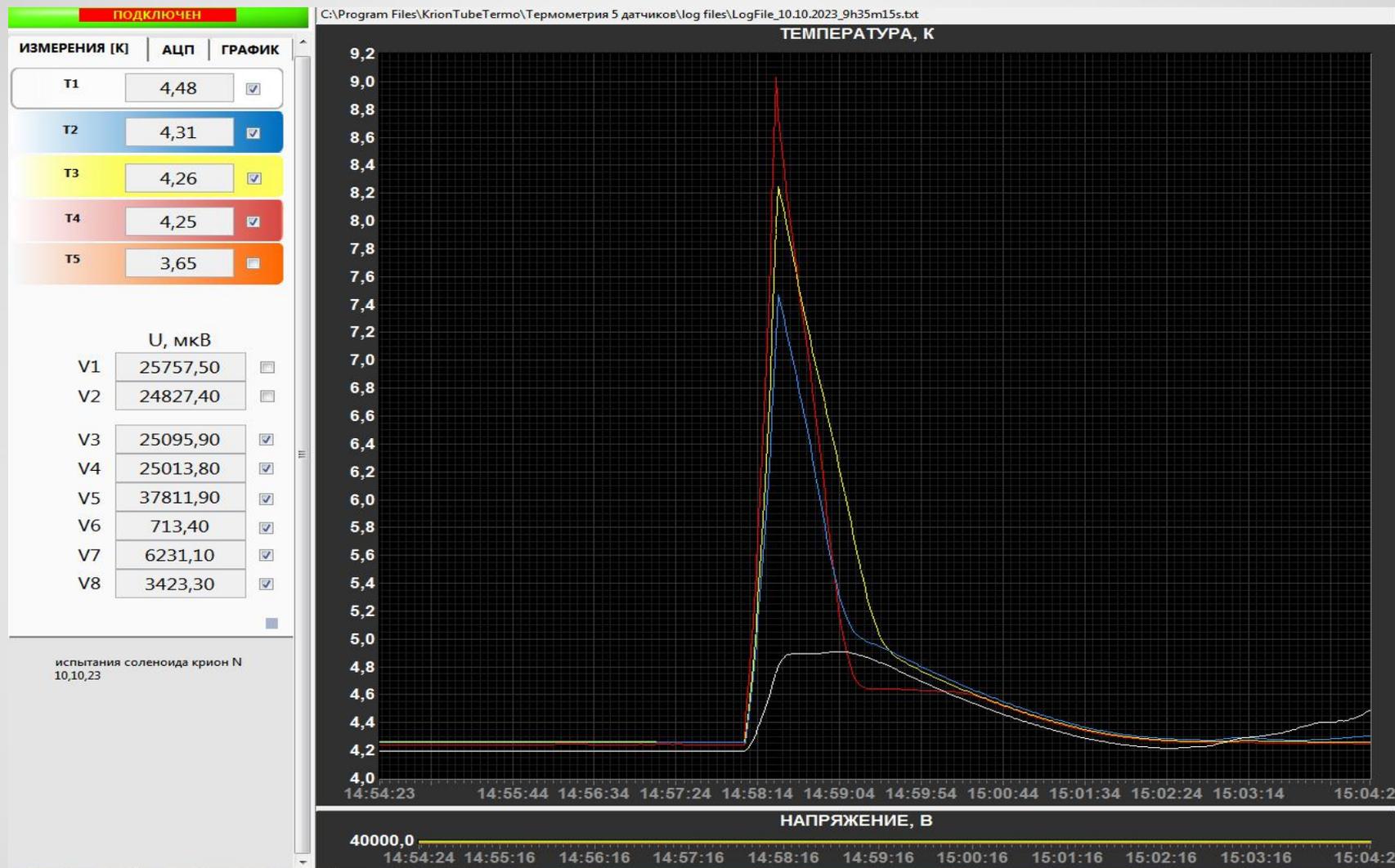
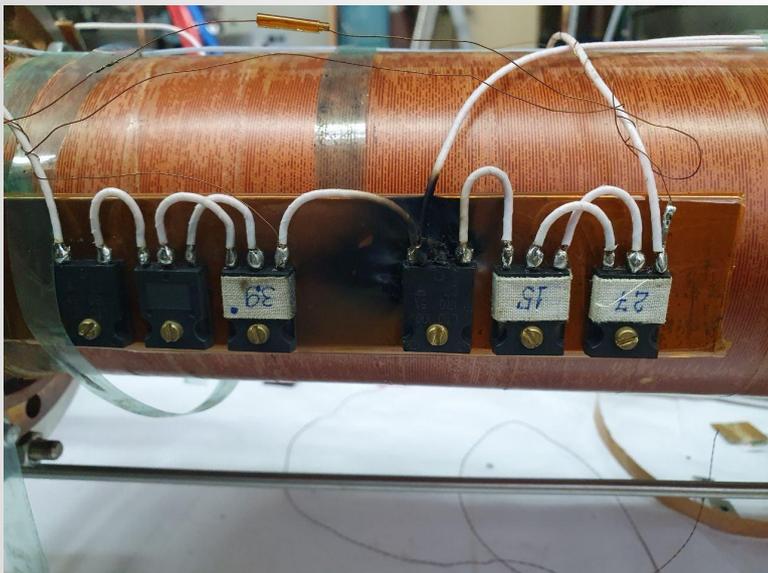


График нагрева при переходе (ток 170 А, скорость заводки тока 0,05 А/с)

Результат испытаний свехпроводящего соленоида:

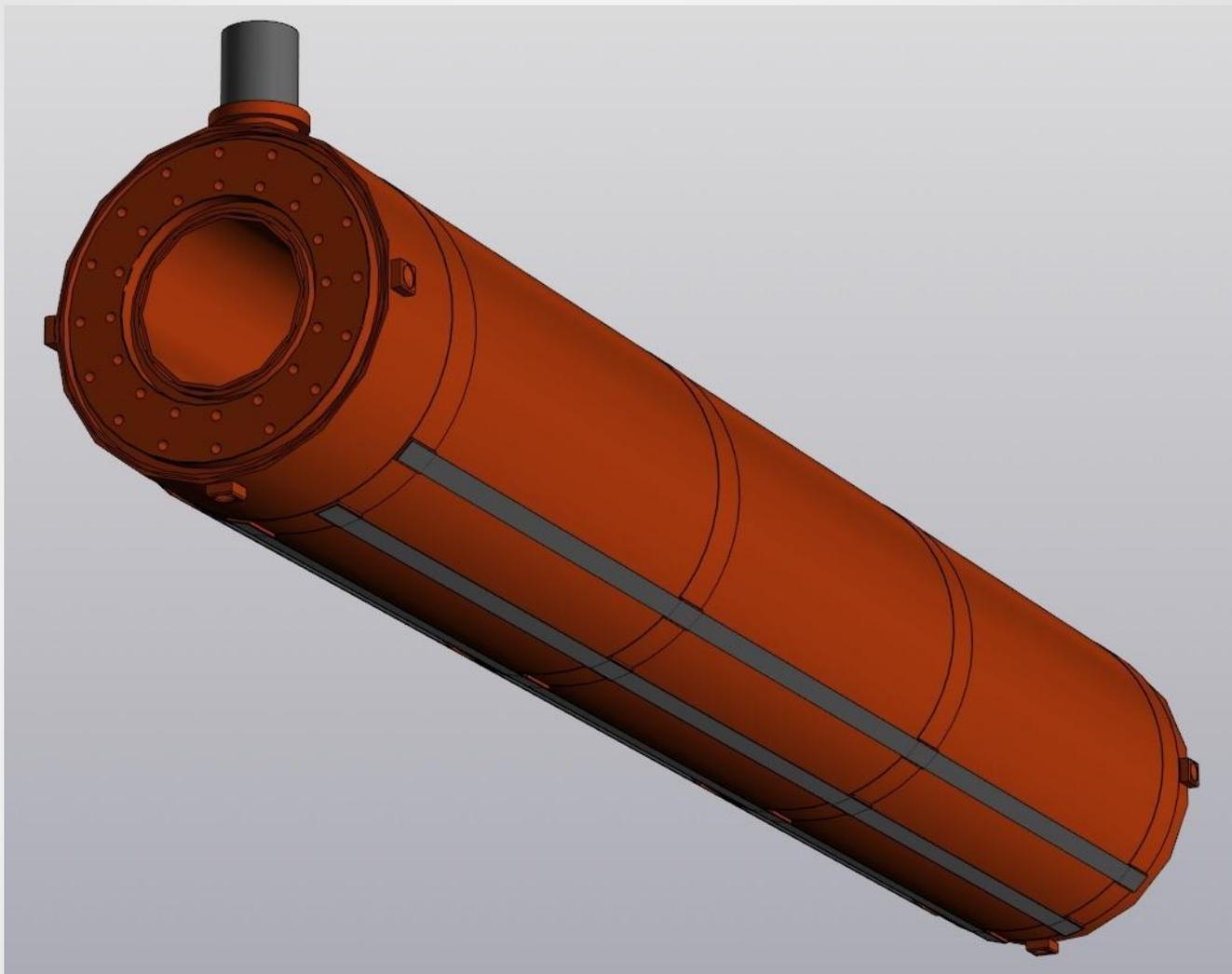
**Подтверждена стабильная длительная работа при 160 А - 6,45 Т**



Повреждение сменного резистора системы защиты соленоида в результате перехода в нормальное состояние



График напряжений на диодах системы защиты при заводке тока и в момент перехода



Модель разрабатываемых ВТСП тоководов для крепления на гелиевом криостате

## Градиентная структура ионной ловушки

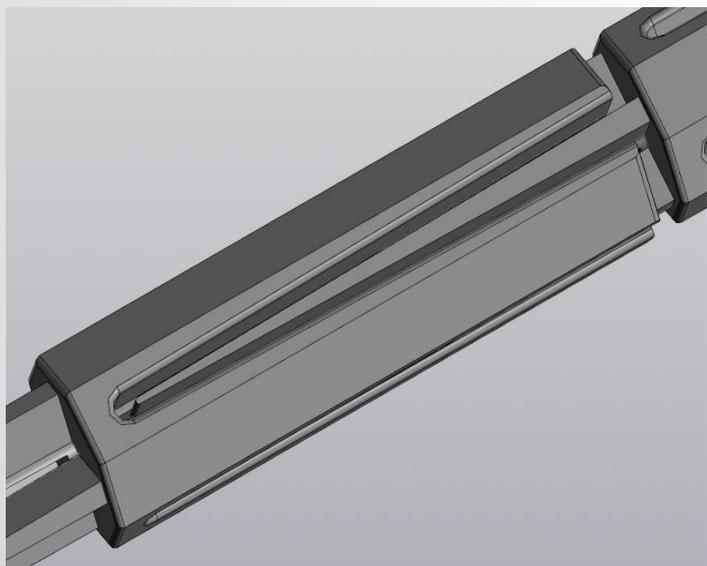
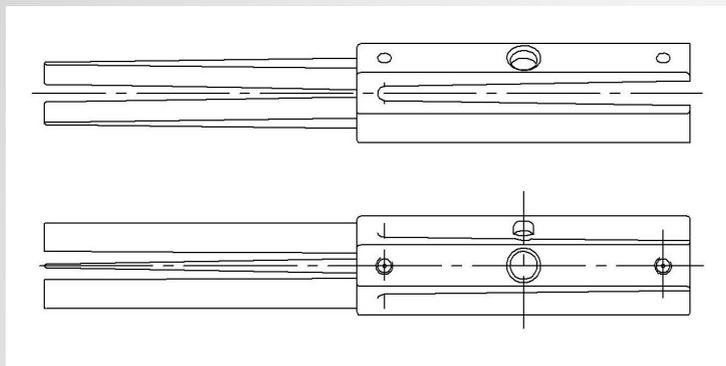
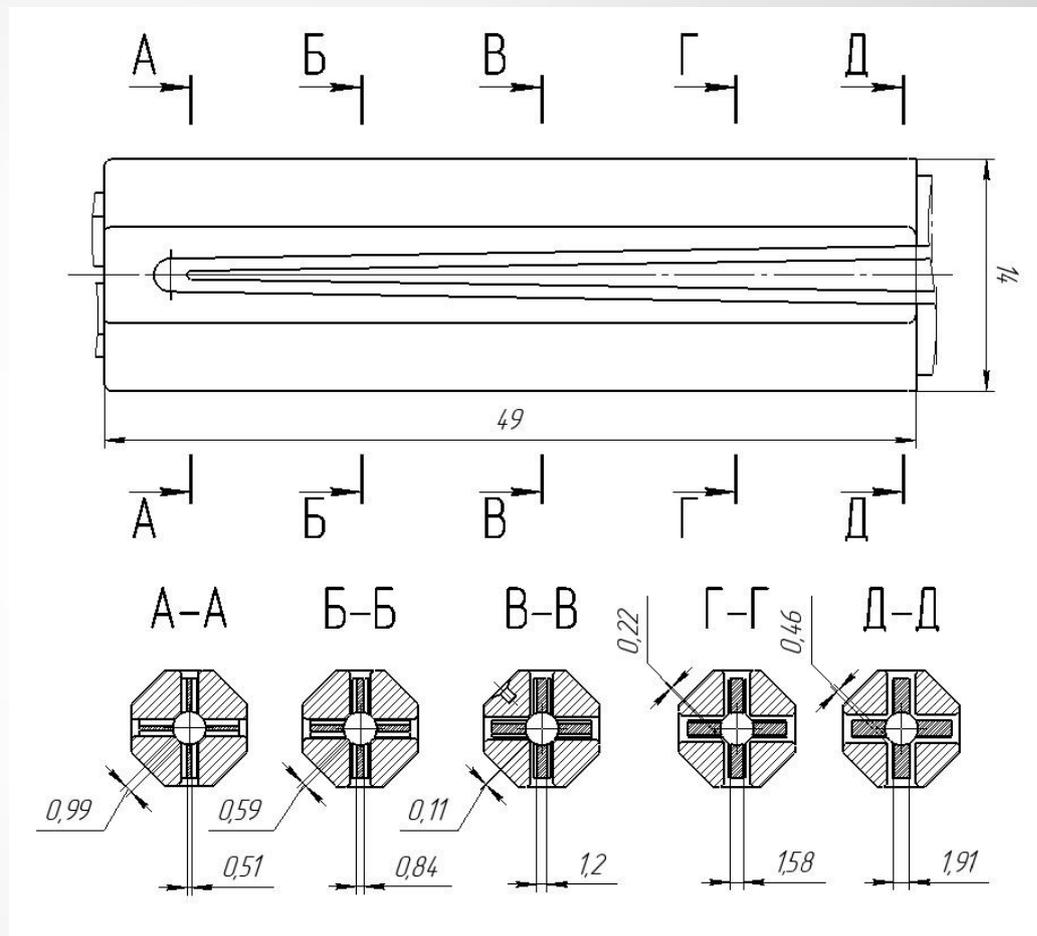


Чертёж и 3D модель секции  
градиентной структуры



Взаимопроникновение соседних секций

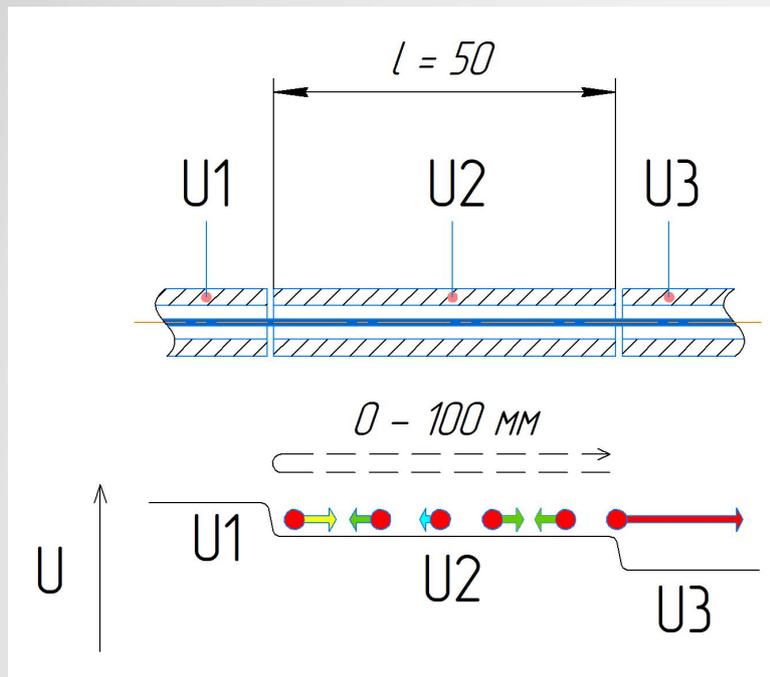
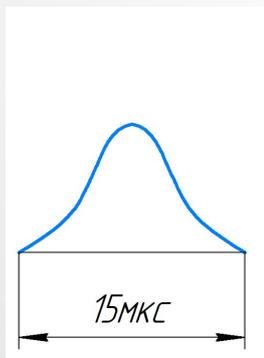


Схема вывода ионов из классической ловушки



Длительность ионного пучка из классической ловушки

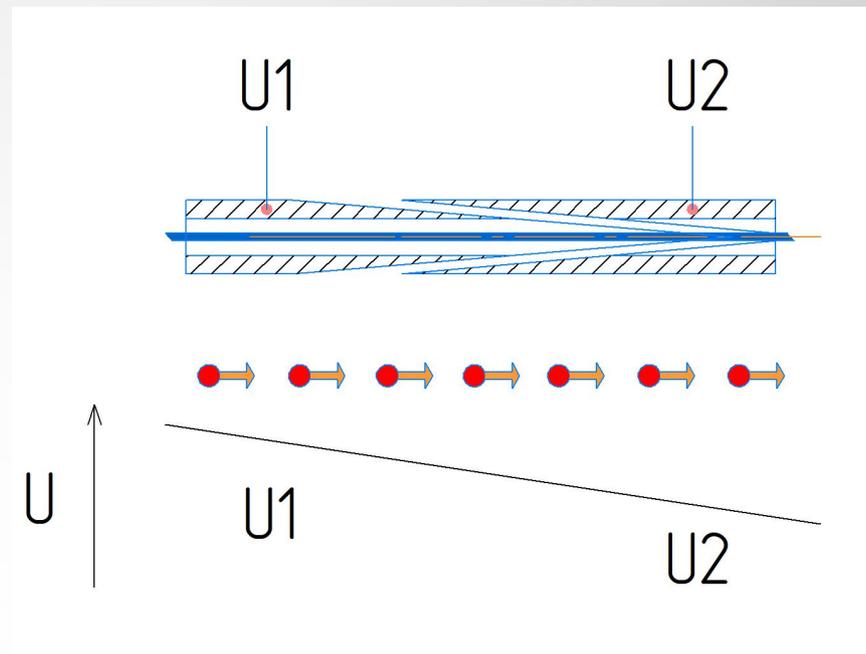
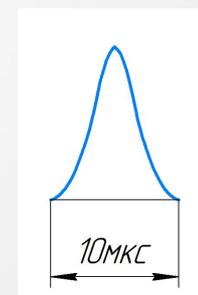


Схема вывода ионов из градиентной ловушки



Длительность ионного пучка из новой градиентной ловушки



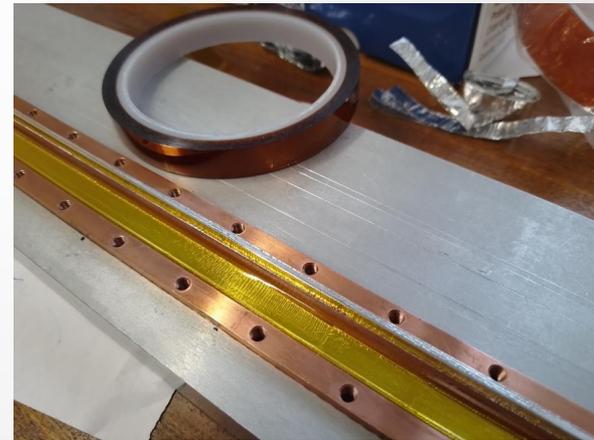
Секции градиентной структуры



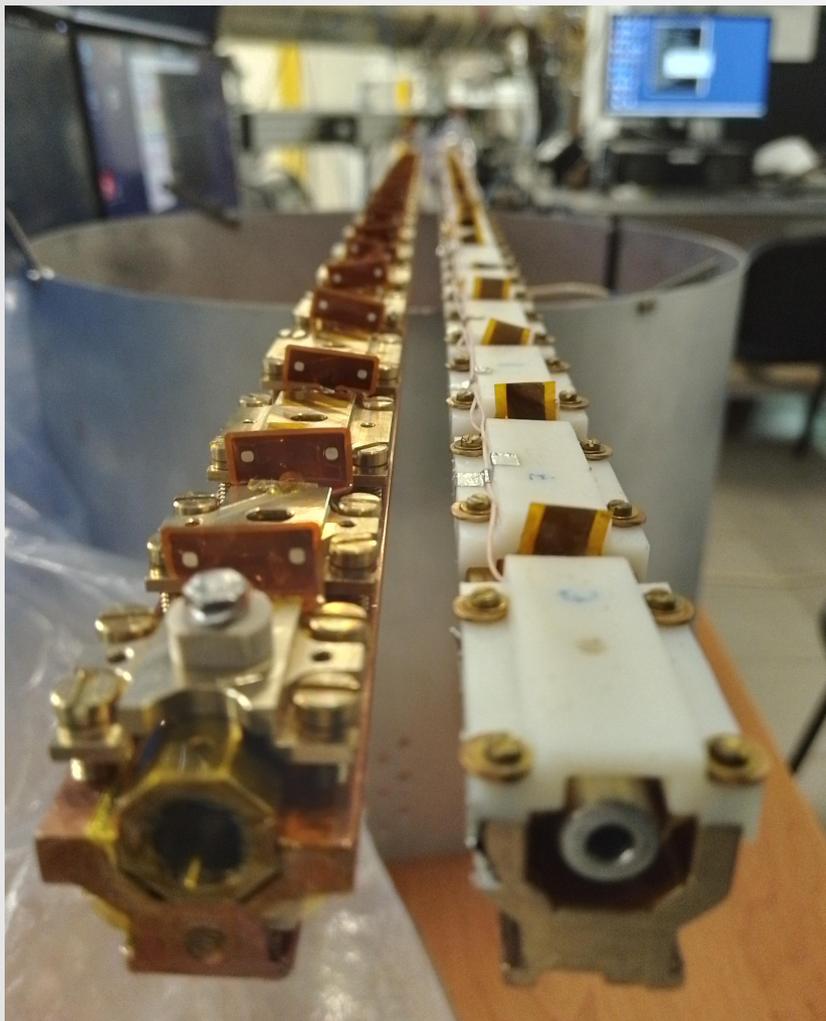
Межсекционные конденсаторы. Гибкая печатная плата на каптоне



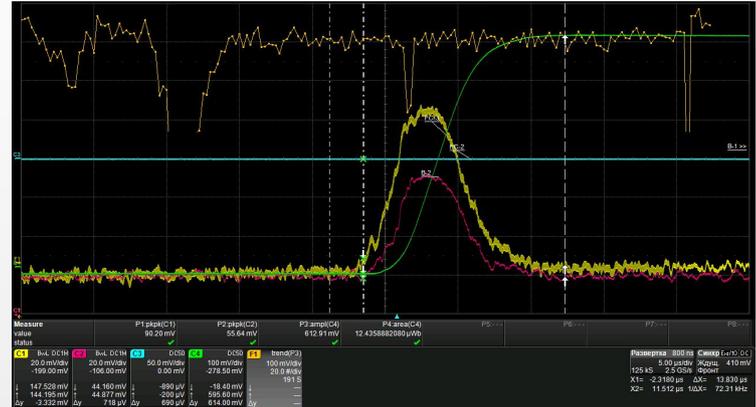
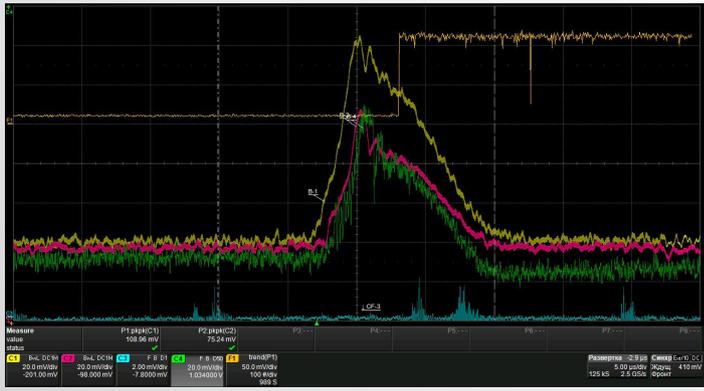
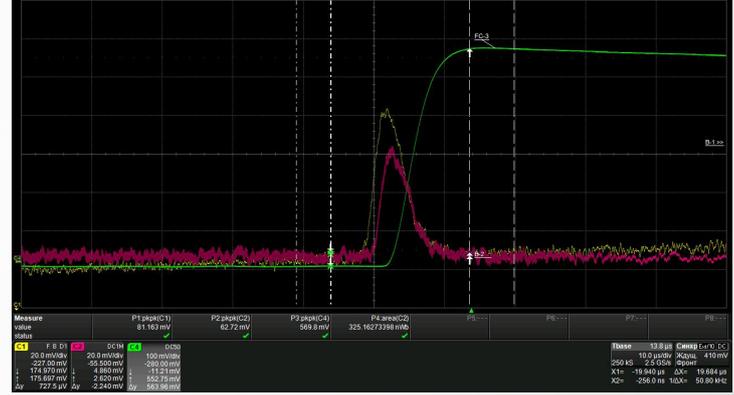
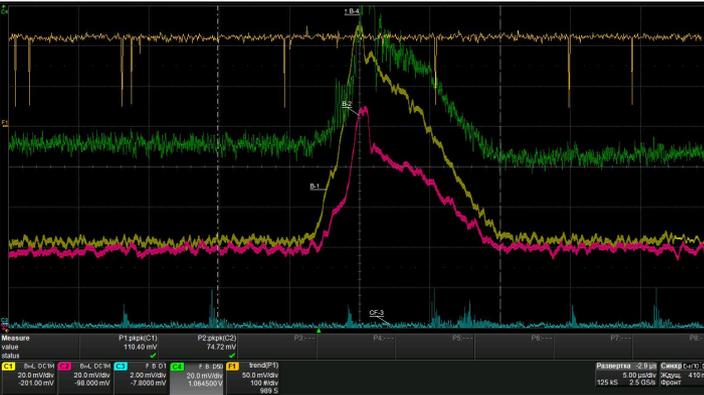
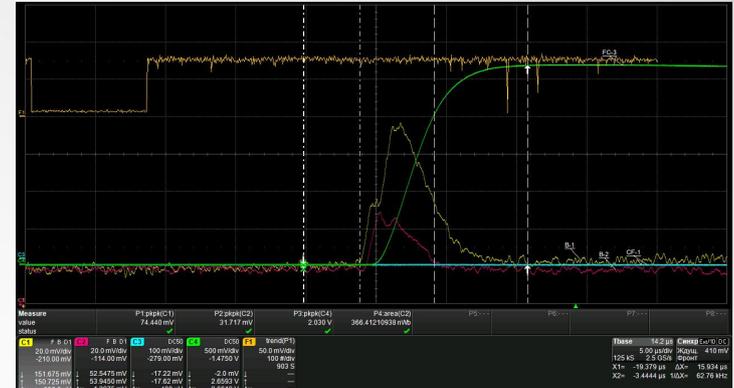
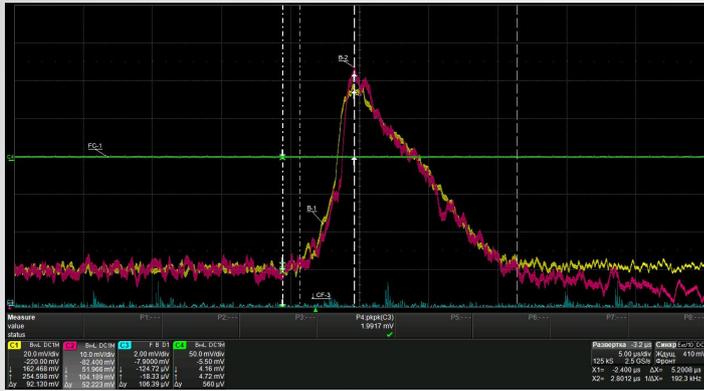
Конденсатор, подготовленный к монтажу



Юстировка шины. Выставление высоты установки секций слоями каптона



Новая и «классическая» ионные ловушки



## Способ вывода ионов «бегущая волна»

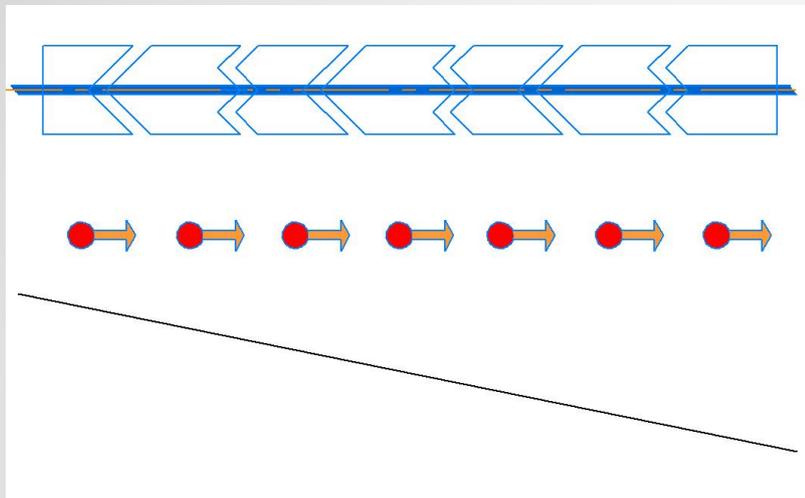
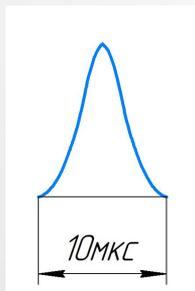


Схема вывода ионов из градиентной ловушки



Длительность ионного пучка из новой градиентной ловушки

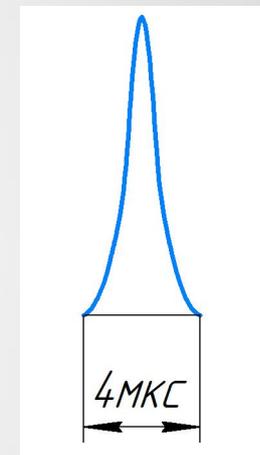
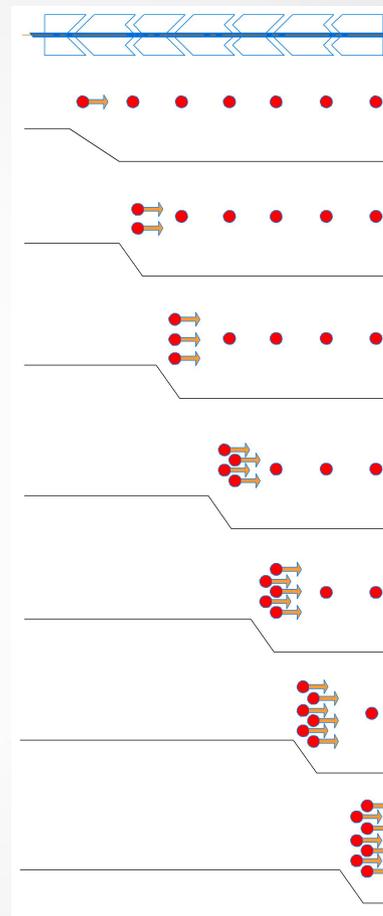
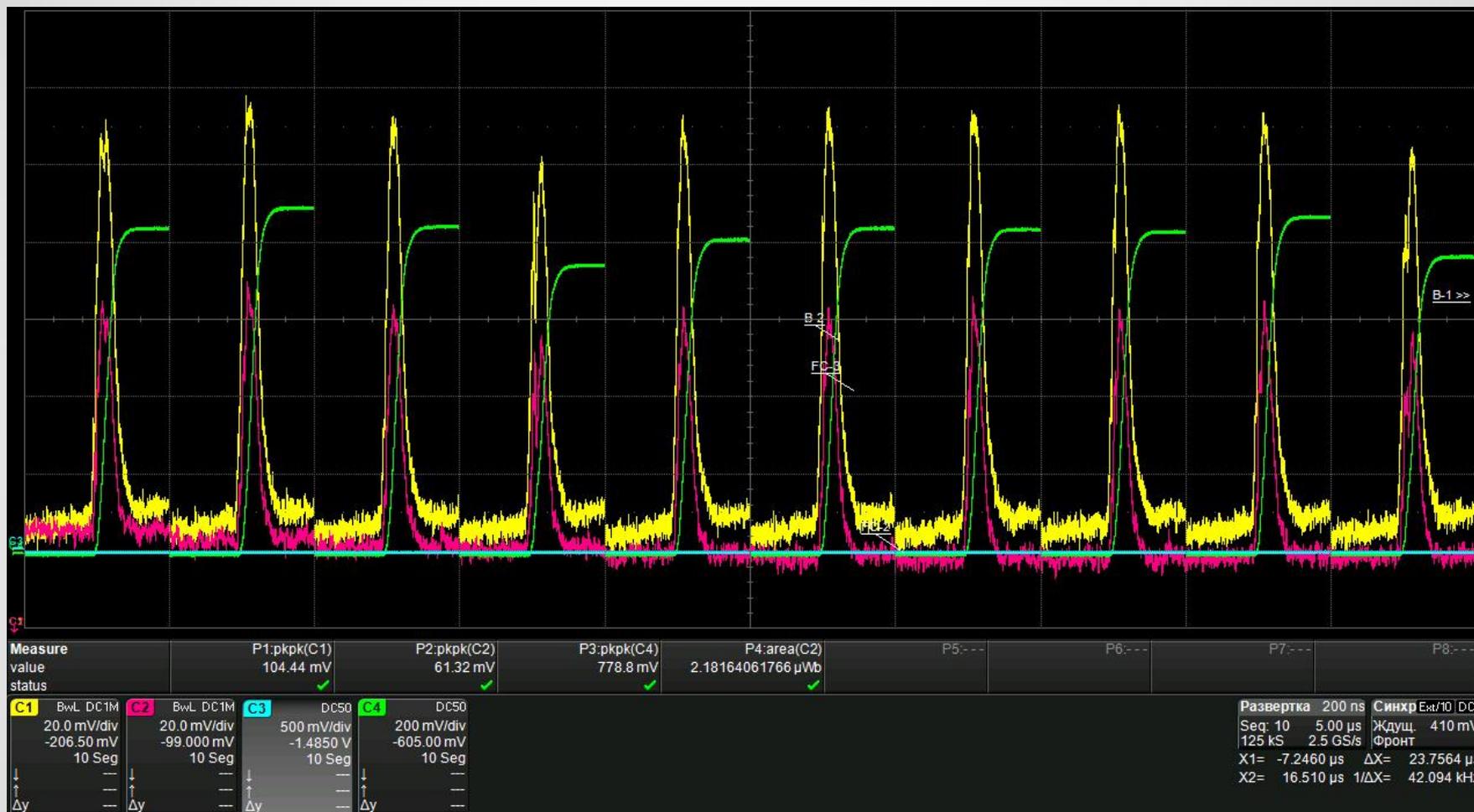


Схема вывода ионов из градиентной ловушки способом «бегущей волны» и длительность ионного пучка

## Многоимпульсная инжекция



Десятикратный вывод ионов  $\text{Xe}^{26+}$ , июль 2024 г.  
Осциллограммы с В1 и В2

**Спасибо за внимание!**