

Special electronics ensures KRION-6T ion source functioning was designed, created and put into operation

- Slow control system (thermometry, vacuum etc.)
- Ion dynamics control system (ionization and extraction processes)
- Electron beam production system
- Ion beam diagnostic system

The new KRION-6T ion dynamics control system was developed in 2017. Its task is to create a special potential distribution for particle ionization and complex signal for beam extraction.

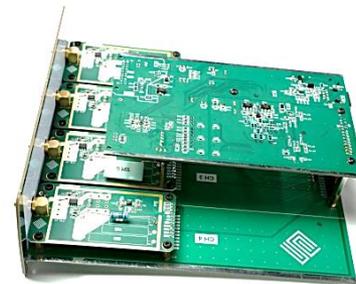
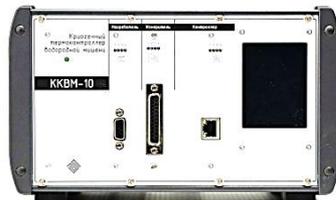
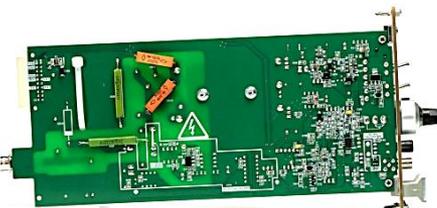
- DC potential barrier formation modules (+3 kV, 10 mA);
- Pulsed pot. barrier form. modules (+2.5 kV, 8 mA);
- Beam extraction modules with a complex RE form;

Thermometry system and temperature controller :

- Measurement scale: 4 - 300 K;
- Accuracy: $\pm 0,3\%$ up 30 K;
- Measurement channels: 8;
- ADC resolution: 24 bit;
- Meas.frequency: 1 Hz - 3.75 kHz;
- Onboard current source: 10, 100 $\mu\text{A} \pm 0.01\%$;
- Modbus RTU/RTU over TCP interface.

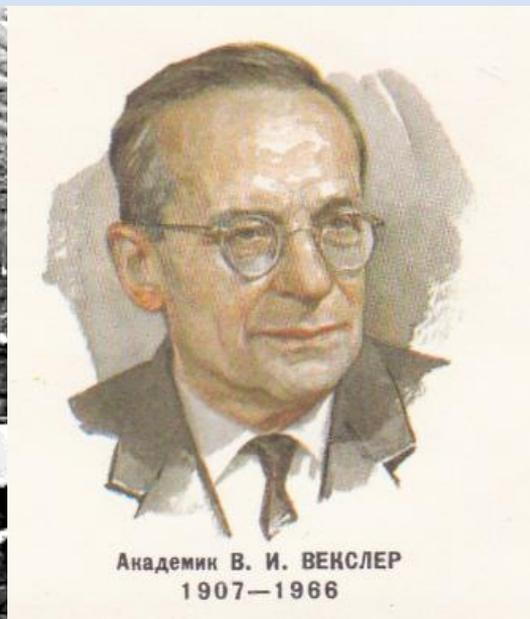
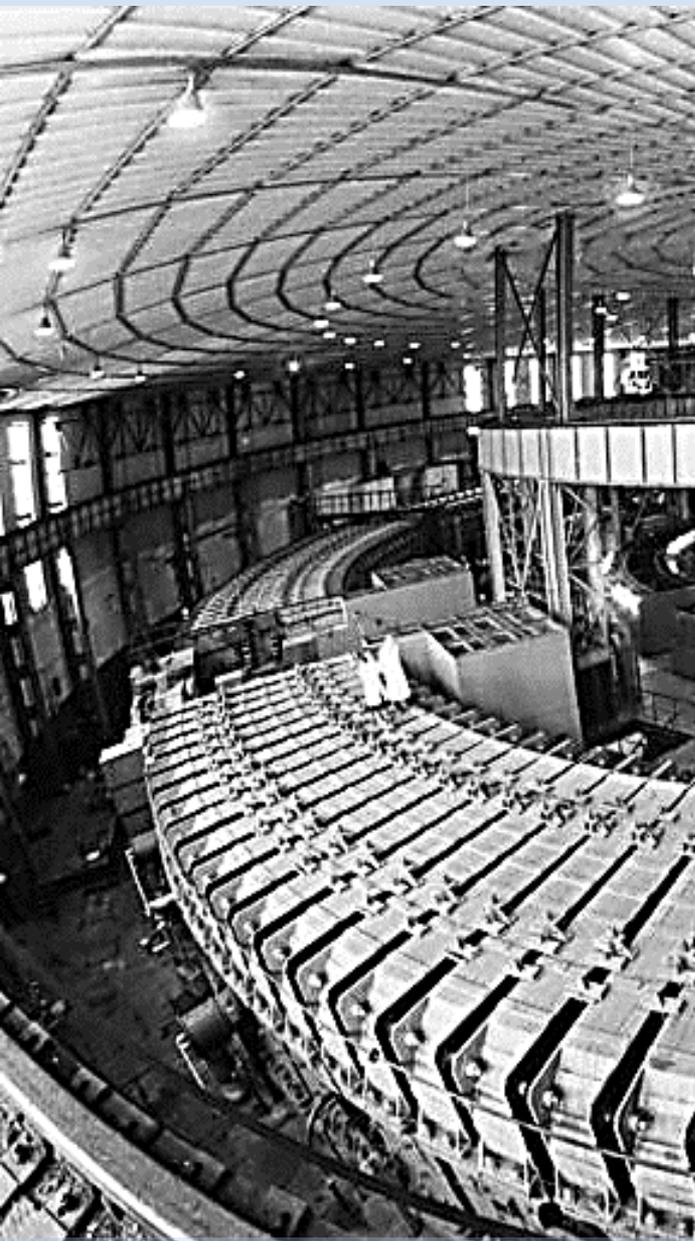
Beam current measurement module is a new low bipolar current measurement module with the 4 different scale inputs:

- Channel 1 : 100 fA – 10 pA;
- Channel 2 : 10 pA – 10 nA;
- Channel 3 : 10 nA – 10 μA ;
- Channel 4 : 10 μA – 10 mA.



1/4 История

Ускоритель «Синхрофазотрон» 1957



Академик В. И. ВЕКСЛЕР
1907—1966



Ускоритель «Синхрофазотрон» 1957

- Ускорены протоны до 10 ГэВ
- Принцип автофазировки
- Магнит весом 36 000 тонн
- антисигма-минус гиперон
- Внутренняя мишень
-

Пульт «Синхрофазотрона»



Ускоритель «Нуклотрон» 1992



Балдин Александр Михайлович 1926 -2001



Ускоритель «Нуклотрон» 1992

- E пучка - 6 ГэВ
- Базовая установка ОИЯИ
- Многозарядные ионы, протоны, поляризованные дейтроны
- Сверхпроводящий
- Внутренняя мишень
- Ускорение тяжелых ионов Kr, Xe, Fe
-

Пульт «Нуклотрона»



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

13-99-316

РГБ ОД

— 6 1111 2000

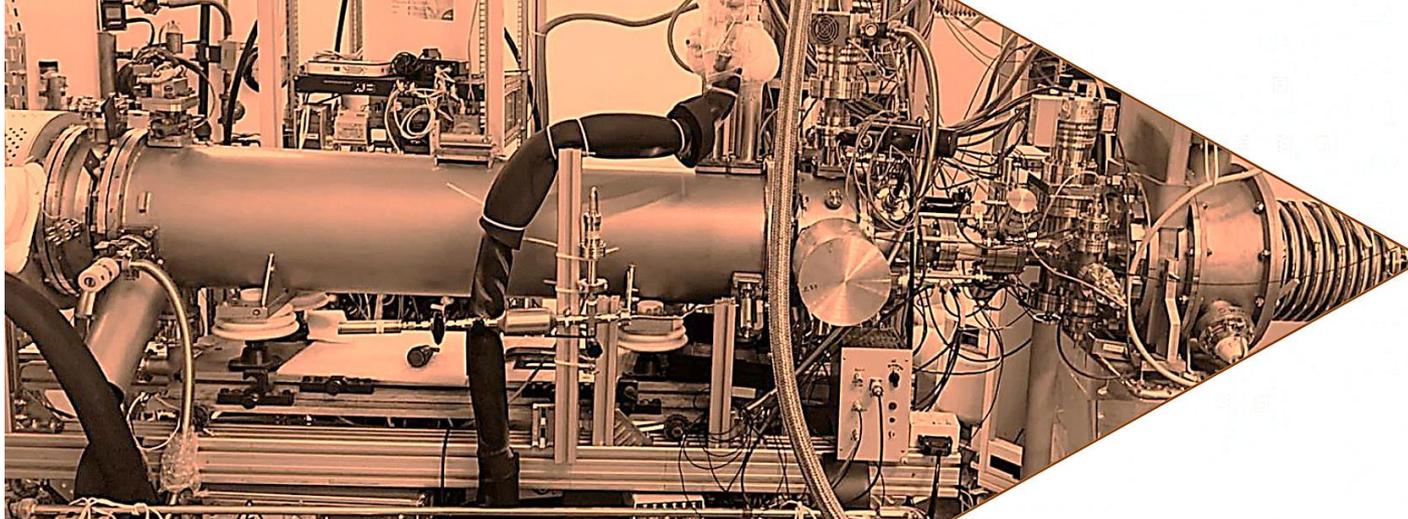
На правах рукописи
УДК 621.3.038.612

Ю.И. Романов

РОМАНОВ
Юрий Иванович

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ
МНОГОКАНАЛЬНЫХ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ
И РАДИОЧАСТОТНЫХ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ,
СЕРВИСНОЙ АППАРАТУРЫ ИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ

Страница 1 из 35 — 🔍 +



Special electronics ensures KRION-6T ion source functioning was designed, created and put into operation

- Slow control system (thermometry, vacuum etc.)
- Ion dynamics control system (ionization and extraction processes)
- Electron beam production system
- Ion beam diagnostic system

The new KRION-6T ion dynamics control system was developed in 2017. Its task is to create a special potential distribution for particle ionization and complex signal for beam extraction.

- DC potential barrier formation modules (+3 kV, 10 mA);
- Pulsed pot. barrier form. modules (+2.5 kV, 8 mA);
- Beam extraction modules with a complex RE form;

Thermometry system and temperature controller :

- Measurement scale: 4 - 300 K;
- Accuracy: $\pm 0,3\%$ up 30 K;
- Measurement channels: 8;
- ADC resolution: 24 bit;
- Meas.frequency: 1 Hz - 3.75 kHz;
- Onboard current source: 10, 100 μA $\pm 0.01\%$;
- Modbus RTU/RTU over TCP interface.

Beam current measurement module is a new low bipolar current measurement module with the 4 different scale inputs:

- Channel 1 : 100 fA – 10 pA;
- Channel 2 : 10 pA – 10 nA;
- Channel 3 : 10 nA – 10 μA ;
- Channel 4 : 10 μA – 10 mA.

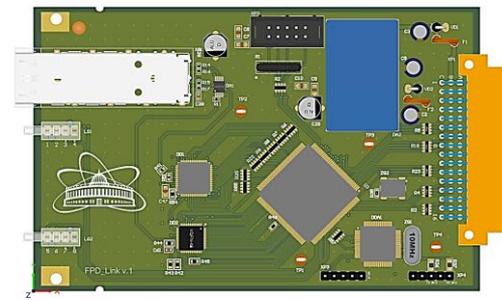
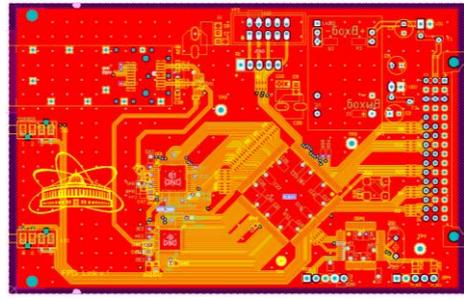
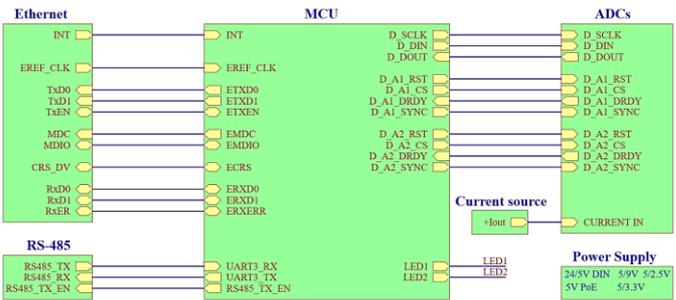


2/4 Процесс разработки

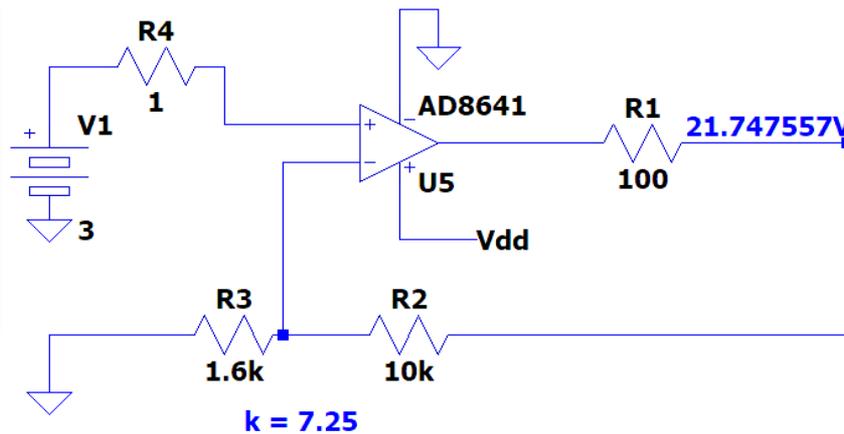
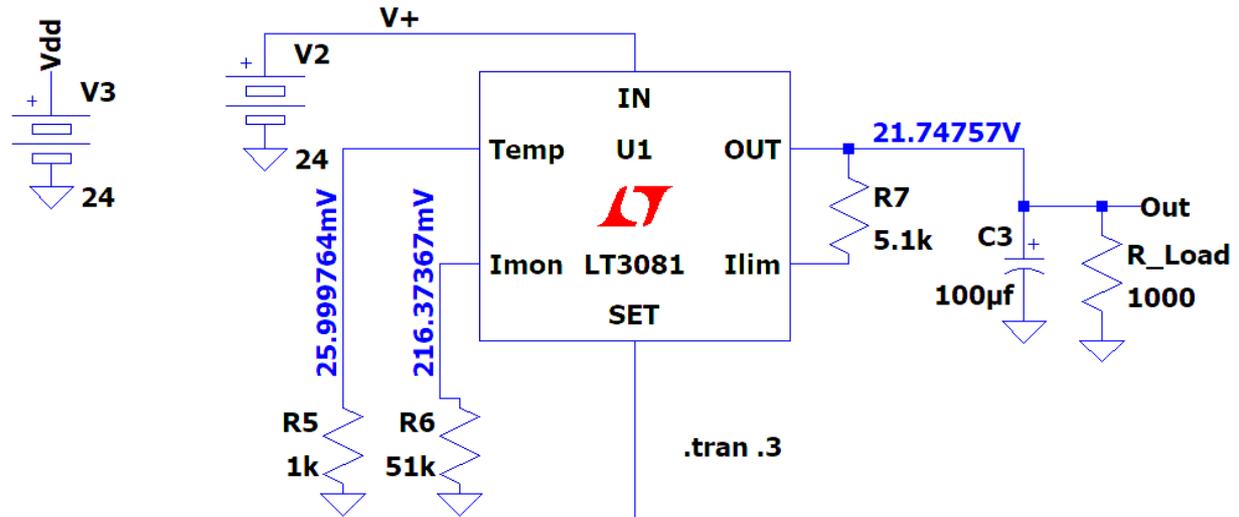
motivation:

unique facilities => unique electronics





Схемотехническое моделирование

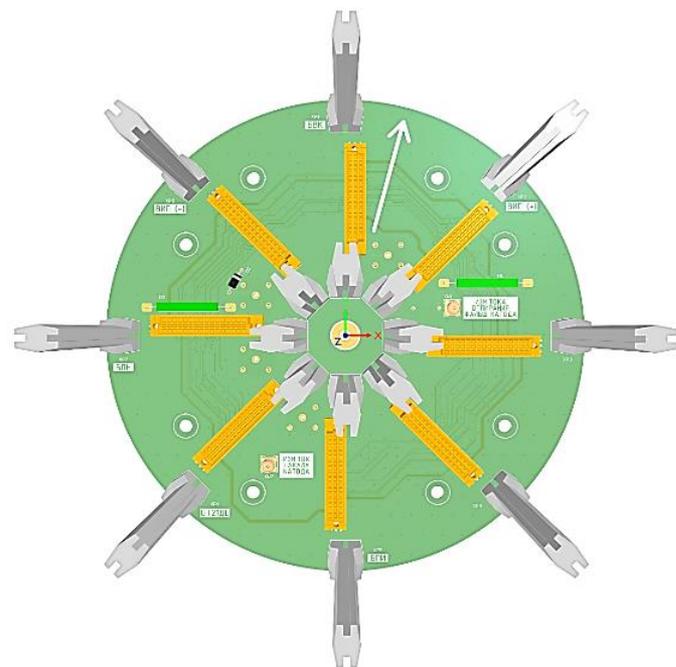
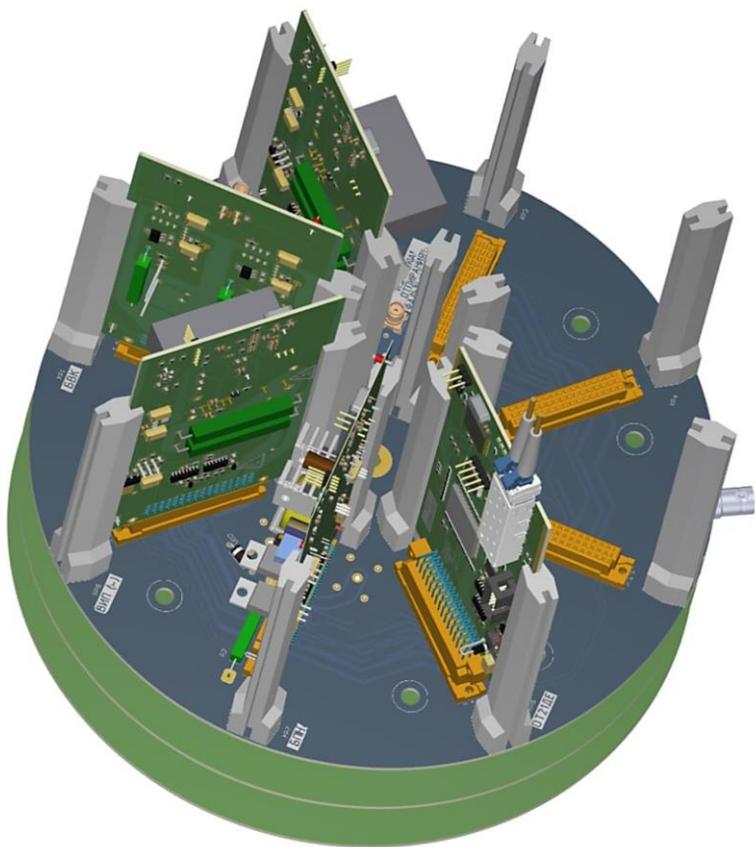
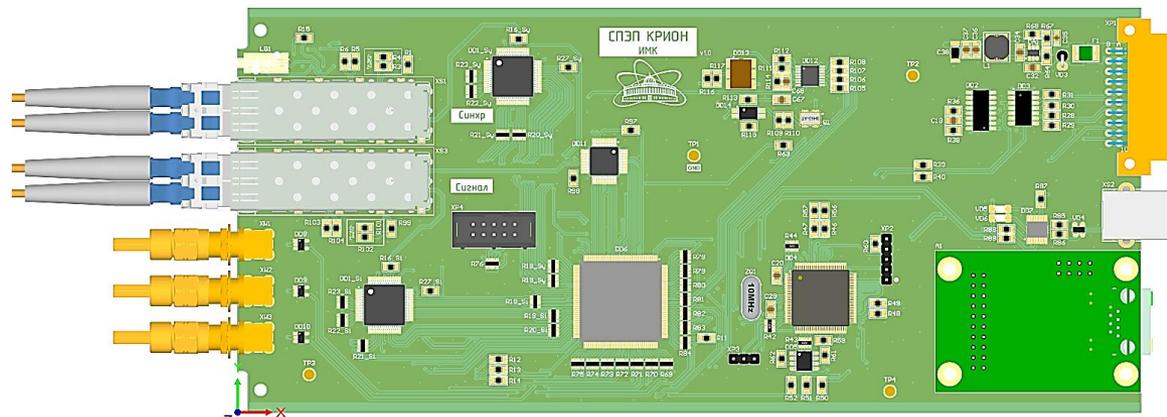


Control voltage

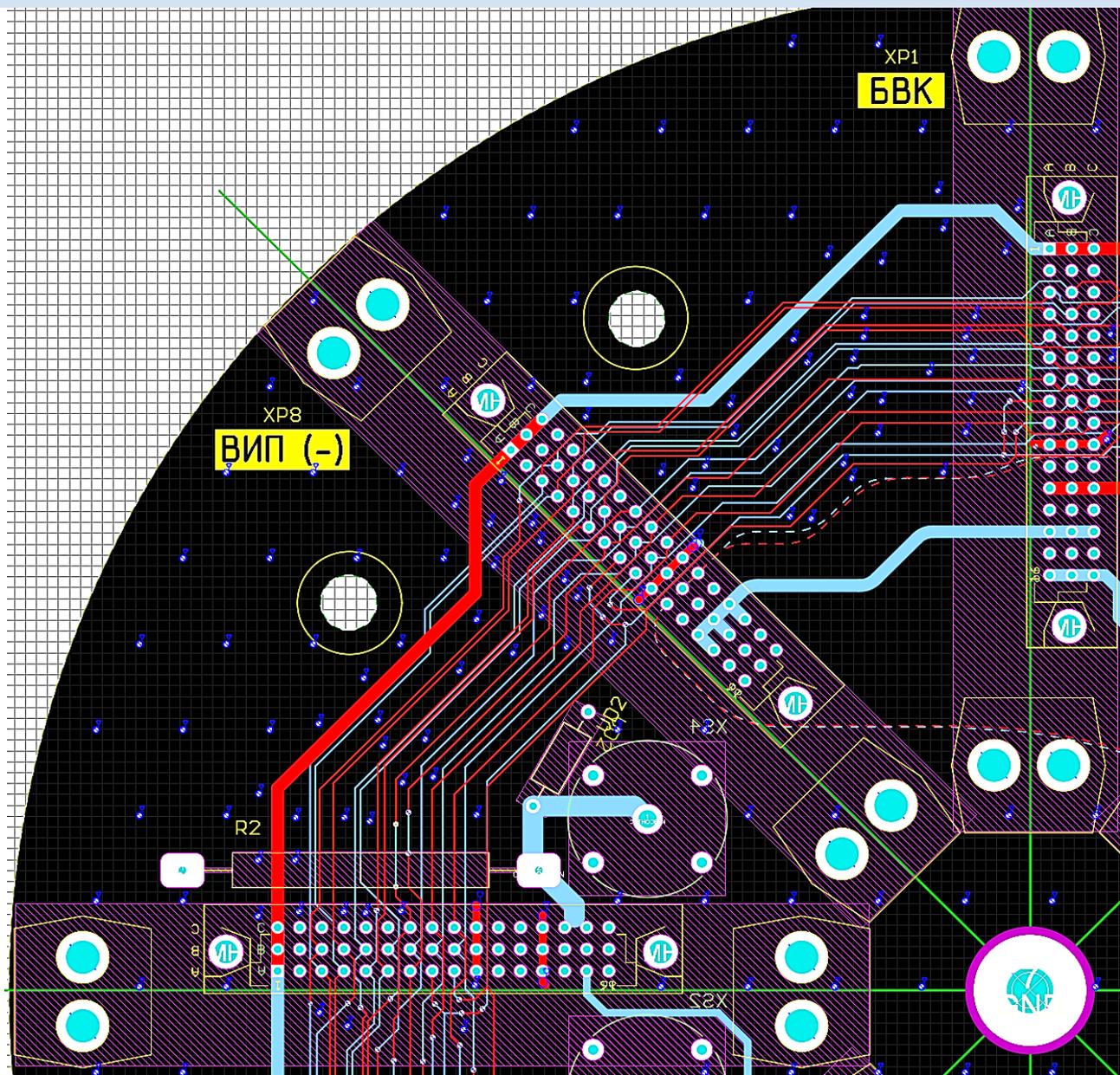
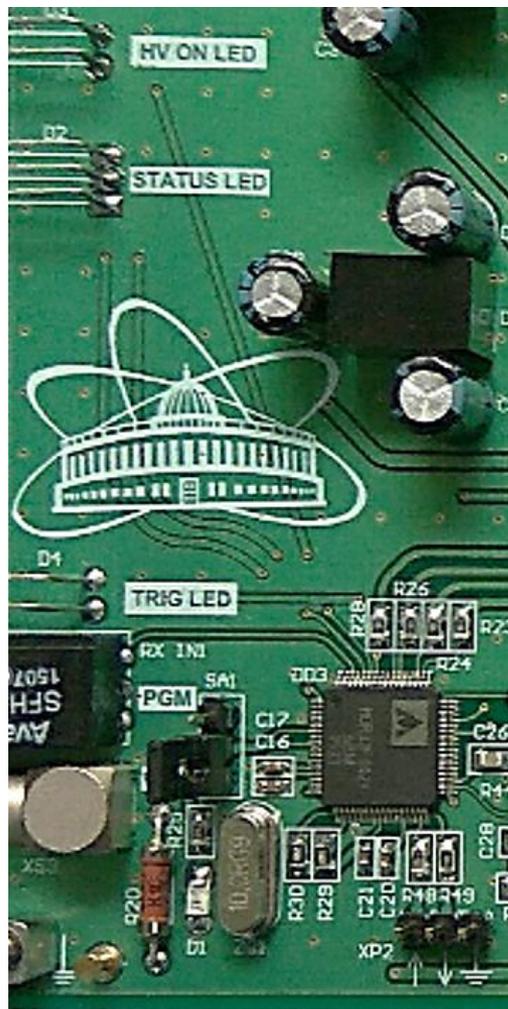
0 – 3.3V
=
0 – 24V

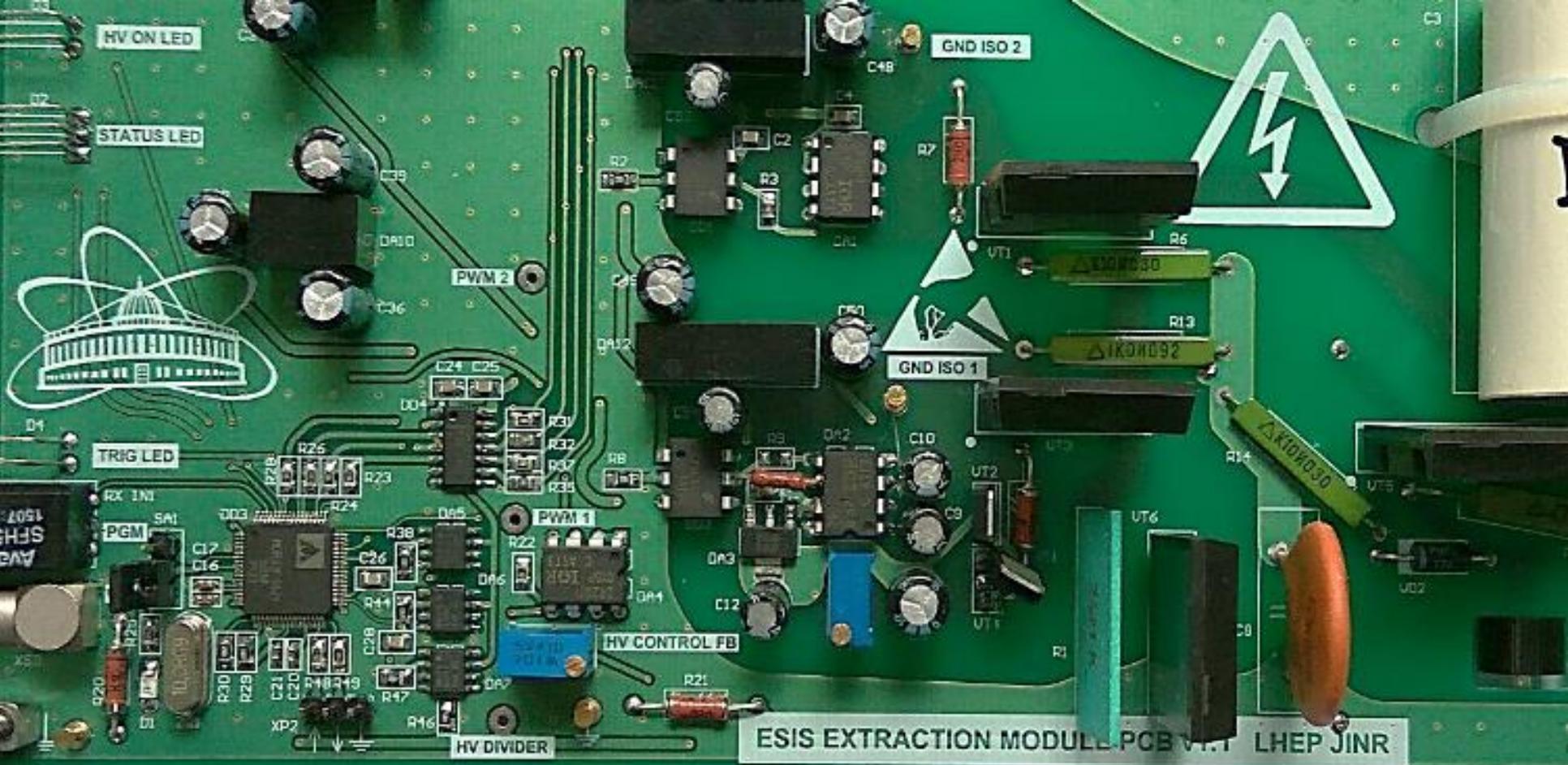
0 – 24 V, 1A
P = 24 W

Конструкторское моделирование



Разработка рисунка печатных плат





МИПАНДР
ГРУППА КОМПАНИЙ



ЗАО «ЭЛКОД»

КОНДЕНСАТОРЫ
С ОРГАНИЧЕСКИМ ДИЭЛЕКТРИКОМ

ДЛЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ,
БЫТОВОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Для низкочастотных цепей К73-

Сном = 0,00047...200 мкФ
Уном = 50...25000 В

Для высокочастотных цепей К78-

Сном = 0,00047...22 мкФ
Уном = 100...2000 В



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭЛЕКТРОВЫПРЯМИТЕЛЬ



Электротехническая Компания
МЕАНДР

Разработка программного обеспечения

```
269
270
271 void task_KORAD(void *pvParameters)
272 {
273     KORAD_params KORADp, KORADtemp;
274     KORAD_state *src_state,src_stateTEMP;
275     unsigned int V2set = 0, I2set = 0;
276     unsigned int State2set = 0;
277
278     while(1)
279     {
280         // set voltage level if queue not empty
281         if(uxQueueMessagesWaiting(KORAD_SetV_q) > 0)
282         {
283             xQueueReceive(KORAD_SetV_q,(void*)&V2set, (TickType_t)0);
284             KORAD_SetVoltage(V2set);
285         }
286
287         // set current value if queue not empty
288         if(uxQueueMessagesWaiting(KORAD_SetI_q) > 0)
289         {
290             xQueueReceive(KORAD_SetI_q,(void*)&I2set, (TickType_t)0);
291             KORAD_SetCurrent(I2set);
292         }
293
294         // set output state if queue not empty
295         if(uxQueueMessagesWaiting(KORAD_SetState_q) > 0)
296         {
297             xQueueReceive(KORAD_SetState_q, &State2set, (TickType_t)0);
298             KORAD_SetState(State2set);
299         }
300
301         // read measured V I, and V I sets
302         KORADp.meas_v = KORAD_GetVoltage();
303         KORADp.set_v = KORAD_GetVSets();
304         KORADp.meas_i = KORAD_GetCurrent();
305         KORADp.set_i = KORAD_GetISets();
306
307         // clear prev measured data if queue is not empty
308         if(uxQueueMessagesWaiting(KORAD_RdParams_q) > 0)
309             xQueueReceive(KORAD_RdParams_q, &KORADtemp, (TickType_t)0);
```



Modbus Poll - Generator-1.mbp

File Edit Connection Setup Functions Display View Window Help

05 06 15 16 17 22 23 TC

Generator-1.mbp Tx = 350: Err = 0: ID = 1: F = 03: SR = 1000r

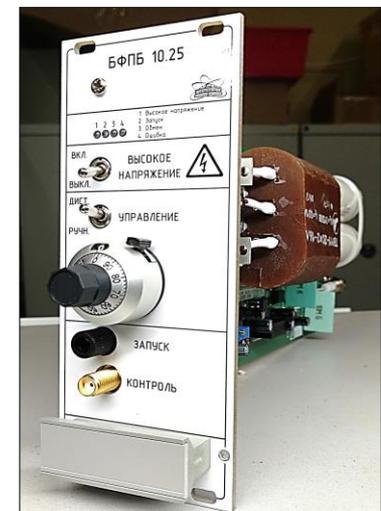
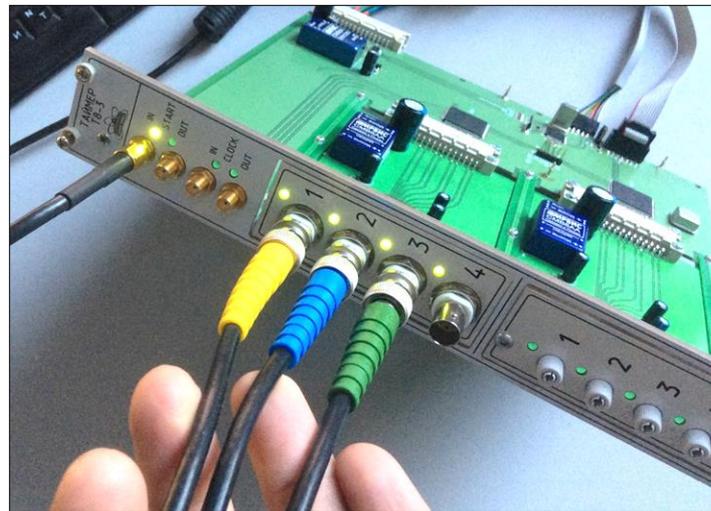
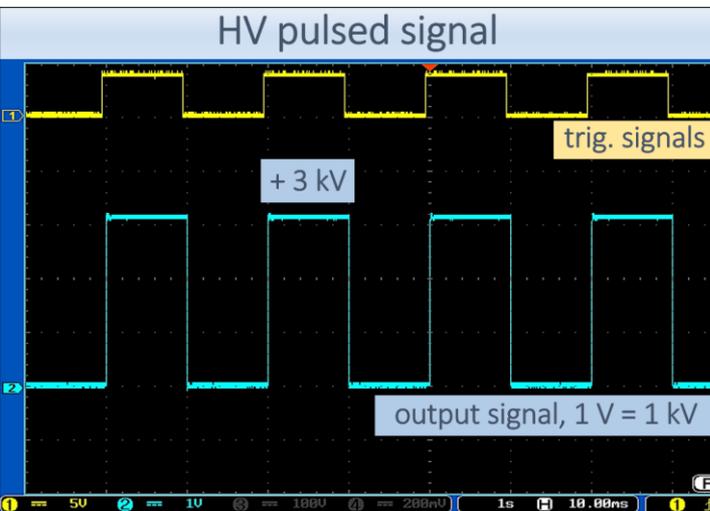
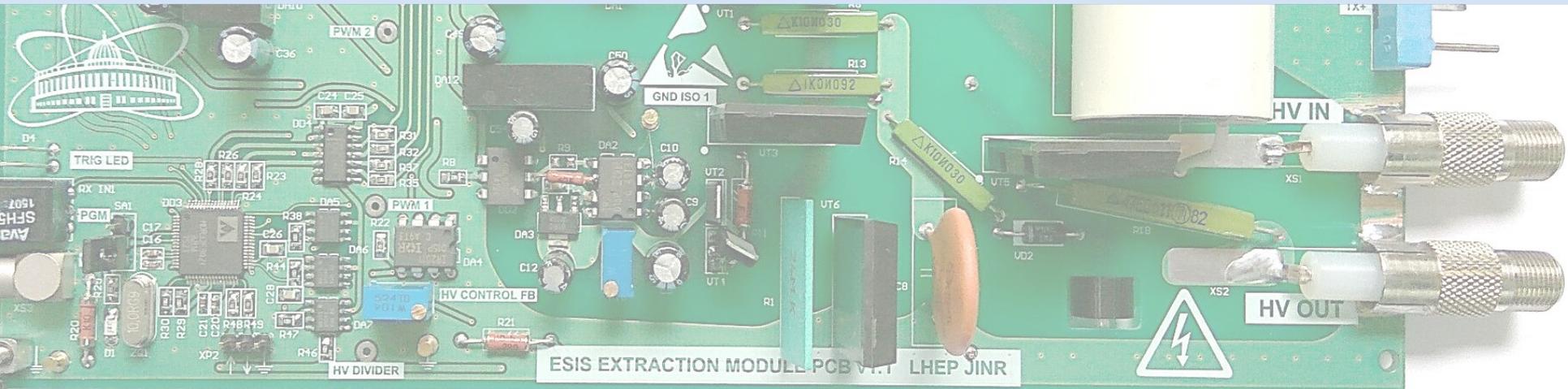
| Name | 00000 |
|-------------------------------|-------|
| 0 U-L1L2[V] | 400 |
| 1 U-L2L3[V] | 398 |
| 2 U-L3L1[V] | 401 |
| 3 | 0 |
| 4 P[kW] | 571 |
| 5 S[VA] | 590 |
| 6 Oil Pressure: | 4 |
| 7 Temperature: | 87 |
| 8 Config: (E) 0x4549 | |
| 9 Status: 0000 1010 0000 0100 | |

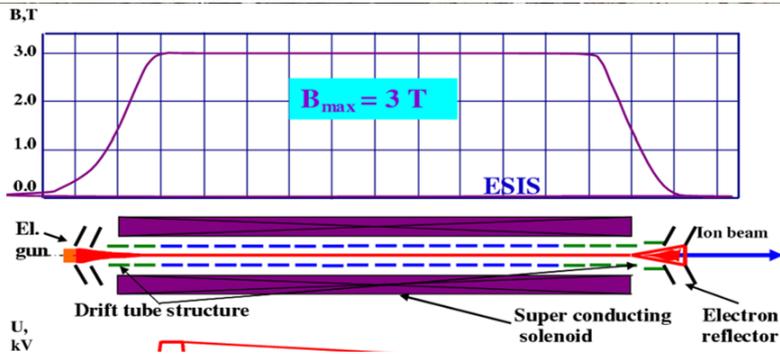
Generator-2.mbp Tx = 334: Err = 0: ID = 2: F = 03: SR = 1000n

| Name | 00000 |
|-------------------------------|-------|
| 0 U-L1L2[V] | 401 |
| 1 U-L2L3[V] | 400 |
| 2 U-L3L1[V] | 399 |
| 3 | 0 |
| 4 P[kW] | 547 |
| 5 S[VA] | 571 |
| 6 Oil Pressure: | 4 |
| 7 Temperature: | 91 |
| 8 Config: (AB) 0x4142 | |
| 9 Status: 1110 1110 0000 1010 | |

For Help, press F1. [127.0.0.1]: 502

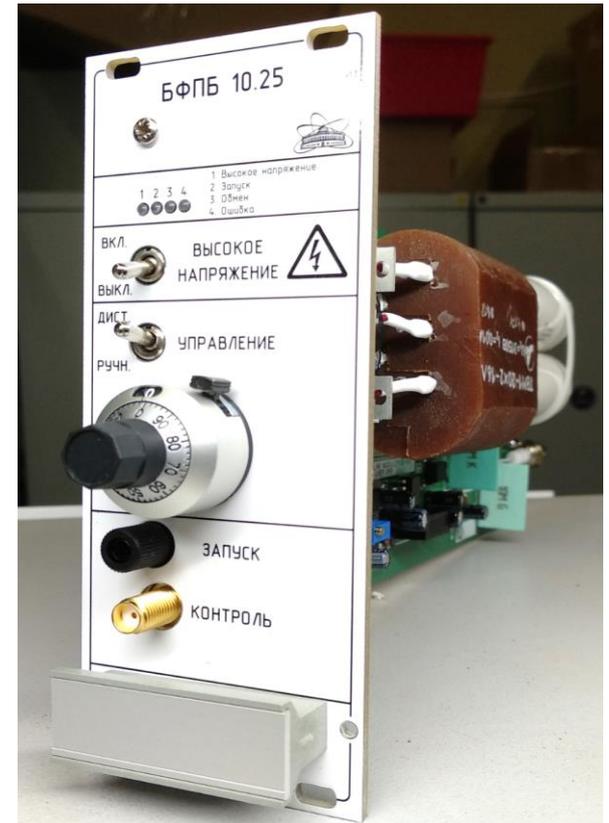
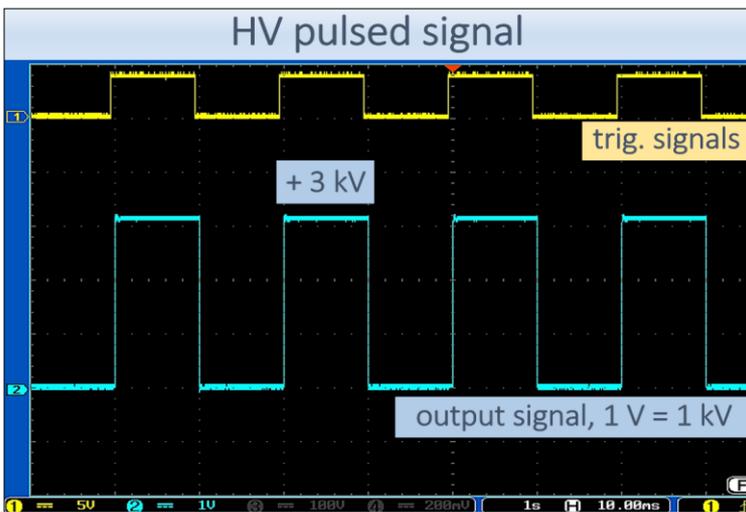
Отладка, тестирование





FULL STACK DEVELOPER

- Output: 0 ... +2.5 kV
- Edges time: $\sim 5\ \mu\text{s}$
- Pulses with: 20 μs – 10 s
- Max load current: 10 mA
- Supply: + 24 V, 300 mA
- Overcurrent, short protection
- Hand & Remote control (Modbus RTU)



3/4 Инжекционный комплекс

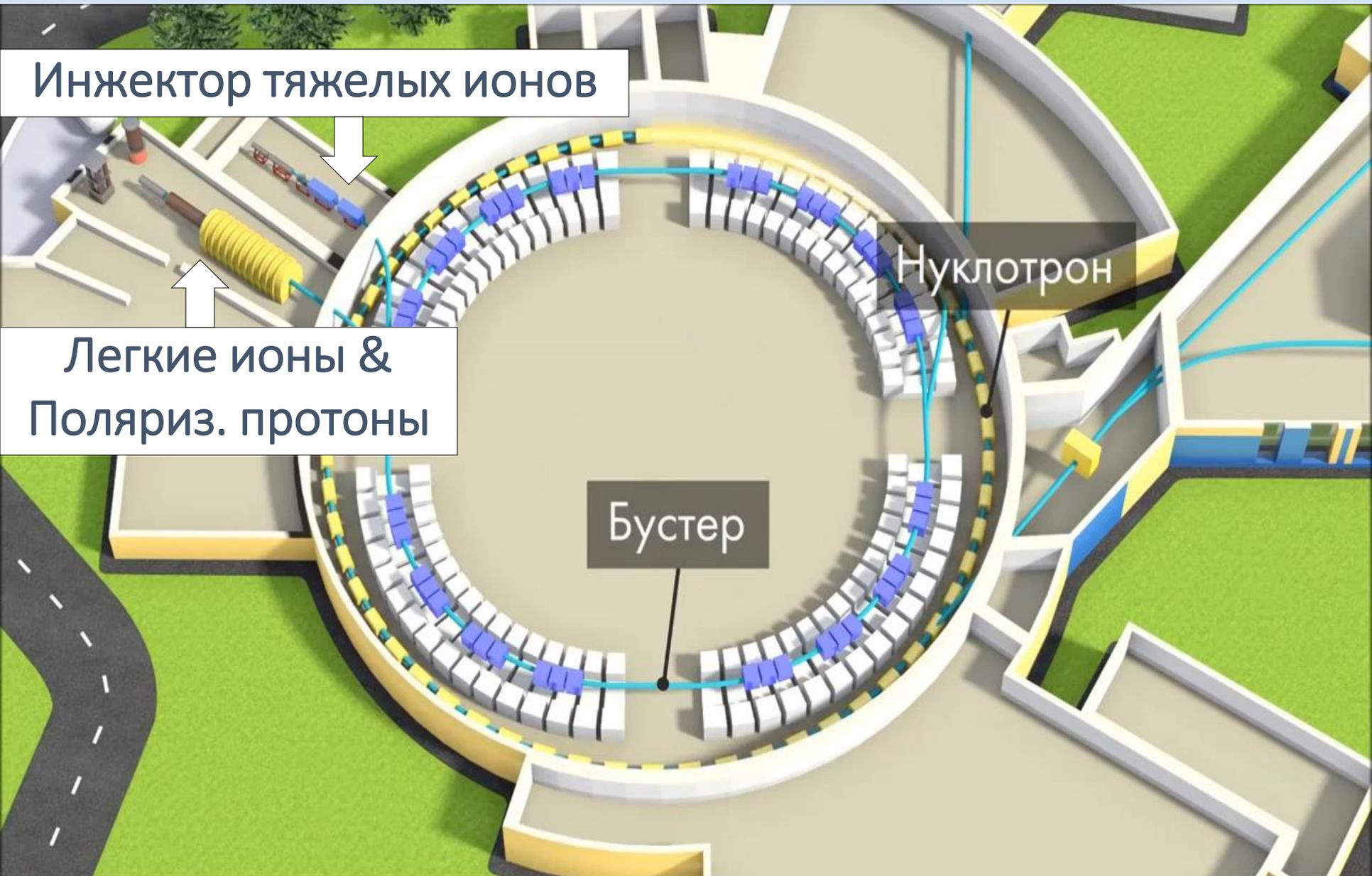
Инжектор



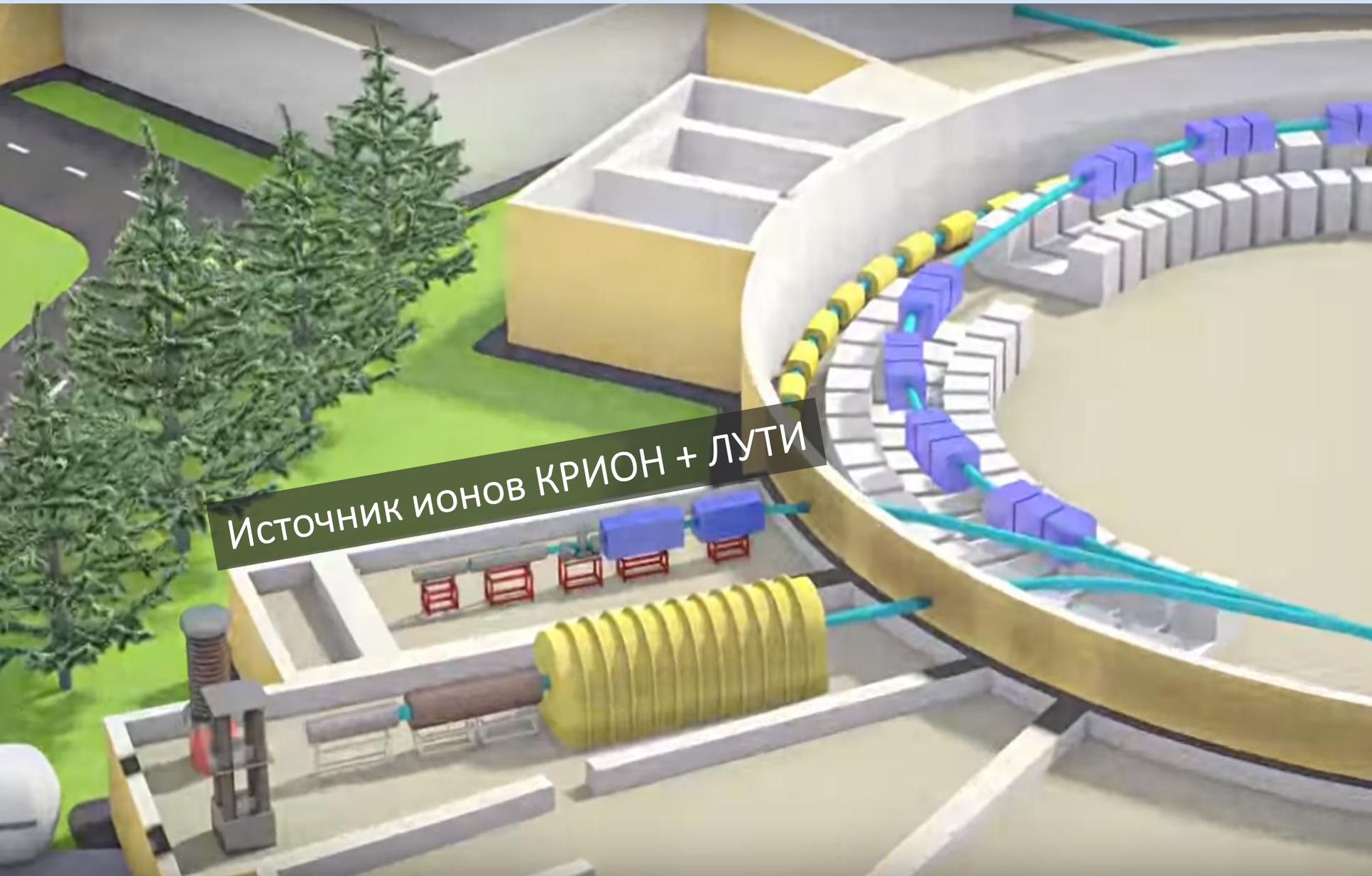
Инжекционный комплекс



Инжекционный комплекс NICA

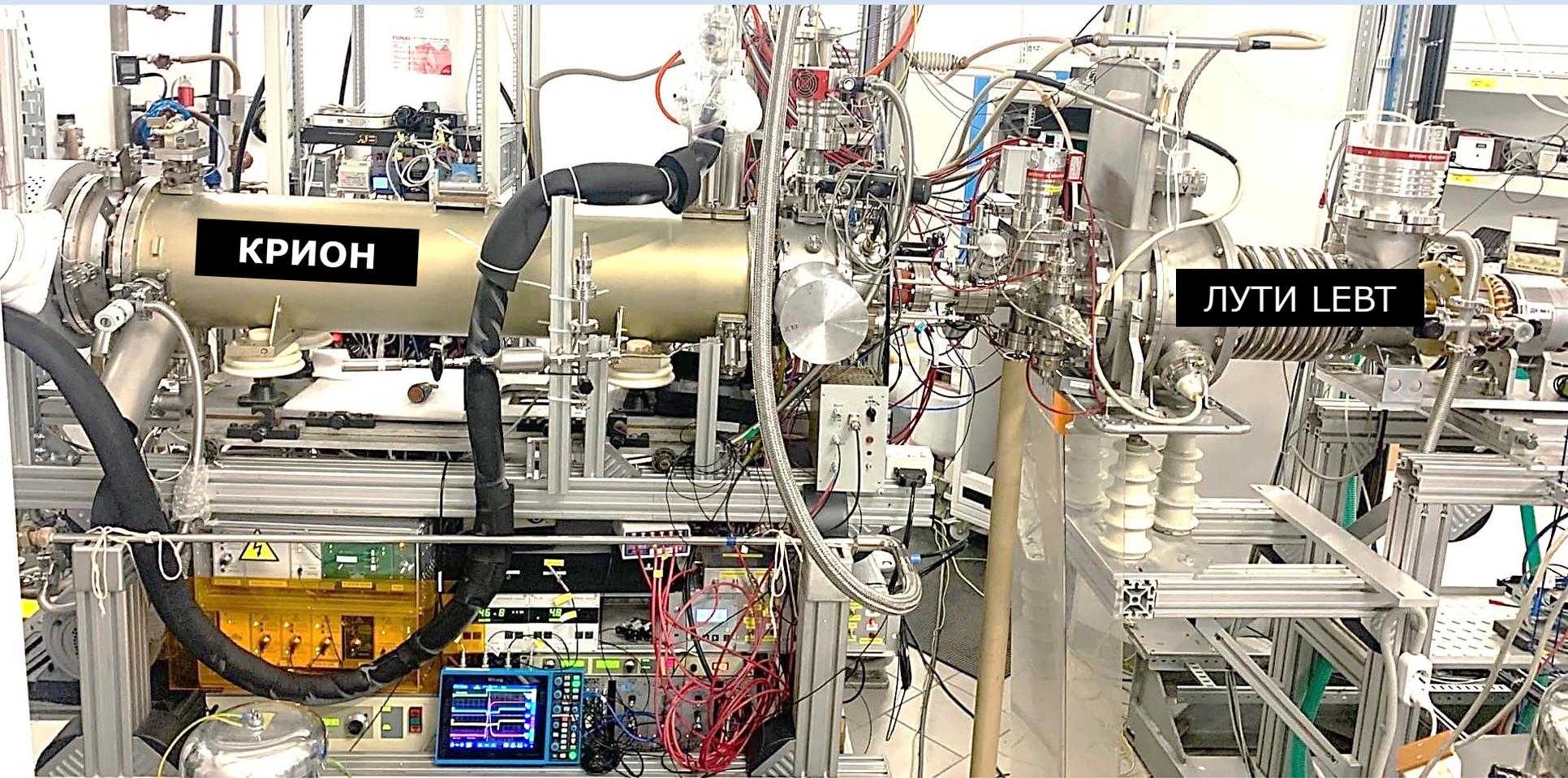


Инжектор тяжелых ионов



Источник ионов КРИОН + ЛУТИ

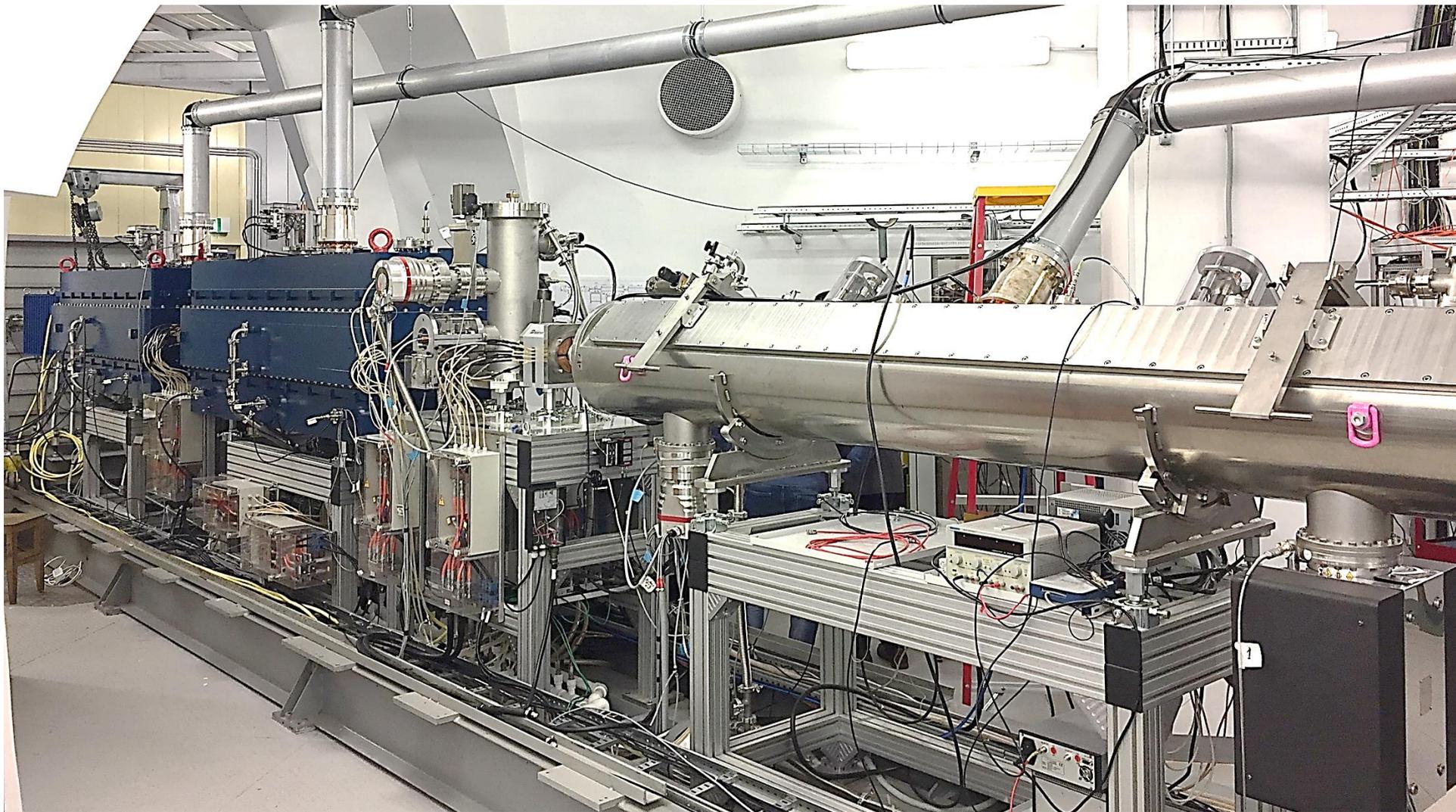
Источник ионов КРИОН



Ions produced and injected: $^{78}\text{Kr}^{17+}$ $^{124}\text{Xe}^{41+}$ $^{40}\text{Ar}^{16+}$ $^{12}\text{C}^{6+}$...

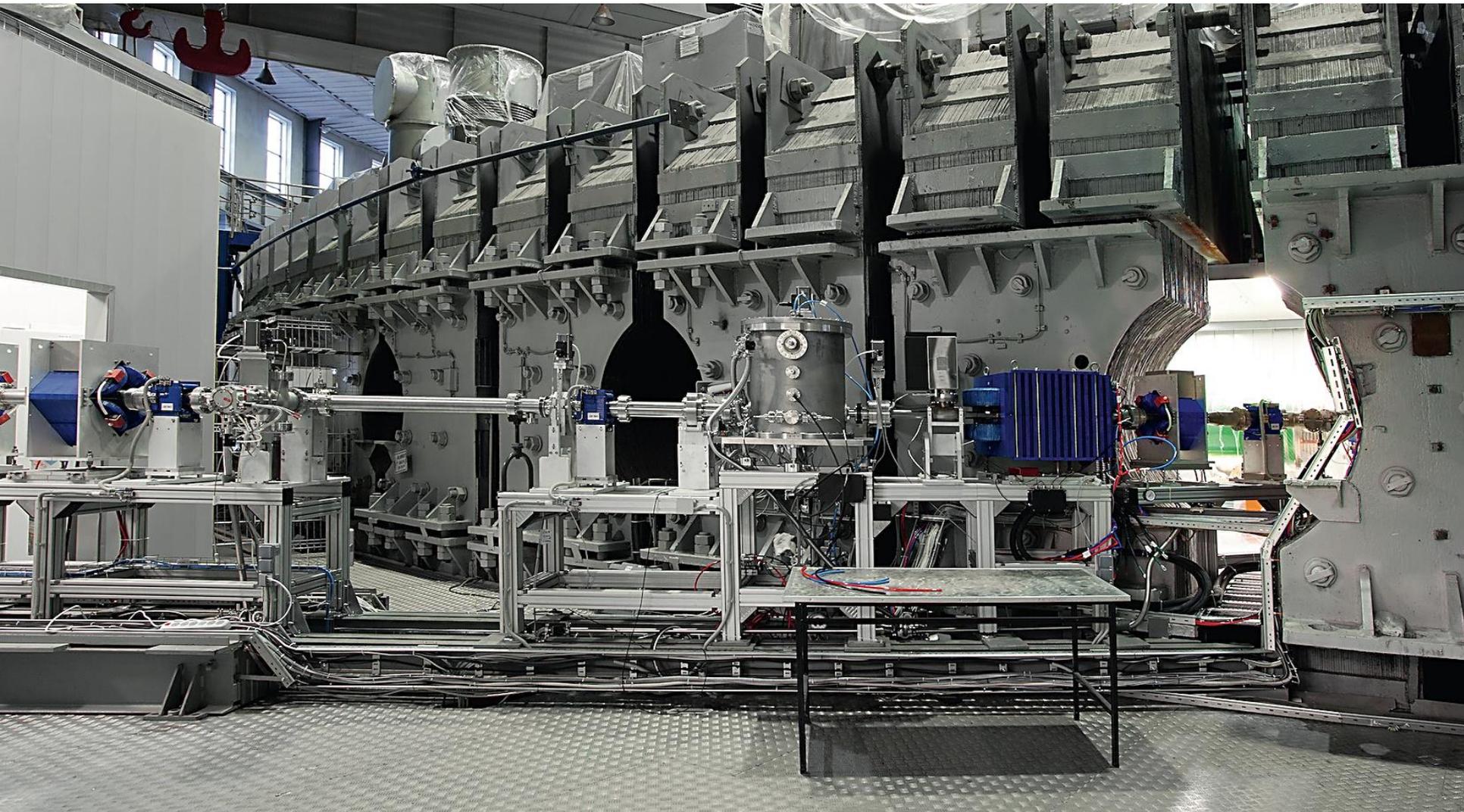
- 5.4 T SC solenoid
- pulsed ion source
- electron string
- cryogenic
- highly charged ions
- unique technology

Линейный ускоритель тяжёлых ионов

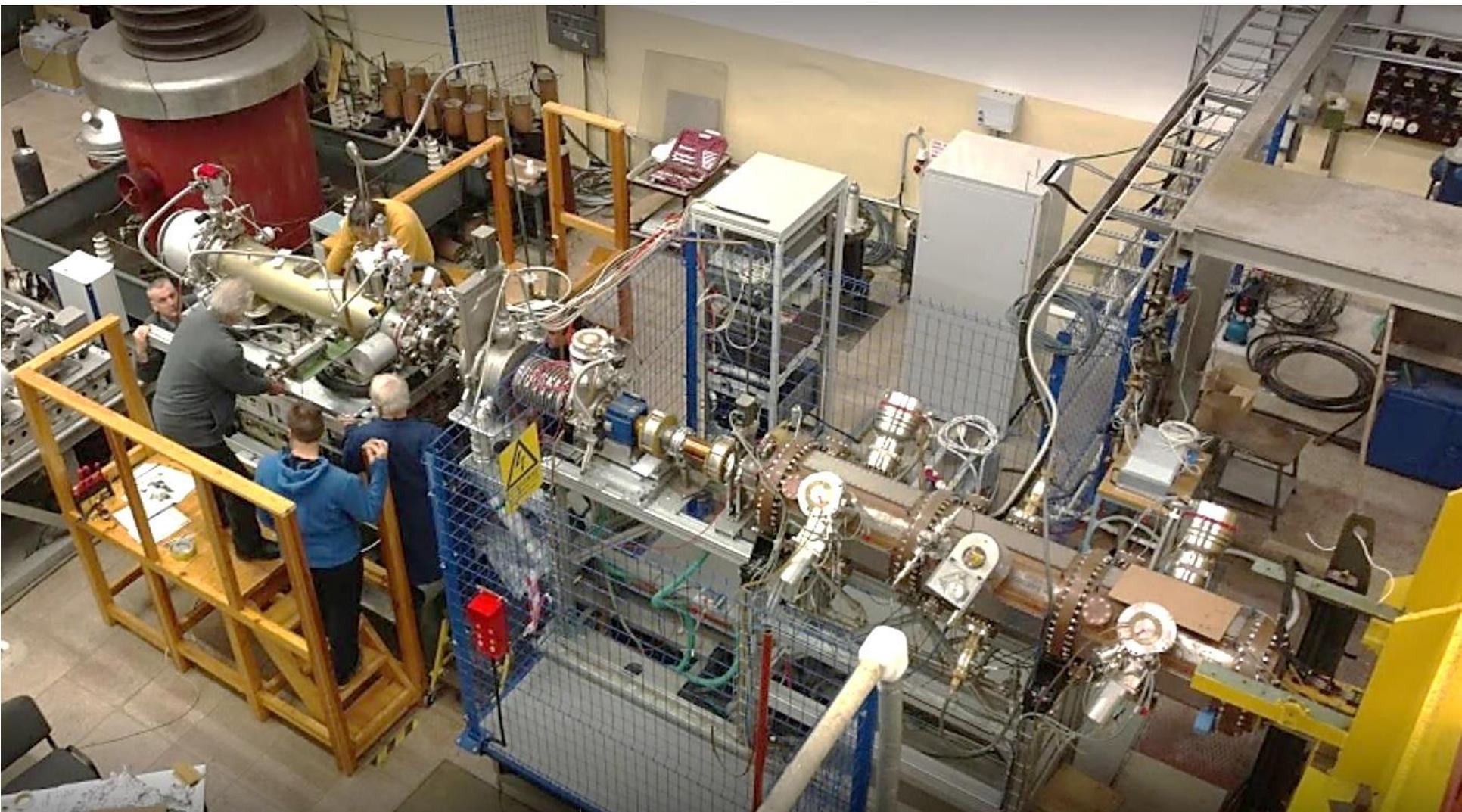


Канал транспортировки ЛУТИ - БУСТЕР

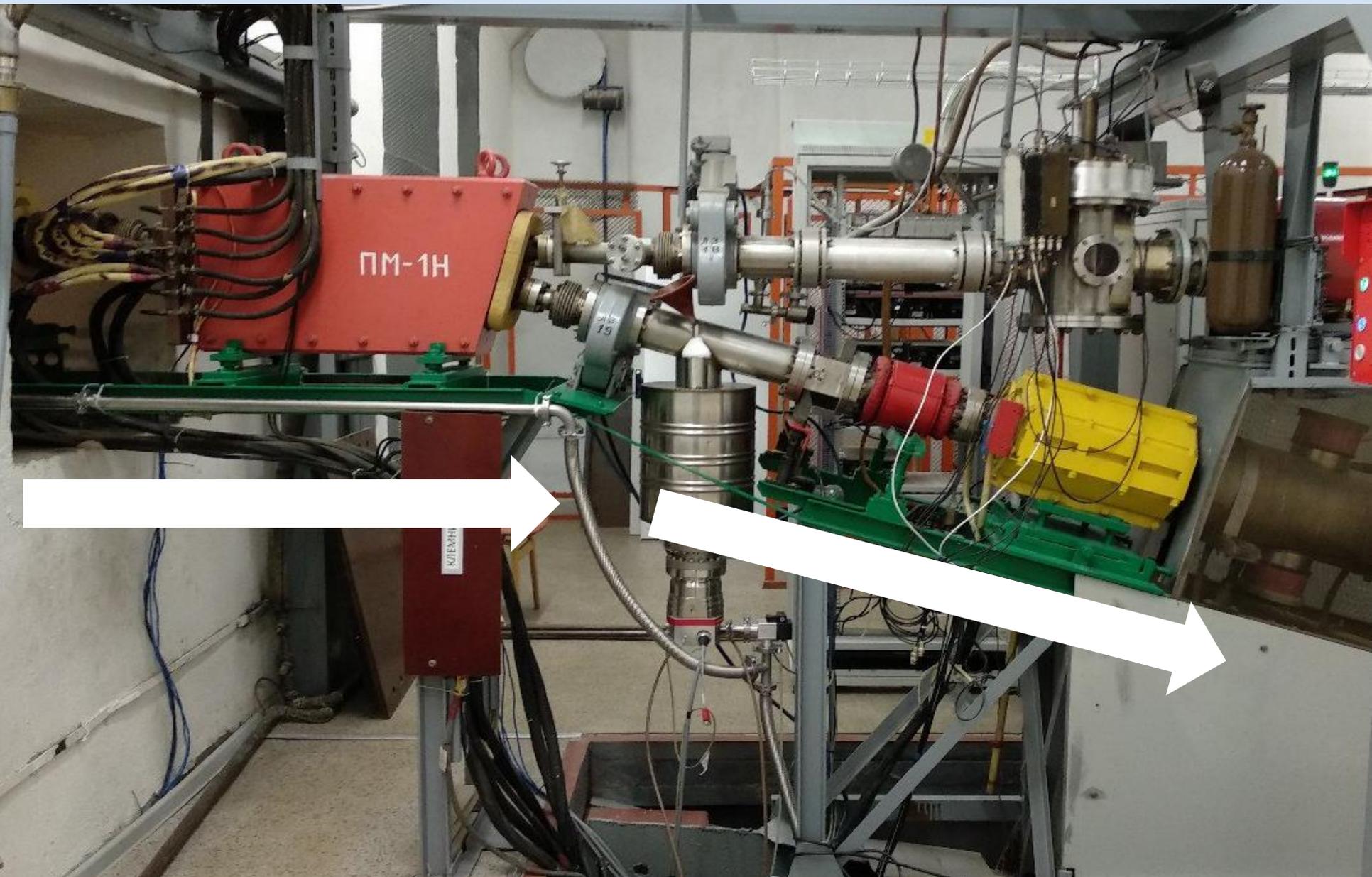
* Фото старое, сейчас все очень по-другому, сложнее =)



Инжектор легких ионов

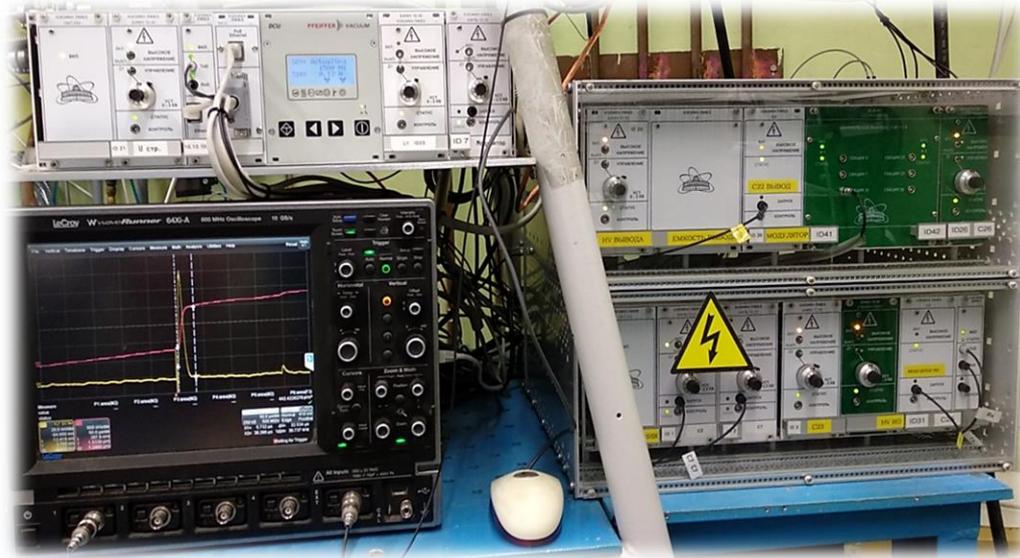


Канал инжекции в Нуклотрон



ESIS KRION 6T electronics

- vacuum Slow control
- ion optics supply
- HV electrodes
- electron gun supply
- synchronization
- thermometry



Ion motion control system

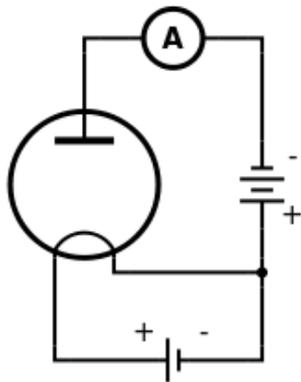
- DC barrier modules
- pulsed barriers modules
- extraction modules
- interface modules
- drift structure divider

Beam diagnostics

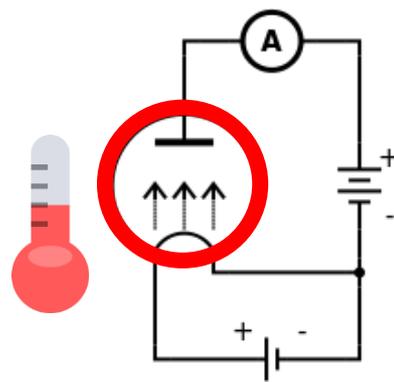
- beam profile monitor
- oscilloscopes
- ion collectors
- ToF system
- induced signals

IrCe cathode

- material IrCe
- emission: thermionic
- small size 1.2 mm
- emission current 6 mA
- heating power AC 1.5V 10A

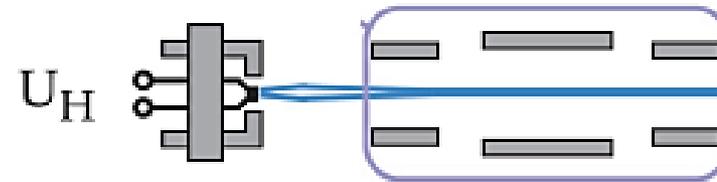


No current

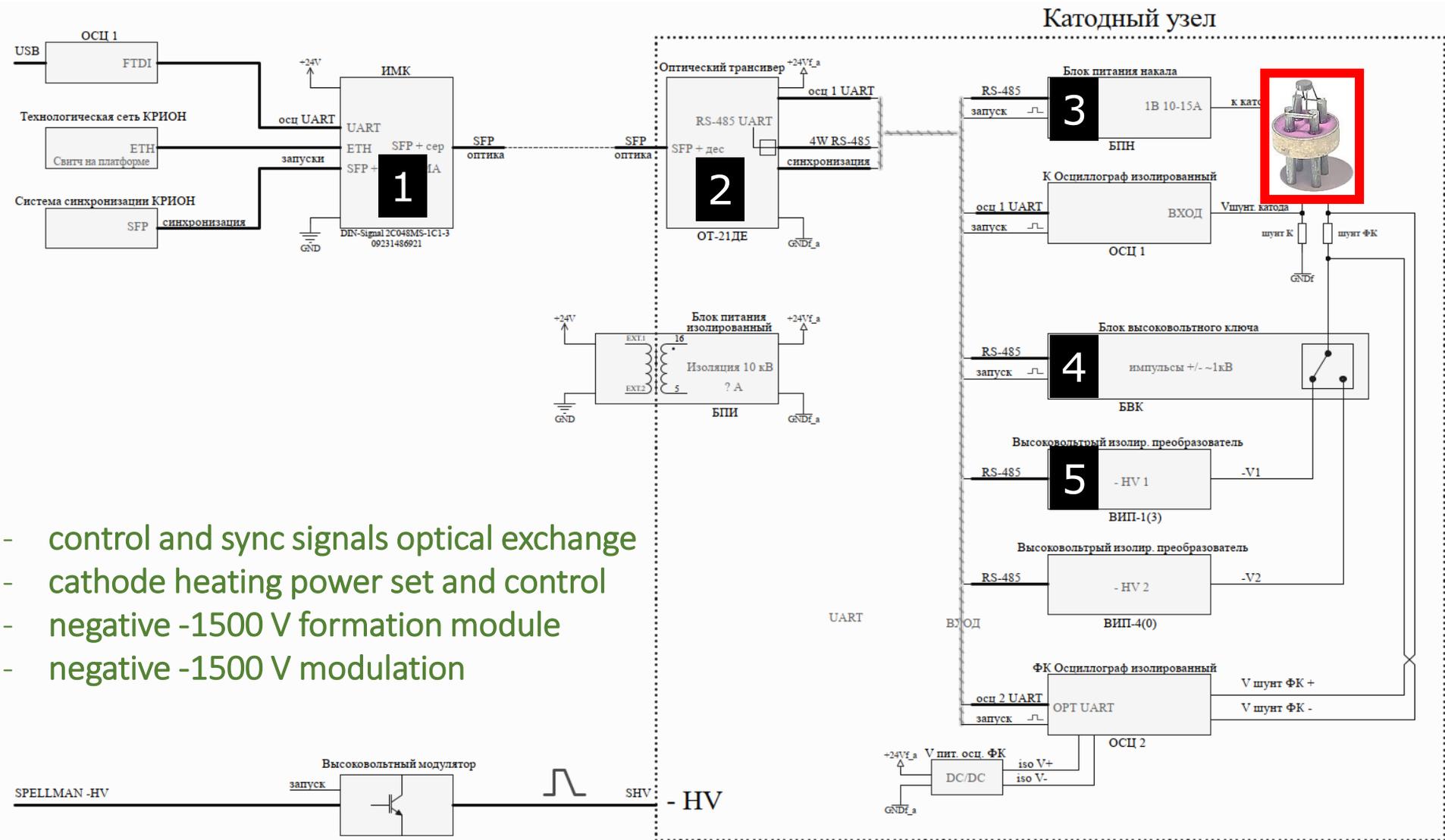


Electron flow

cathode magnet drift tubes



Cathode node schematic



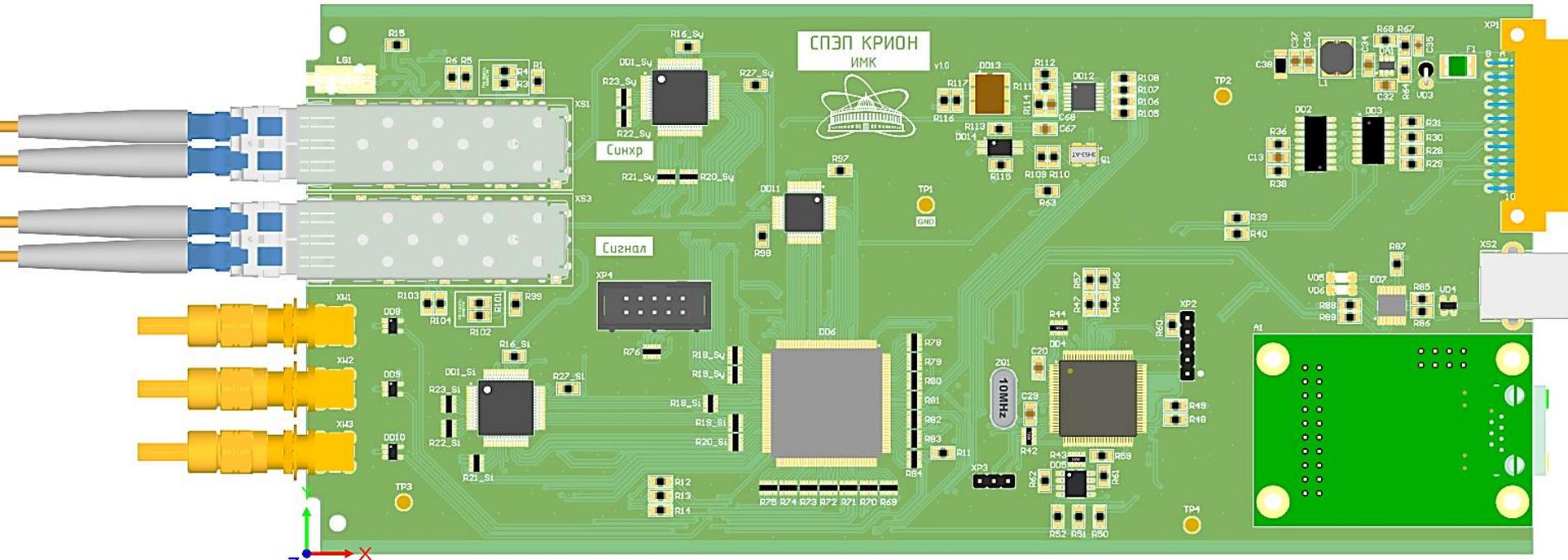
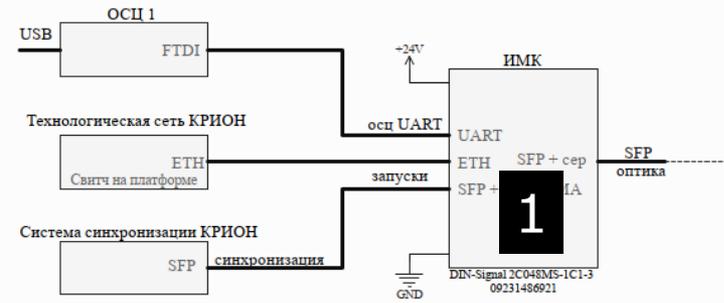
- control and sync signals optical exchange
- cathode heating power set and control
- negative -1500 V formation module
- negative -1500 V modulation

Cathode node => interface module

The main idea:

control and sync signals optical exchange

Interfaces: SFP, eth, RS-485, USB

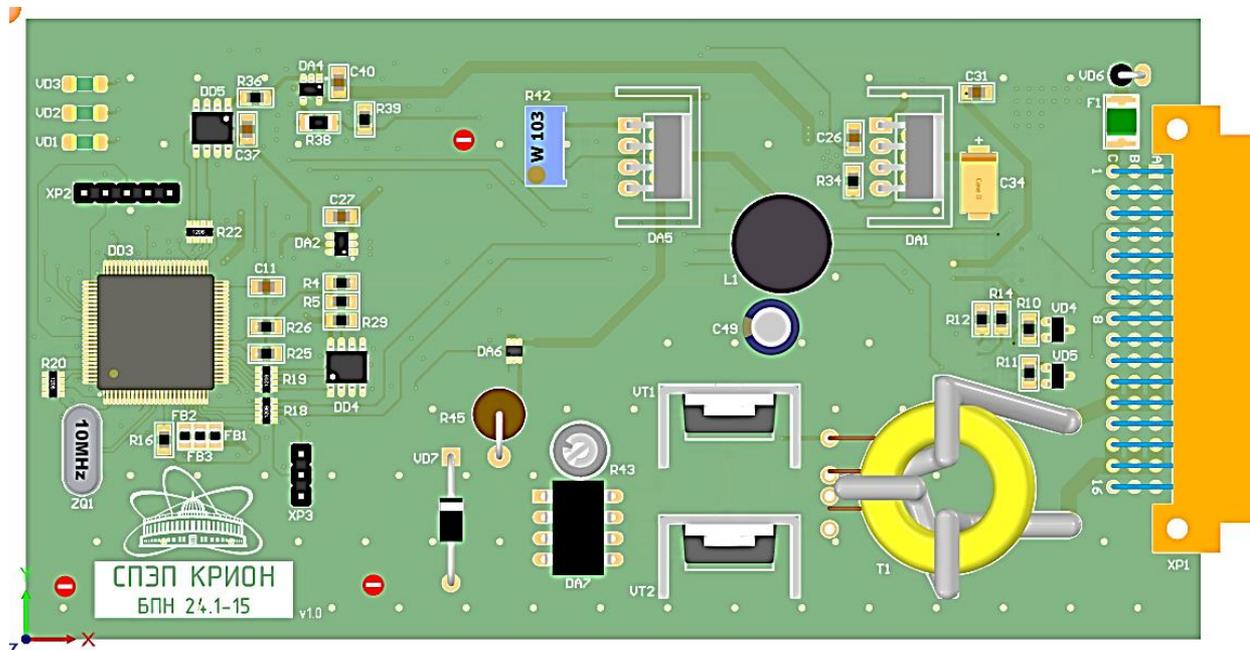


Cathode node => Heating module

The main idea:

cathode heating power set and control

points: 10 kHz sine, 1.5 V, 10 A

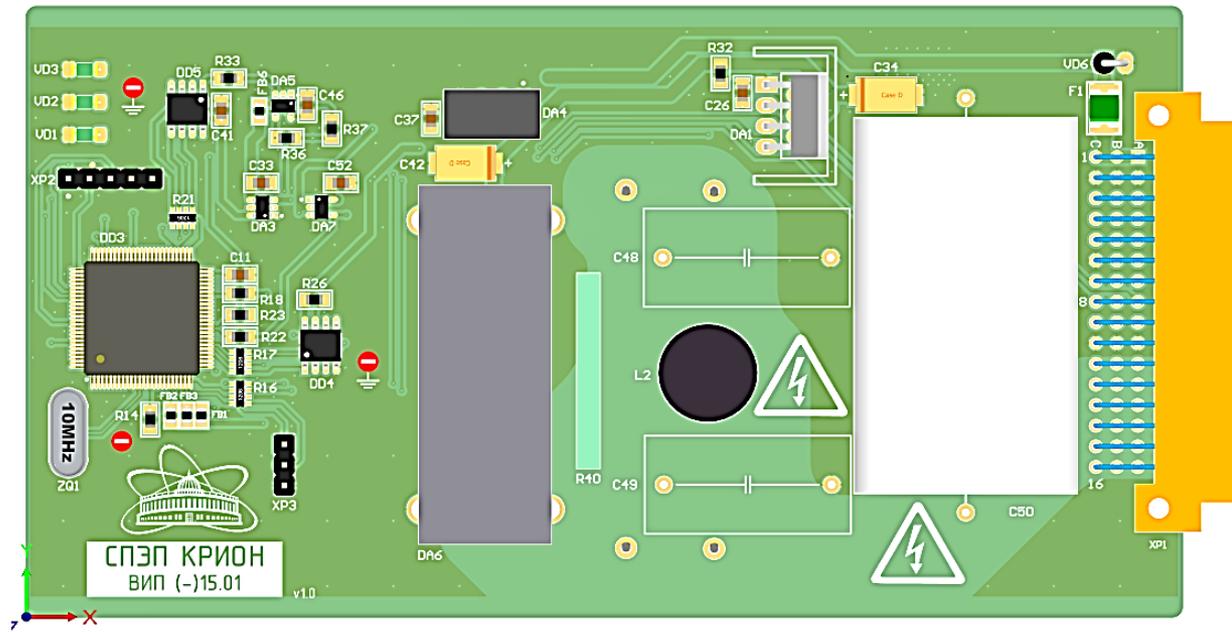


Cathode node => DC HV module

The main idea:

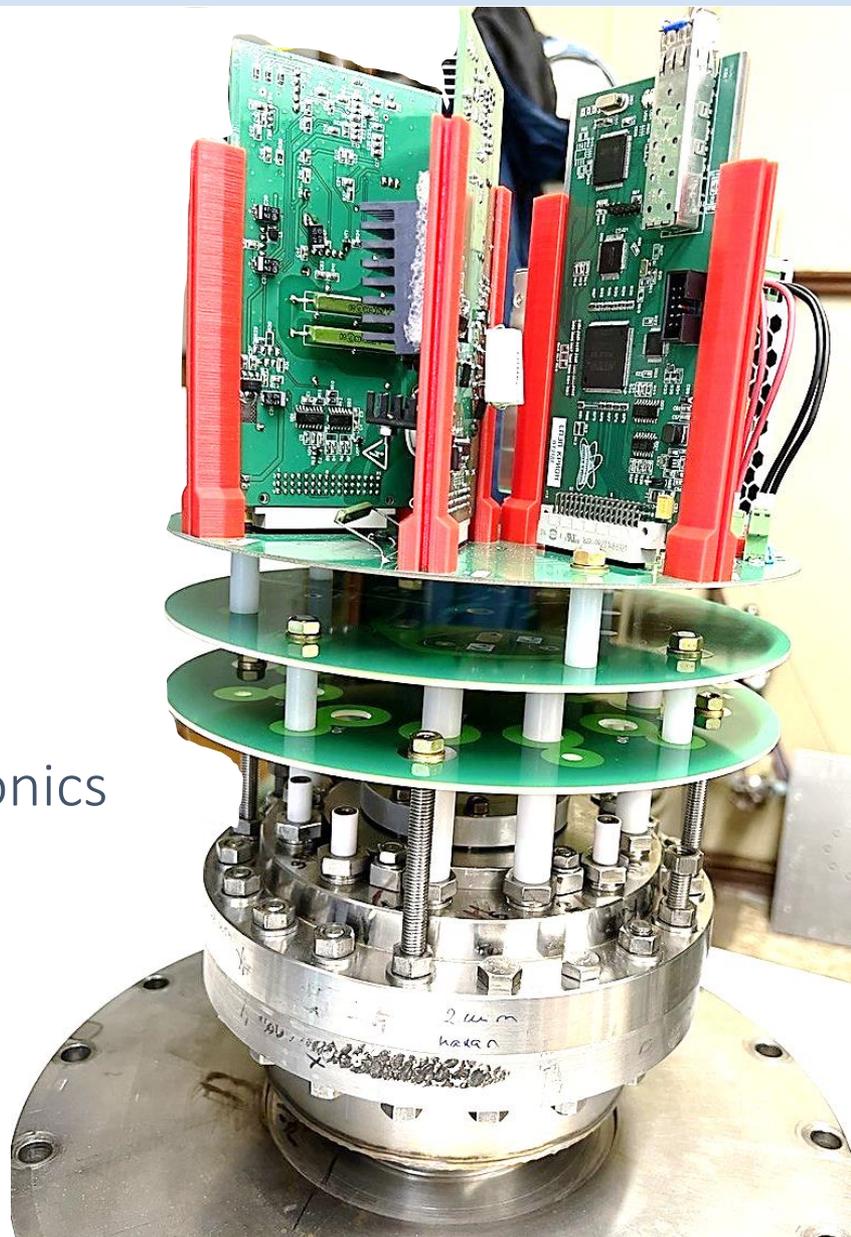
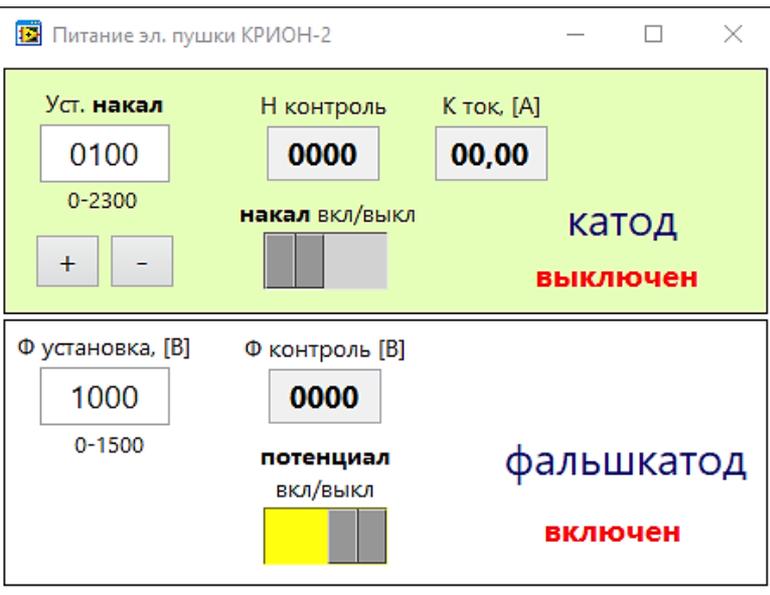
Negative -1500 V formation module

Interfaces: RS-485, programmable



Summary

KRION-6T cathode node electronics



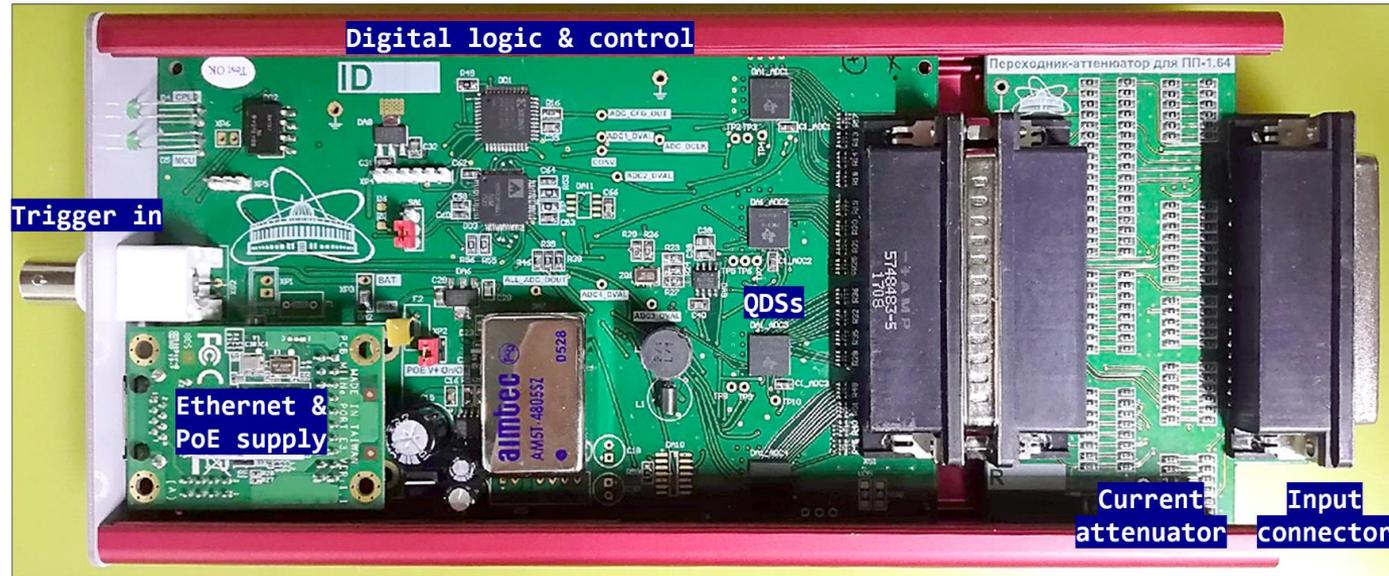
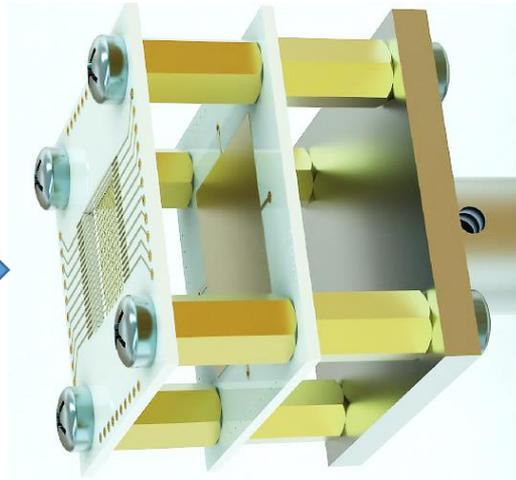
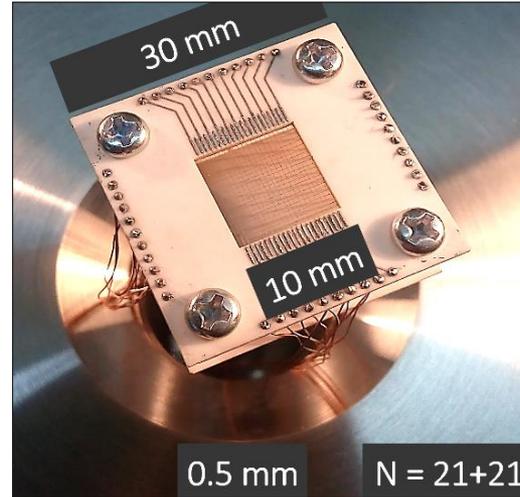
The NEW KRION-6T cathode node electronics was designed, produced and tested

At the moment is putting into operation

For technical details – please welcome!

Beam diagnostics => profile measurements

- sensitive:
down to 3 pC/channel
- PoE supply
- Modbus RTU
- modular (3U cases)
- pulsed: $t_{int} > 10 \mu s$

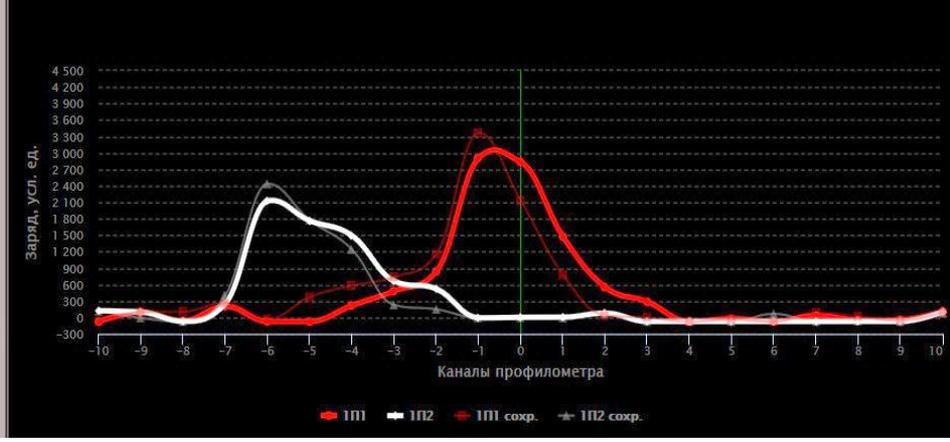
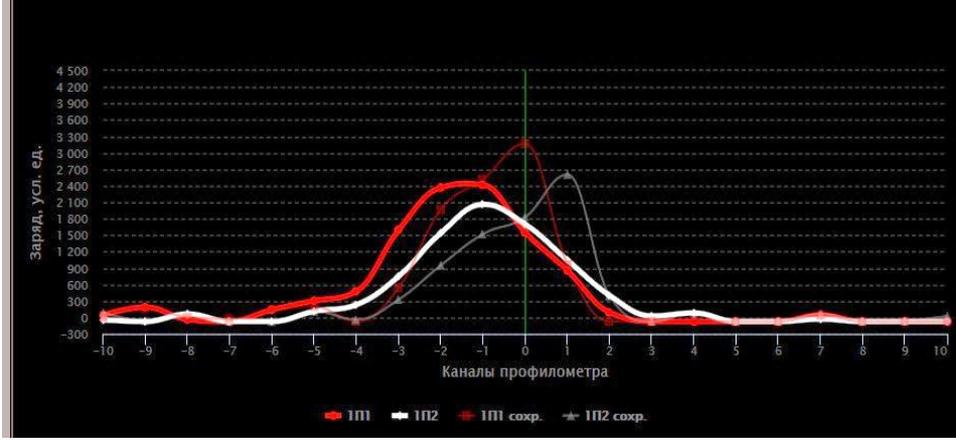
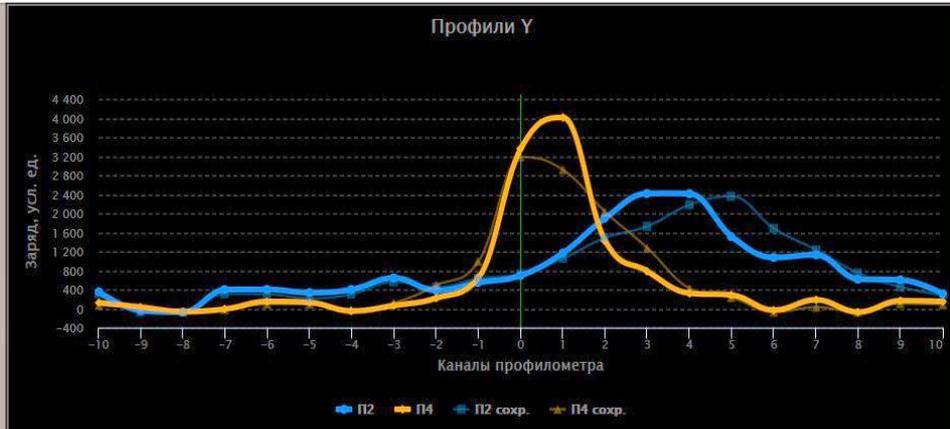
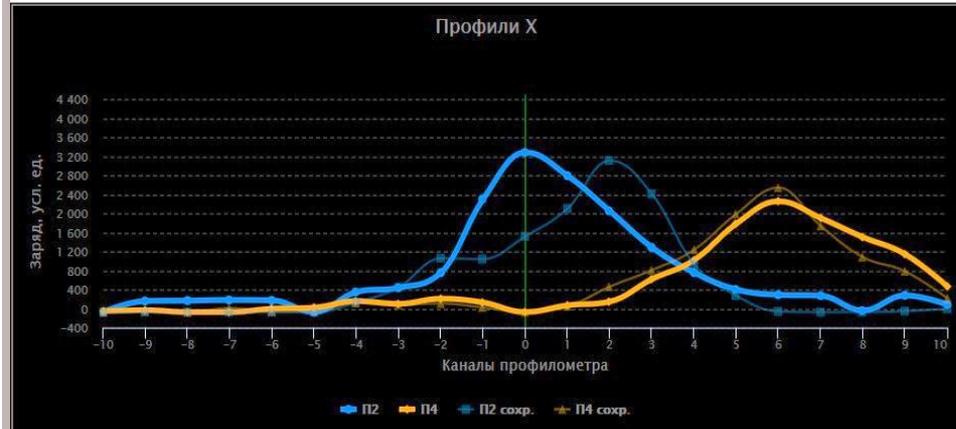


Web interface: 55 Nuclotron run

Профили инъекции × + ▾
← → ↻ 🏠 se50-223.jinr.ru/inj_prof/ ☆ ☆ ⌂ ↻

Цикл: 22:03:19 Период 12 сек Профили инъекции

Настройки профилометров Статус: чтение данных...



Ar 16+ ~500 uA

6 mm



4/4

Суровые инженеры ЛФВЭ

18+



команда разработчиков инъекционного комплекса NISA







Ускорительный комплекс NICA: проблемы и перспективы – 2023

27 марта 2023 г. to 4 апреля 2023 г.
Альплагерь «Цей»

Enter your search term















ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

МЕЖДУНАРОДНАЯ МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ



Наука сближает народы

Открытия ОИЯИ

- 1957 Идея нейтринных осцилляций
- 1957 Пострадиационная регенерация клеток
- 1959 Безрадиационные переходы в мезоатомах
- 1960 Антисигма-минус-гиперон
- 1962 Эмиссия запаздывающих протонов
- 1963 Обнаружение спонтанного деления изомеров
- 1964 Обнаружение элементов 102, 103, 104, 105 и 108
- 1965 Обнаружение резонансного деления мюонных молекул дейтерия
- 1966 Обнаружение боконепругих передач
- 1967 Обнаружение замедления медленных нейтронов
- 1968 Обнаружение запаздывающего деления ядер
- 1969 Обнаружение элементов 115, 116, 117 и 118

Периодическая система элементов Менделеева

ОИЯИ в цифрах

- 18 государств и 6 ассоциированных членов
- более 5000 штатных сотрудников
- 1200 научных сотрудников
- 1000 докторов и кандидатов наук
- 2000 инженерно-технических специалистов





Спасибо за внимание!