

Инжекционный комплекс ВЭПП-5

Работу **ИК ВЭПП-5** обеспечивают:

С. 5-12, 5-11, 5-13, Л. 5-1, Л. 6-0, 6-2, 6-2, 1-4, 11, НКО, ЭП, РМ

Работа **ИК ВЭПП-5** обеспечивает:

С. 1-31, 1-32, 1-33 (ВЭПП-4М), Л. 3-2 (КЕДР), С. 8-21 (СИ), Л. 11, 1-4 (ВЭПП-2000)

Л. 2, 3-3, С. 3-13, (КМД-3), Л. 3-1 (СНД)

Дмитрий Беркаев от имени команды ИК ВЭПП-5

01.02.2024

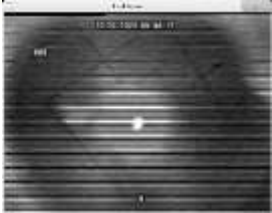
Система ускорительных Комплексов ИЯФ СО РАН ИК ВЭПП-5, ВЭПП-2000 и ВЭПП-4



Beamline to VEPP-2000



Beamline to VEPP-4M

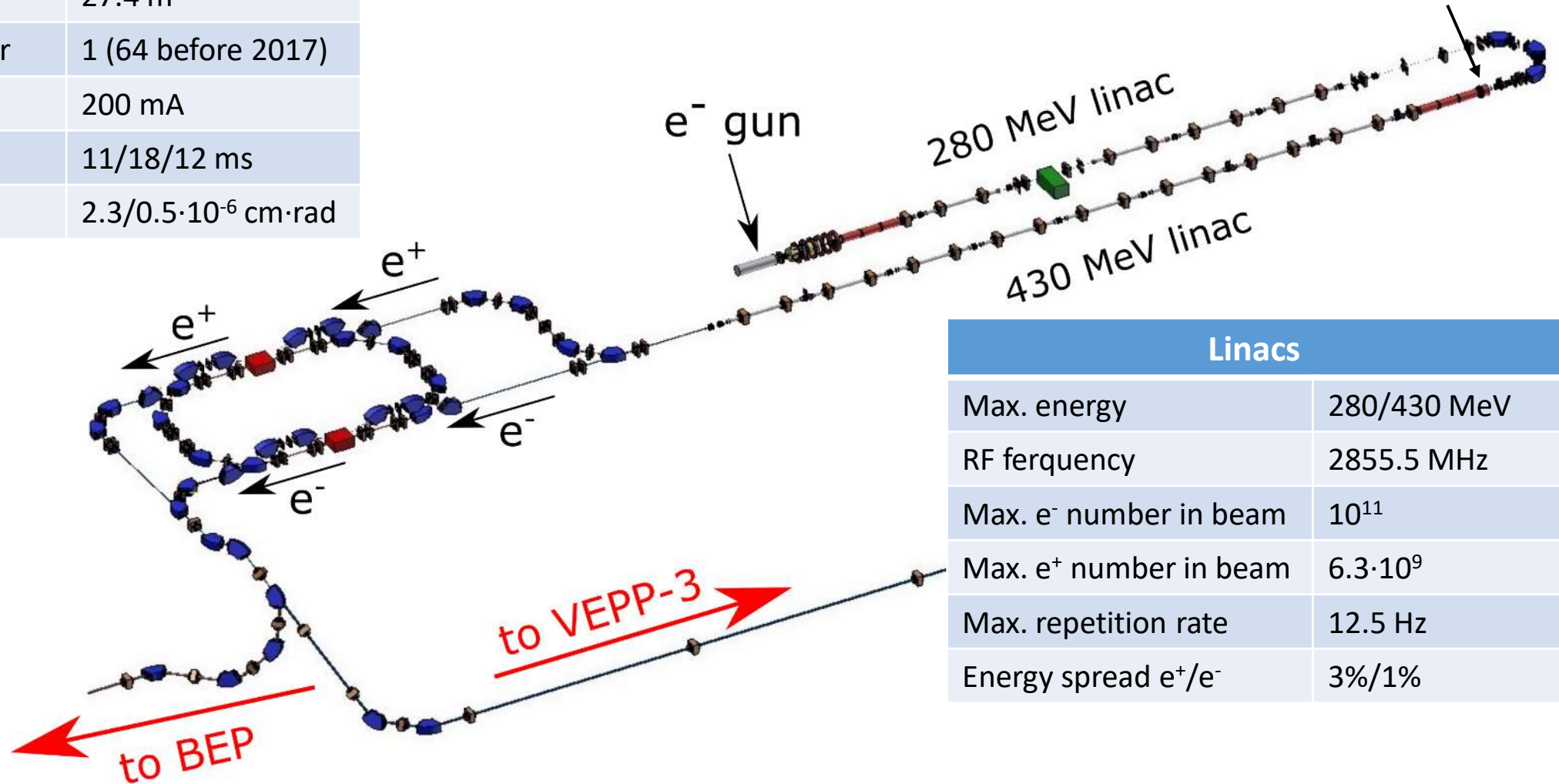


Параметры ИК ВЭПП-5

Damping Ring

Max. energy	510 MeV
Circumference	27.4 m
RF harmonic Number	1 (64 before 2017)
Beam current	200 mA
Damping times	11/18/12 ms
Hor./Vert emittance	$2.3/0.5 \cdot 10^{-6}$ cm·rad

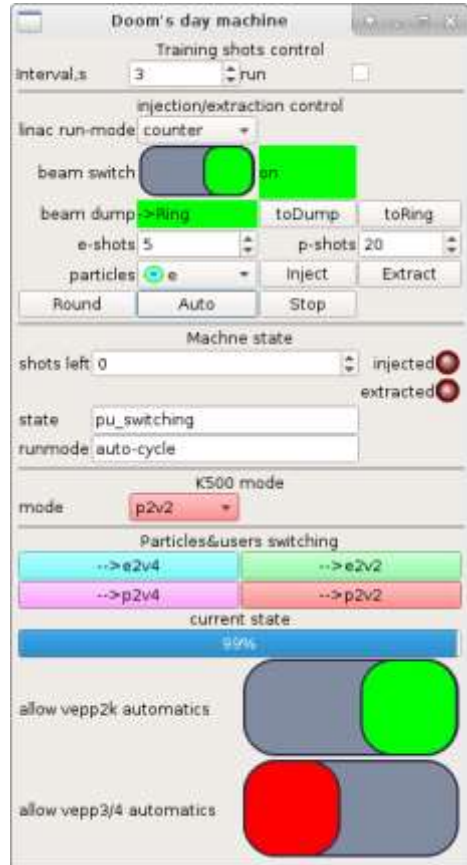
Conversion System



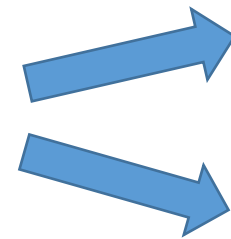
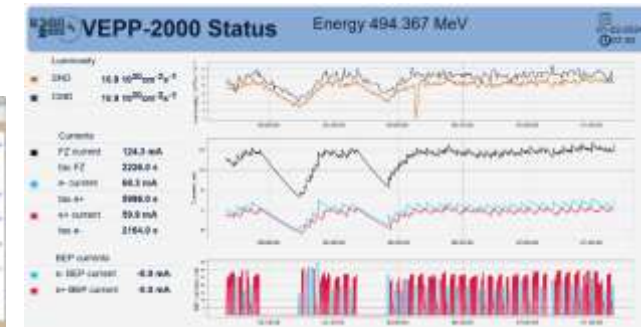
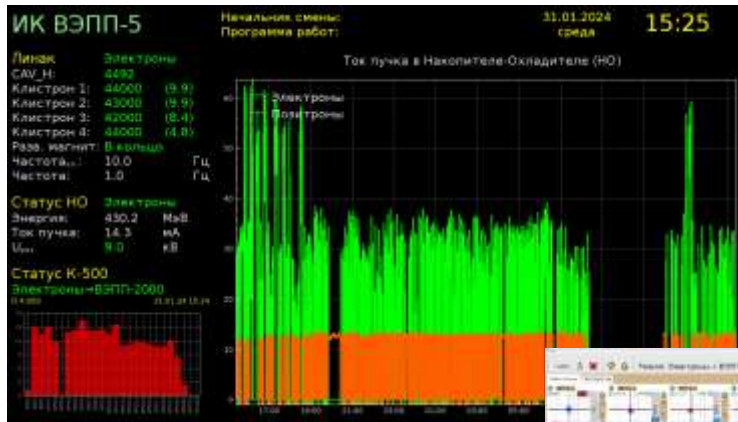
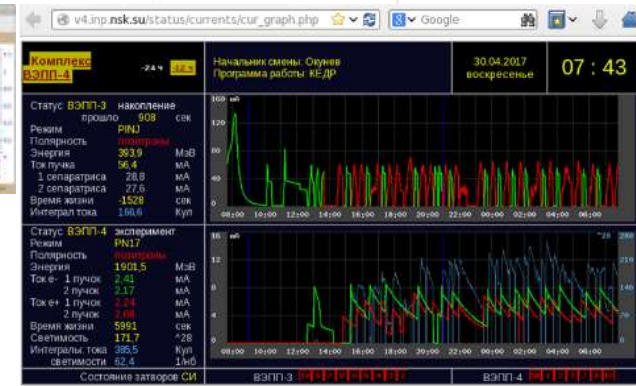
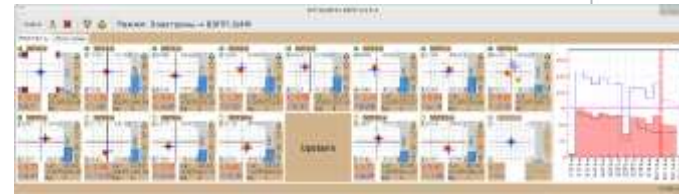
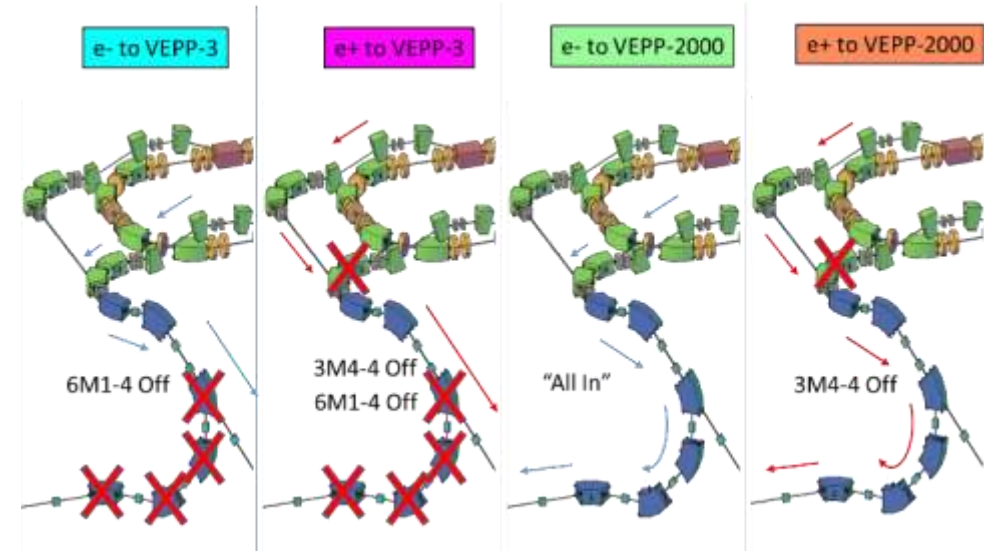
Linacs

Max. energy	280/430 MeV
RF frequency	2855.5 MHz
Max. e^- number in beam	10^{11}
Max. e^+ number in beam	$6.3 \cdot 10^9$
Max. repetition rate	12.5 Hz
Energy spread e^+/e^-	3%/1%

Работа с двумя коллайдерами



- 4 режима
- 12 переходов
- Циклы инжекции-выпуска
- Синхронизация с ВЭПП-2000 и ВЭПП-4М
- Автоматическая работа с ВЭПП-2000
- Работа с ВЭПП3/4М по запросу



Обновленная «Автоматика»

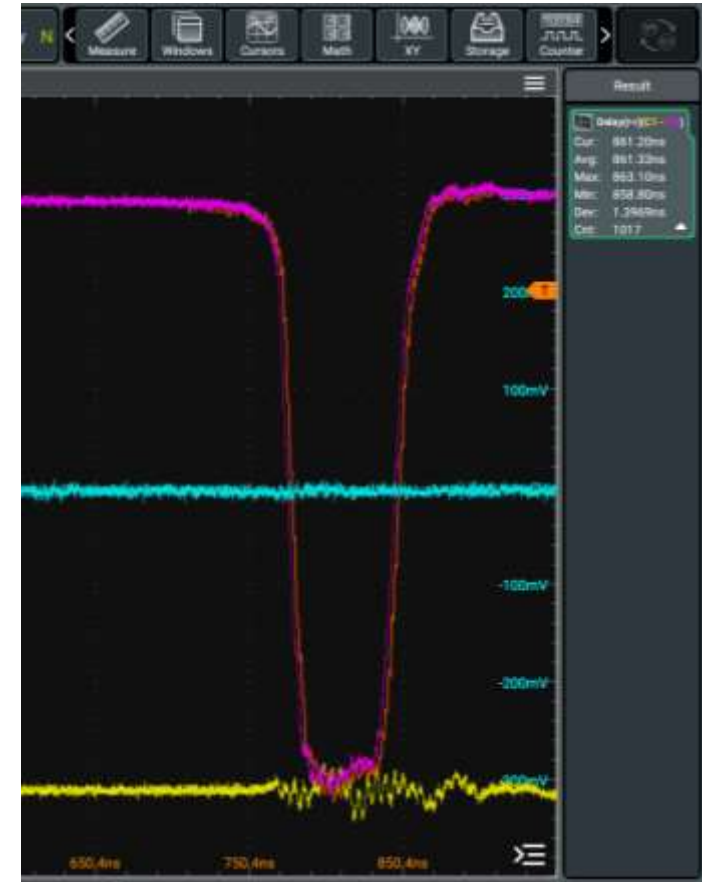
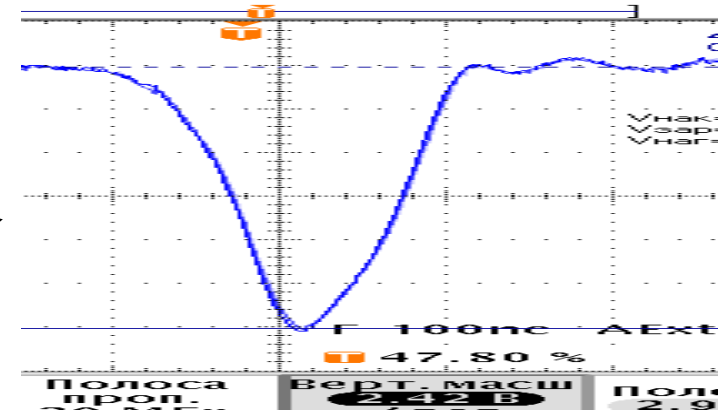
Новые генераторы инфлекторов НО (2023)

Генератор производства компании «ФИД-Техника», г. Санкт-Петербург.

Получено 10 генераторов (из них 2 запасных)

Электронные

Позитронные



Параметр	Значение
Длительность (по основанию)	100 нс
Длительность (полка)	70 нс
Напряжение	20-50 кВ
Однородность (на полке)	1-2 %

Позитронный соленоид

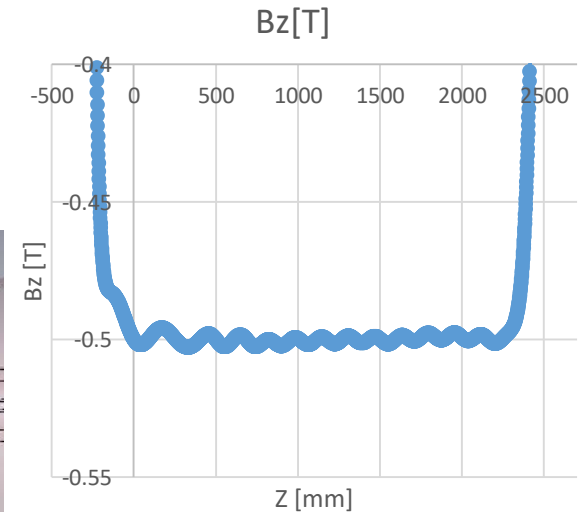
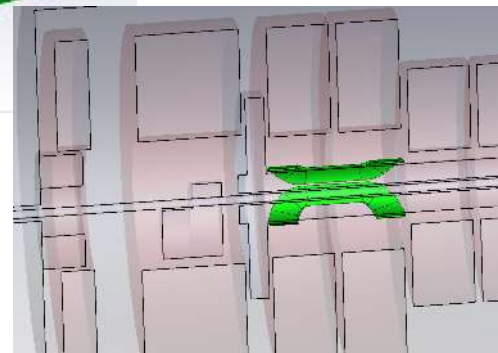
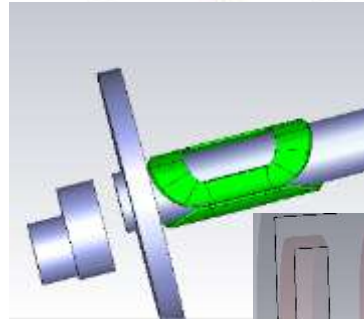
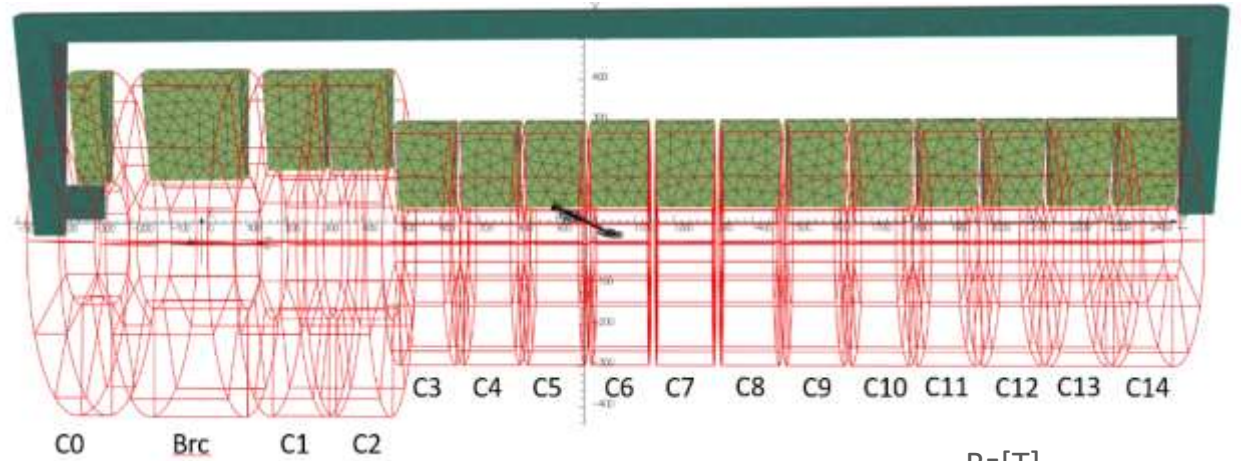
12.10.2019 (суббота) – просадка электроэнергии с отключением дистиллята (возможно с бросками давления) Закорочена 3-я внешняя секция позитронного соленоида...



«Временное» решение: исключение всех трех внешних секций соленоида «из обращения» для получения меньшего, но все-таки «достаточно однородного» поля

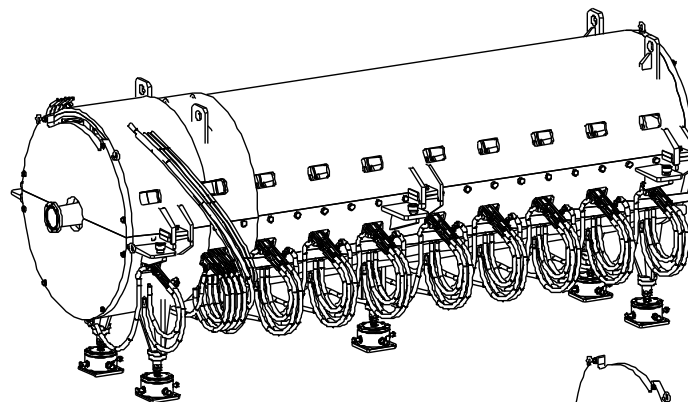
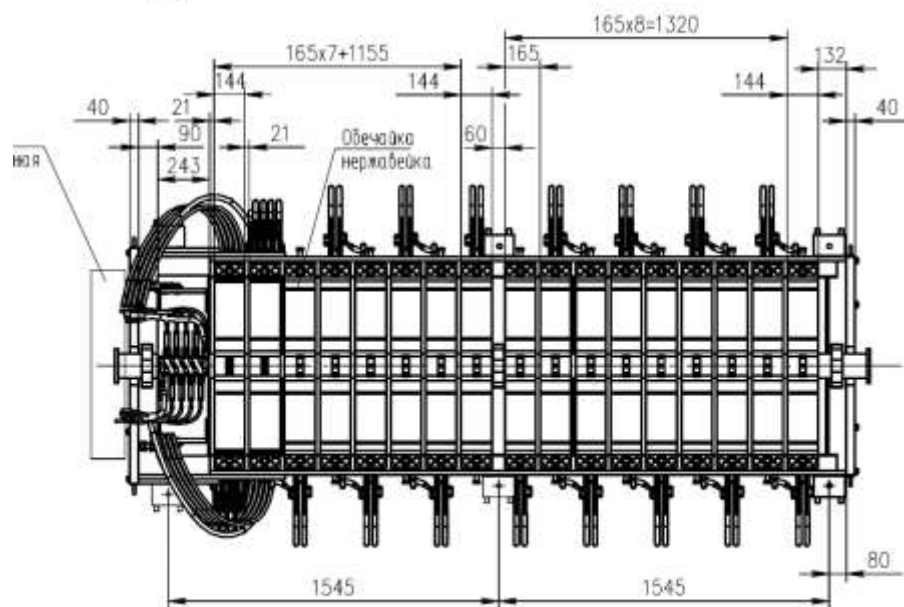
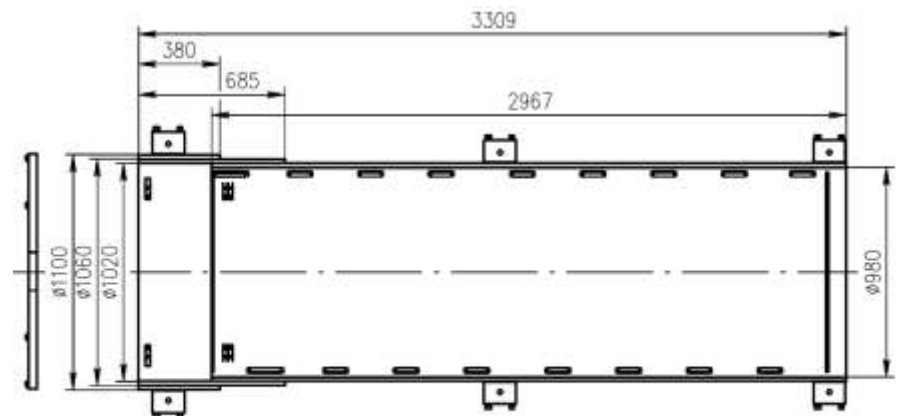
Замена соленоида возможна только с разбором всей конверсионной системы и первой ускоряющей секции.

Новый проект соленоида

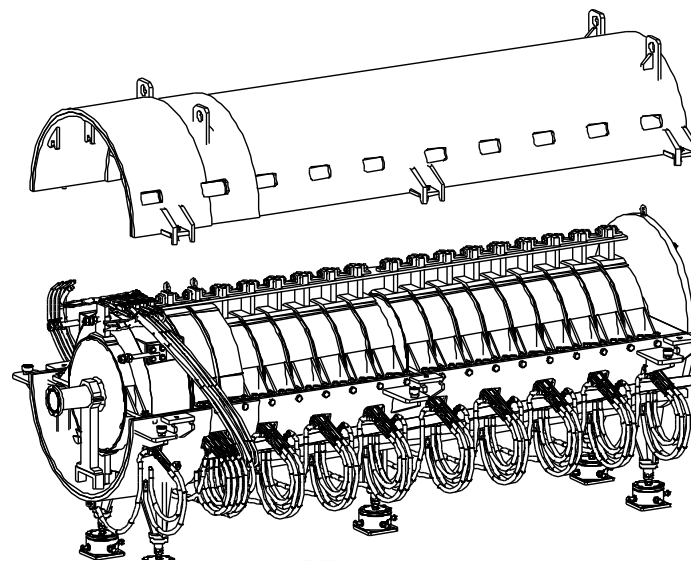


Позитронный соленоид

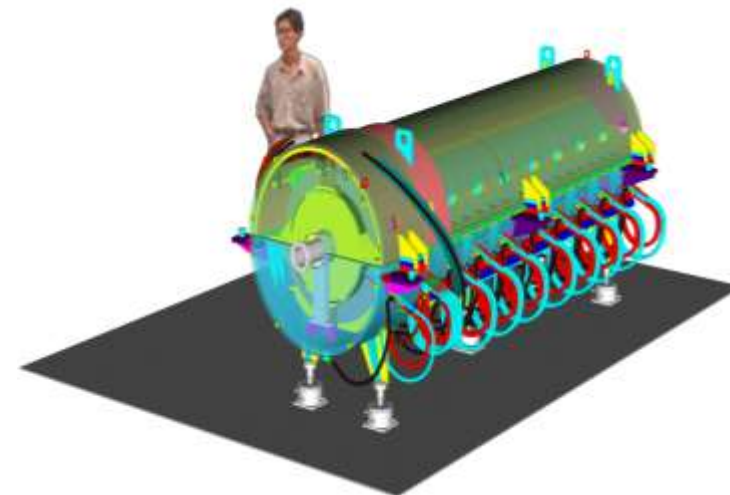
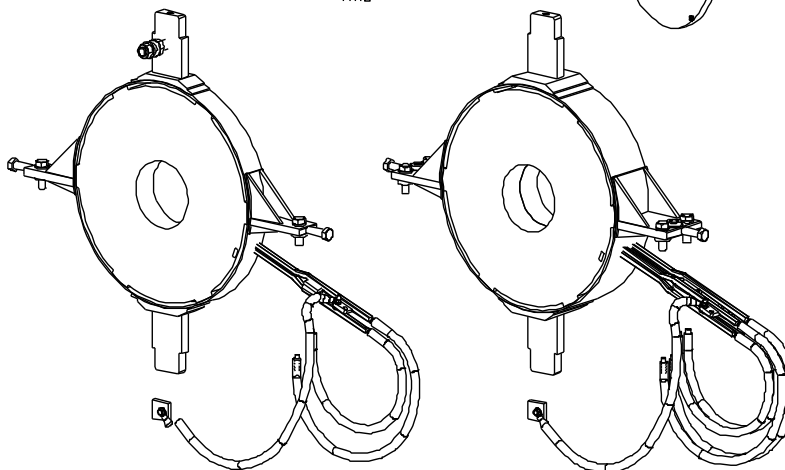
Замена соленоида возможна только с разбором всей конверсионной системы и первой ускоряющей секции.



M1:10

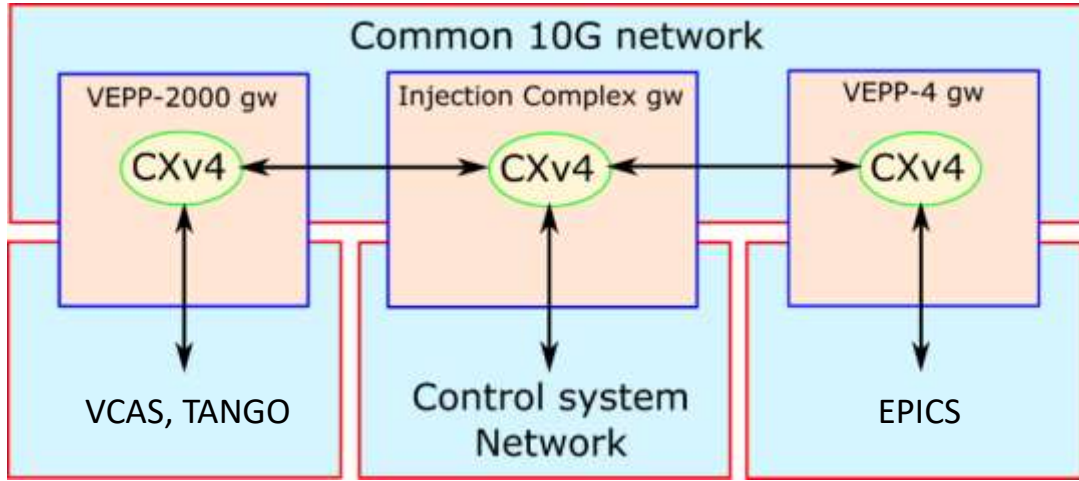


M1:5

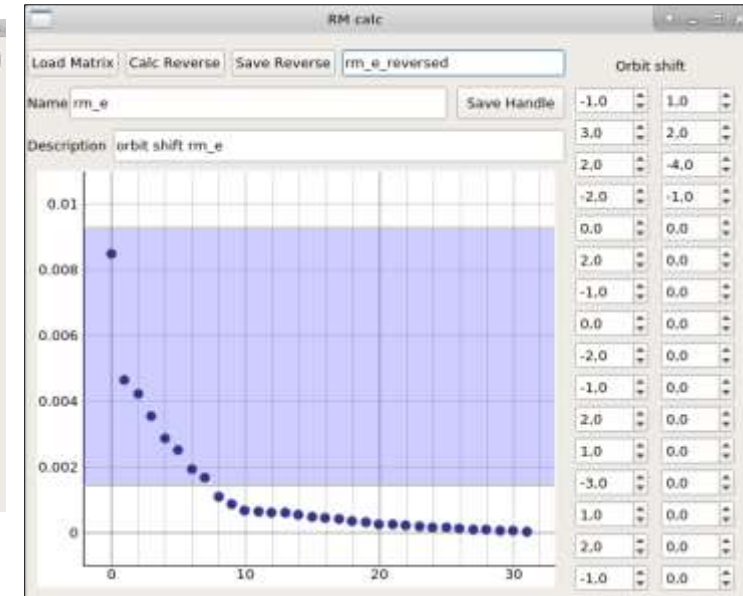
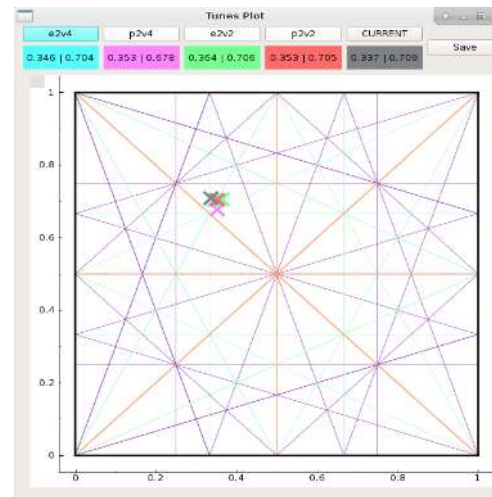


Автоматизация

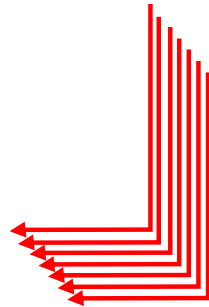
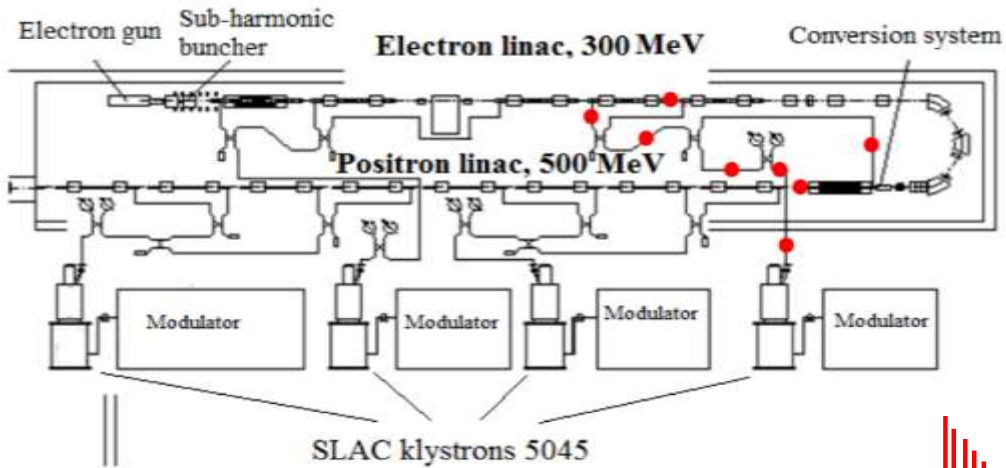
CXv4 – распределенная программная шина для программного и аппаратного обеспечения



- VCAS, TANGO модули (клиенты) – для взаимодействия с ВЭПП-2000
- EPICS модуль (клиент) – для взаимодействия с ВЭПП-3/4М
- EPICS модуль (сервер) – для использования в ПО для Android



Измерение параметров системы СВЧ

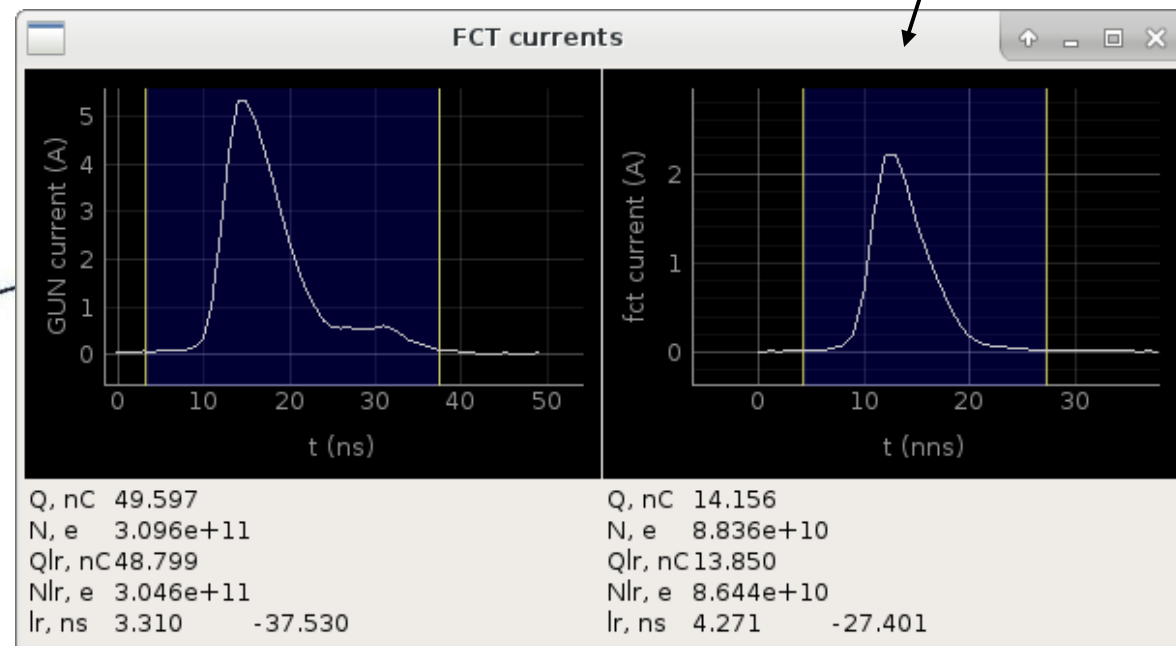
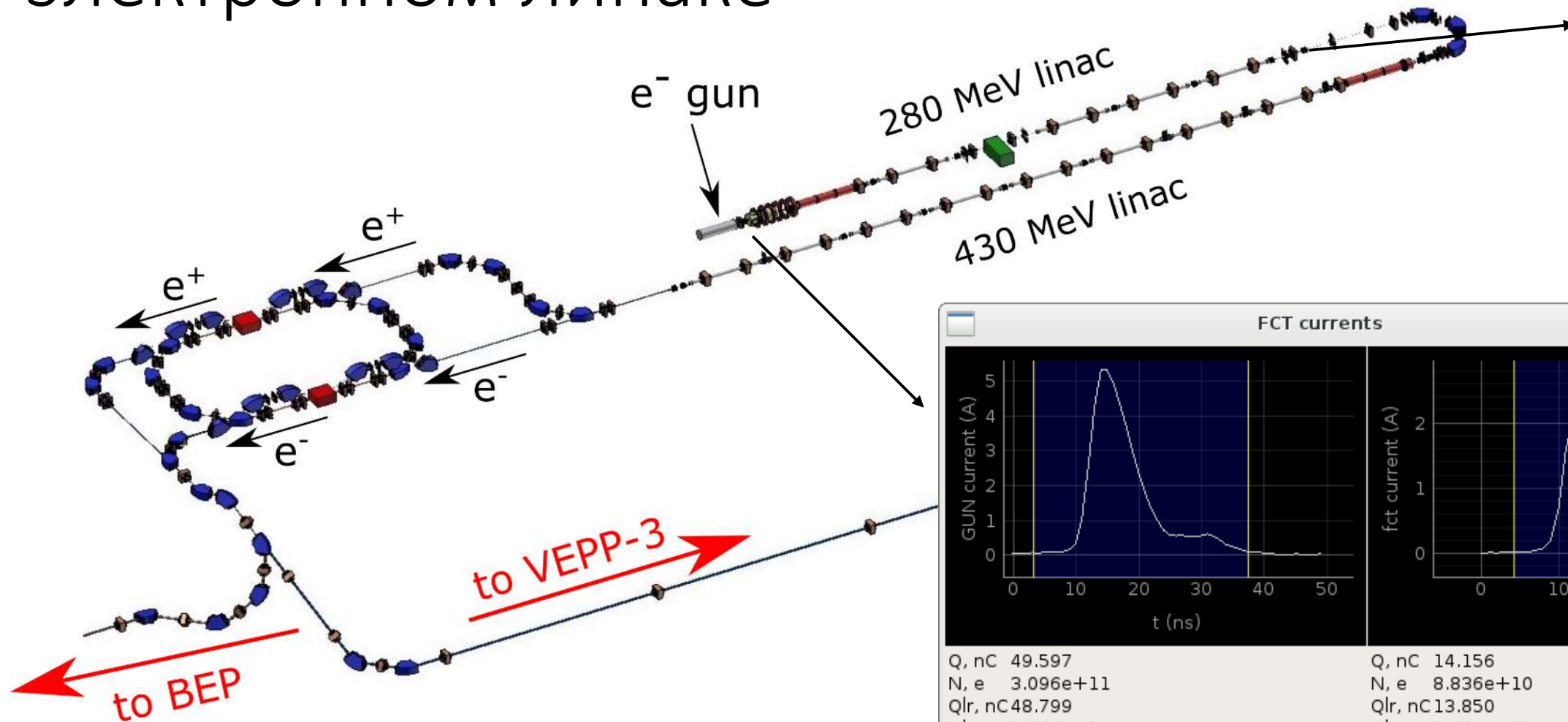


В разработке: автоматическое определение отклонения сигналов от заданных

10*4 каналов АЦП 250 МГц + 2 канала АЦП 1 ГГц (датчик потерь)

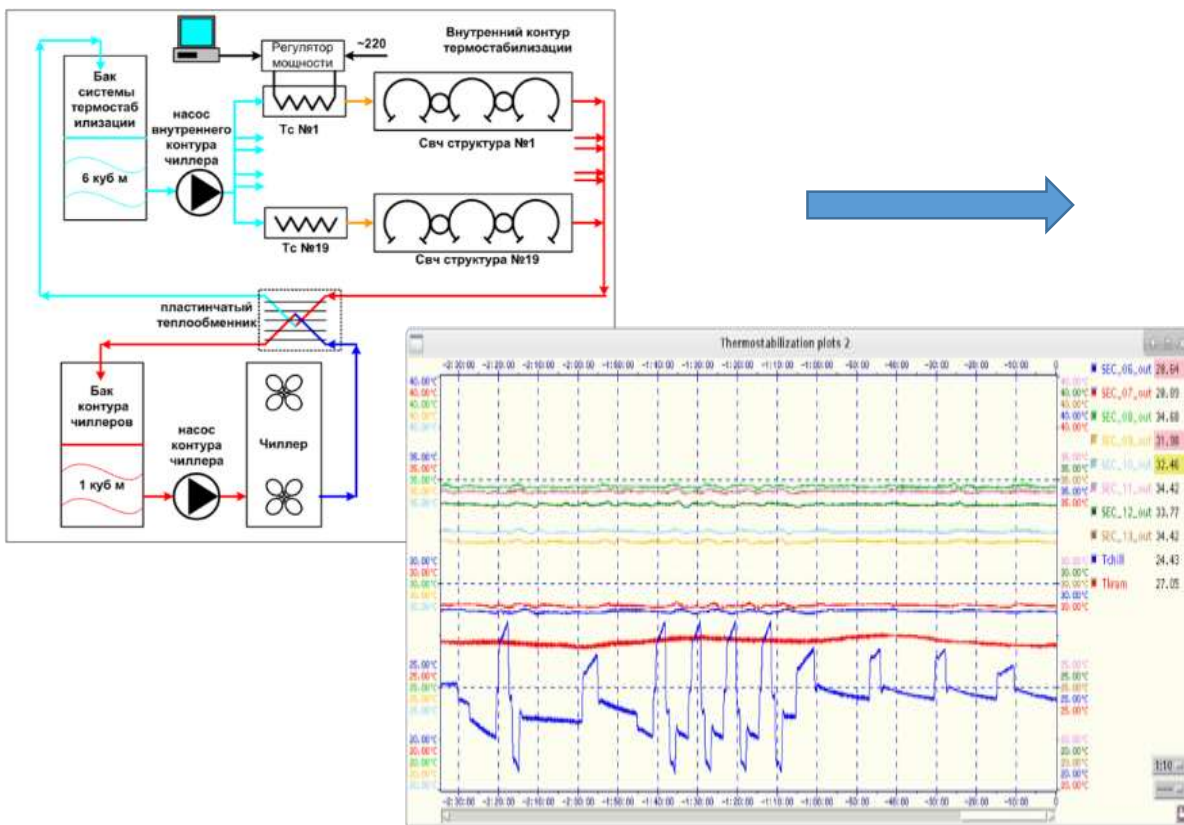
Дополнительная диагностика в электронном линаке

FCT Bergoz

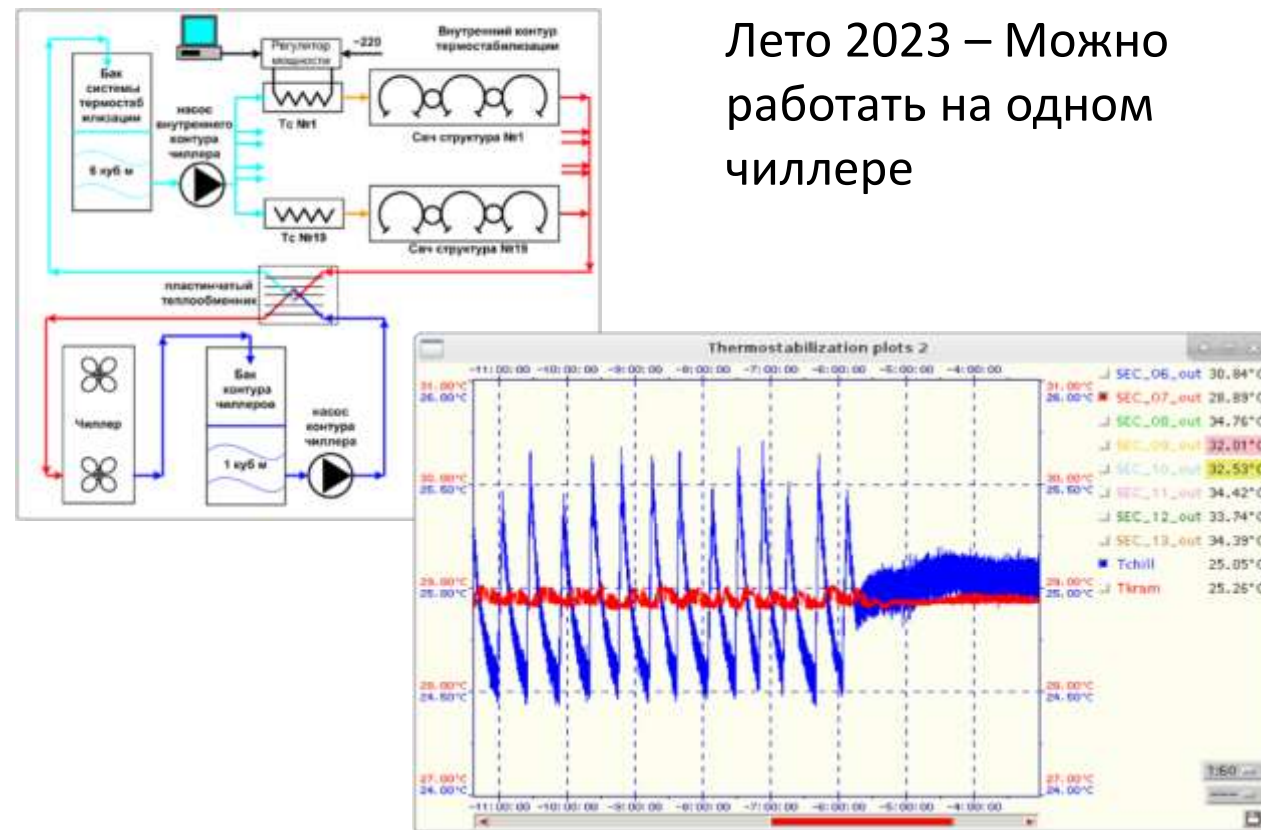


Модернизация системы термостабилизации (2022г.)

- Собственный контур дистиллята
- Охлаждение «внешним» дистиллятом или чиллерами (летний период)
- 19 станций, рабочие температуры: от 28 до 34 °С, требуемая стабильность – 0.2 °С
- Температура «внешнего» дистиллята: от 24 до 27 °С, требуемая стабильность – 1-2 °С



Амплитуда колебаний «входного» дистиллята – 6 °С, «структур» – 0.5 °С



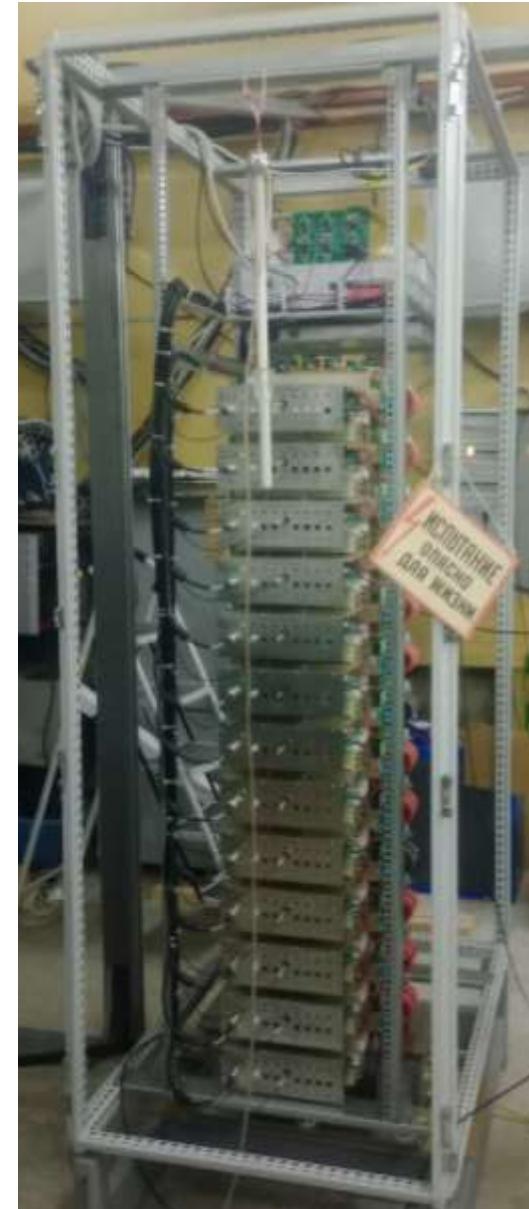
Лето 2023 – Можно работать на одном чиллере

Амплитуда колебаний «входного» дистиллята – 1.2 °С, «структур» – 0.2 °С

ИК ВЭПП-5: планы в 2024-2025

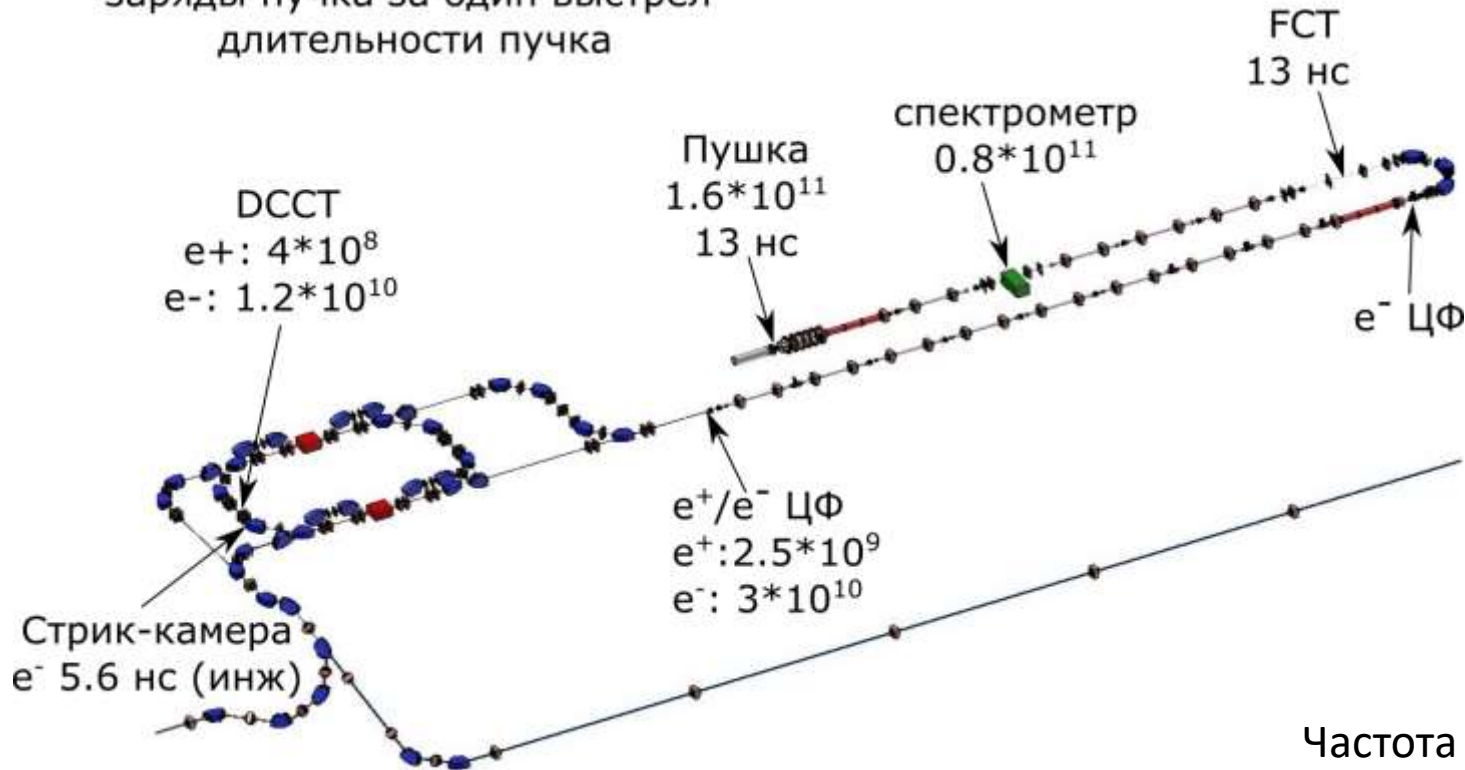
2023 Повышение надежности, стабильности и эффективности (эффект от реализации)

- **Новый соленоид позитронной системы с корректорами (* 3.6)**
- Новая электроника управления пушкой (+ 70-90 %) – рад. защита
- Настройка и согласование каналов К-500 (+ 30-100 %) – **непрерывный процесс**
- Совершенствование системы управления (+10-30%)
- Новые генераторы кикеров (ФИД-техника) - все 8 шт.
- Замена устаревших ВЧ-300
- Новые модуляторы (проект «СКИФ»)



Инжекционный комплекс ВЭПП-5 сегодня

заряды пучка за один выстрел
длительности пучка

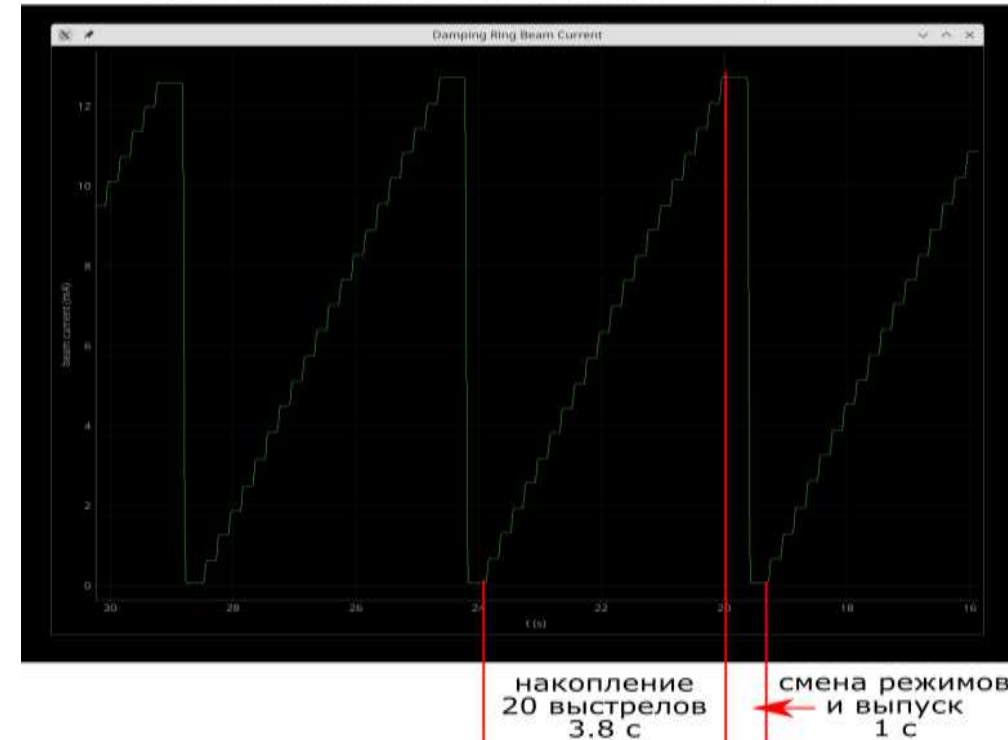


Эффективность перепуска в К-500:

e^+ в БЭП – до 90% (типично – 50%)

e^+ в ВЭПП-3 – до 50% (типично 30%)

Цикл накопления-выпуска ИК для позитронов



Частота Клистронов – 10 Гц

Частота позитронов – 5 Гц

Перестройка впуск/выпуск – 1 сек.

Эффективность цикла – 79%

Переключение типа частиц – 6 сек.

Переключение канала К-500 – 26 сек (18 сек).

Варианты модернизации ИК ВЭПП-5

1. Новый позитронный соленоид – $k = 3.0$
2. Дебанчер-монохроматор – $k = 1.4$ (до 1.4)
3. Новый группирователь-предускоритель – $k = 1.88$ (с учетом увеличения энергии e^- на 15 МэВ)
4. Увеличение энергии электронного линака (+ 2 структуры) – $k = 1.3$
5. Оптика позитронного линака – $k = 1.6$

Итого: $3 \times 1.4 \times 1.88 \times 1.3 \times 1.6 \approx 16.6$, или $4.8 \cdot 10^8 \times 16.6 = 0.8 \cdot 10^{10}$ позитронов в НО/выстрел

Что необходимо (кроме пп. 1-5 и сопутствующих им систем):

1. Пять новых модуляторов
2. 5-й Клистрон (+ сопутствующие системы: SLED, волноводы, наргузки)

	Current, mA				
	VEPP-5 DR	БЕР	VEPP-2000	VEPP-3	VEPP-4
N \ П,м	27,40	22,35	24,18	74,39	366,1
$1 \cdot 10^9$	1,75	2,15	1,99	0,65	0,13
$5 \cdot 10^9$	8,76	10,74	9,93	3,23	0,66
$1 \cdot 10^{10}$	17,52	21,48	19,85	6,45	1,31
$5 \cdot 10^{10}$	87,59	107,38	99,26	32,26	6,56
$1 \cdot 10^{11}$	175,18	214,77	198,51	64,52	13,11

Спасибо!

Этапы пути



Н.С. Диканский представляет проект нового инжекционного комплекса ВЭПП-5. Конференц-зал ИЯФ СО АН СССР. Ноябрь 1989 г. (Фото В. Петрова)

1990г – начало строительства

1996г – ускорены первые электроны на установке «Стенд»

2002г – запущен линейный ускоритель электронов (270МэВ) и конверсионная система

2007г – захват и накопление электронов в накопителе-охладителе

2013г – захват и накопление позитронов в накопителе-охладителе

27.01.2016 – пучок электронов в БЭП

23.06.2016 – пучок позитронов в БЭП

19.10.2016 – пучок электронов в ВЭПП-3

28.12.2016 – пучок позитронов в ВЭПП-3

2017 – Резонатор 1-й гармоники Накопителя-охладила, регулярная работа на оба коллайдера

2018 – Автоматический режим для ВЭПП-2000

2019 – Новый катодный узел «10А»

2020 – Энергия 430 МэВ