

Научная сессия ИЯФ СО РАН

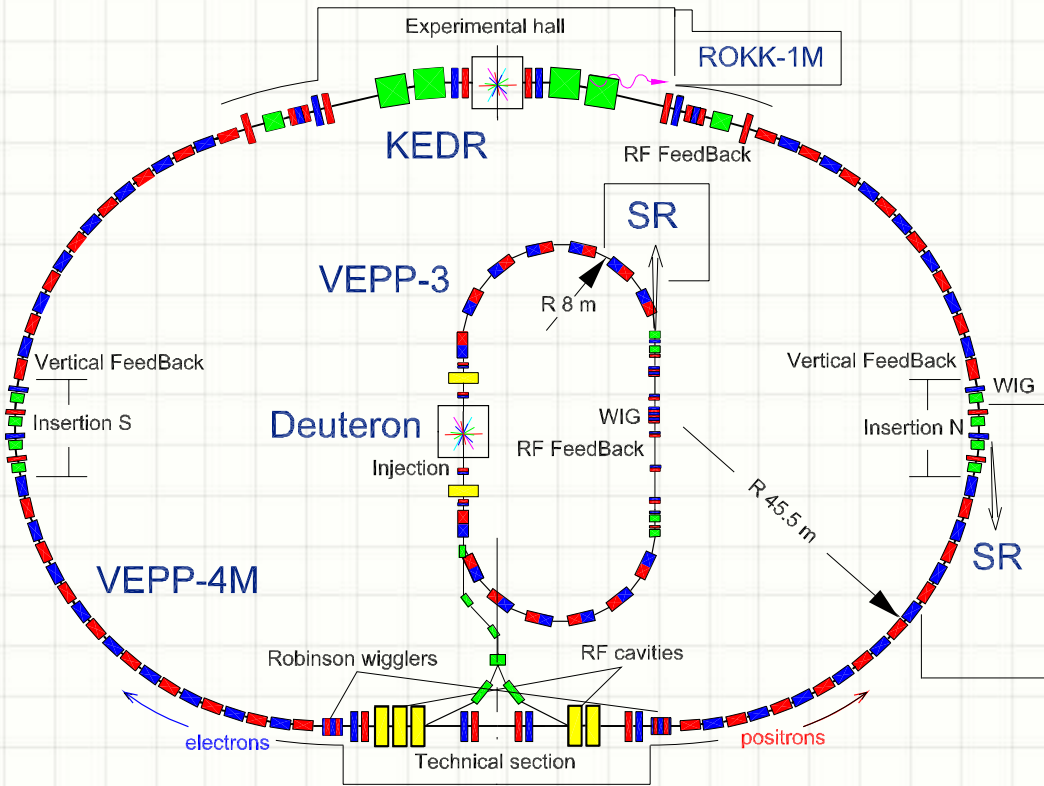
31 января 2020

СТАТУС КОМПЛЕКСА ВЭПП-4

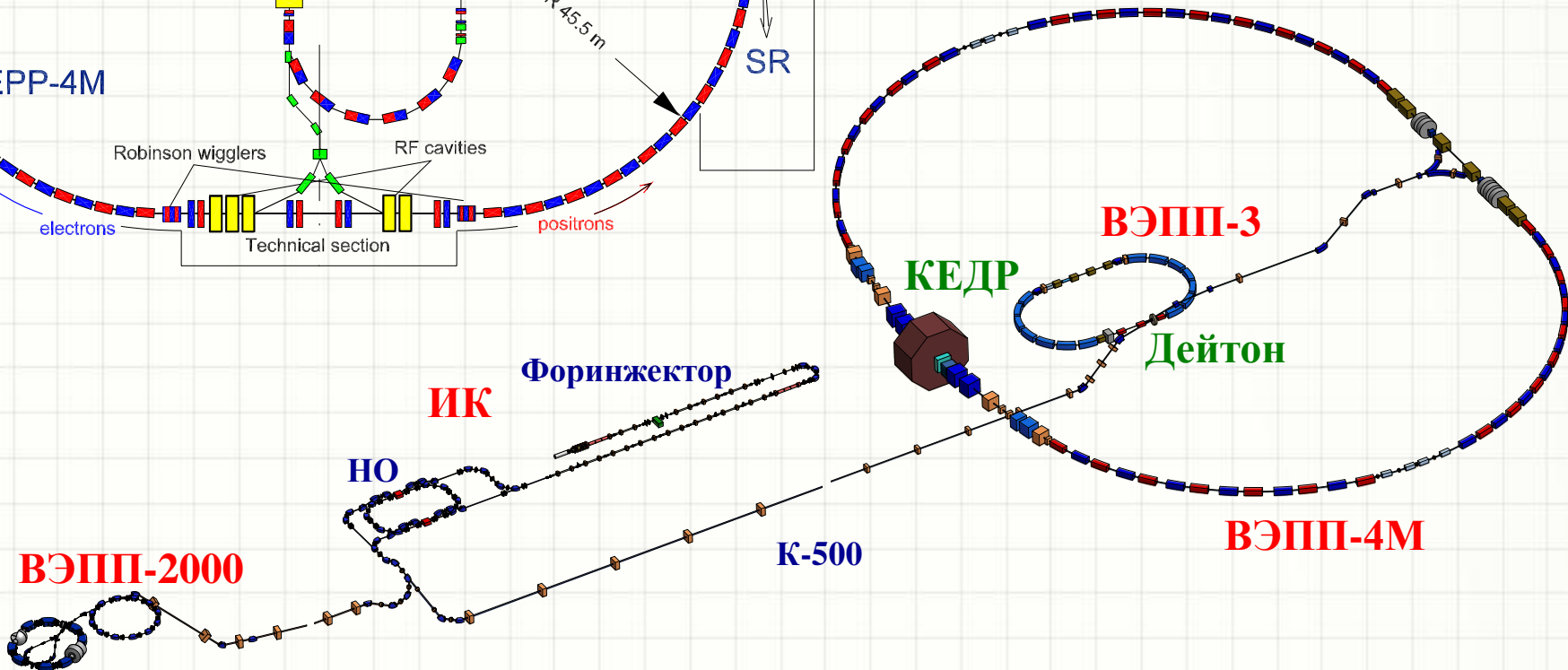
П.Пиминов и команда ВЭПП-4



УНУ ВЭПП-3/ВЭПП-4М + ВЭПП-2000



- ✓ КЕДР $e_{\pm} 1 \div 4.75$ (5.2) ГэВ
- ✓ СИ ВЭПП-3 $e^- 1.2$ ГэВ 1.2 Т
- ✓ СИ ВЭПП-3 $e^- 2.0$ ГэВ 2.0 Т
- ✓ СИ ВЭПП-4М $e^- 1.9$ ГэВ
- ✓ СИ ВЭПП-4М $e^- 4.5$ ГэВ 2.0 Т
- ✓ Дейтон e_{\pm}
- ✓ Выведенный пучок
- ✓ Ускорительная активность



- 20 сентября 2018 - Авария на ИК. Переход на новый ИТ ВЭТПП-3
- 9 октября 2018 - Вакуумная авария на ВЭТПП-4М (атмосфера во всей камере)
- 21 декабря 2018 - Вакуумная авария на ВЭТПП-3 (микротечь)
- 11 января 2019 - Пучок на ВЭТПП-3. Обезгаживание
- 17 января 2019 - Пучок на входе в ВЭТПП-4М. Нет захвата из-за нестабильной работы системы управления (САМАС, ЛИПА & ЦАПИ)
- 1 февраля 2019 - Пучок в ВЭТПП-4М. Обезгаживание
- 3 февраля 2019 - Пробой первичной 10 кВ обмотки 1го трансформатора ИТ ВЭТПП-3
- 6 марта 2019 - Первое включение ИТ ВЭТПП-3 после аварии
- 11 марта 2019 - Начата работа после остановки из-за аварии на ИТ ВЭТПП-3
- 28 марта 2019 - Заход СИ на ВЭТПП-3 и ВЭТПП-4
- 1 апреля 2019 - В ИТ F7 (В-300) вышел из строя трансформатор. Перешли на ВЧ-500
- 5 апреля 2019 - Начало работы на светимость без поля КЕДРа
- 17 апреля 2019 - Поле КЕДРа введено. Начало 2го сканирования R-скан 2.3÷3.5 ГэВ
- 6 мая 2019 - Улучшение охлаждения на трансформаторах ИТ ВЭТПП-3
- 13-19 мая 2019 - Недельный заход на СИ
- 11 июня 2019 - Пробой первичной 10 кВ обмотки 1го трансформатора ИТ ВЭТПП-3
- 21 июня 2019 - Питание основной структуры ВЭТПП-3 переведено на ГТН-1

- 23-31 июня 2019 - Недельный заход на СИ + Выведенный пучок
- 3 июля 2019 - Комплекс остановлен на летнюю остановку

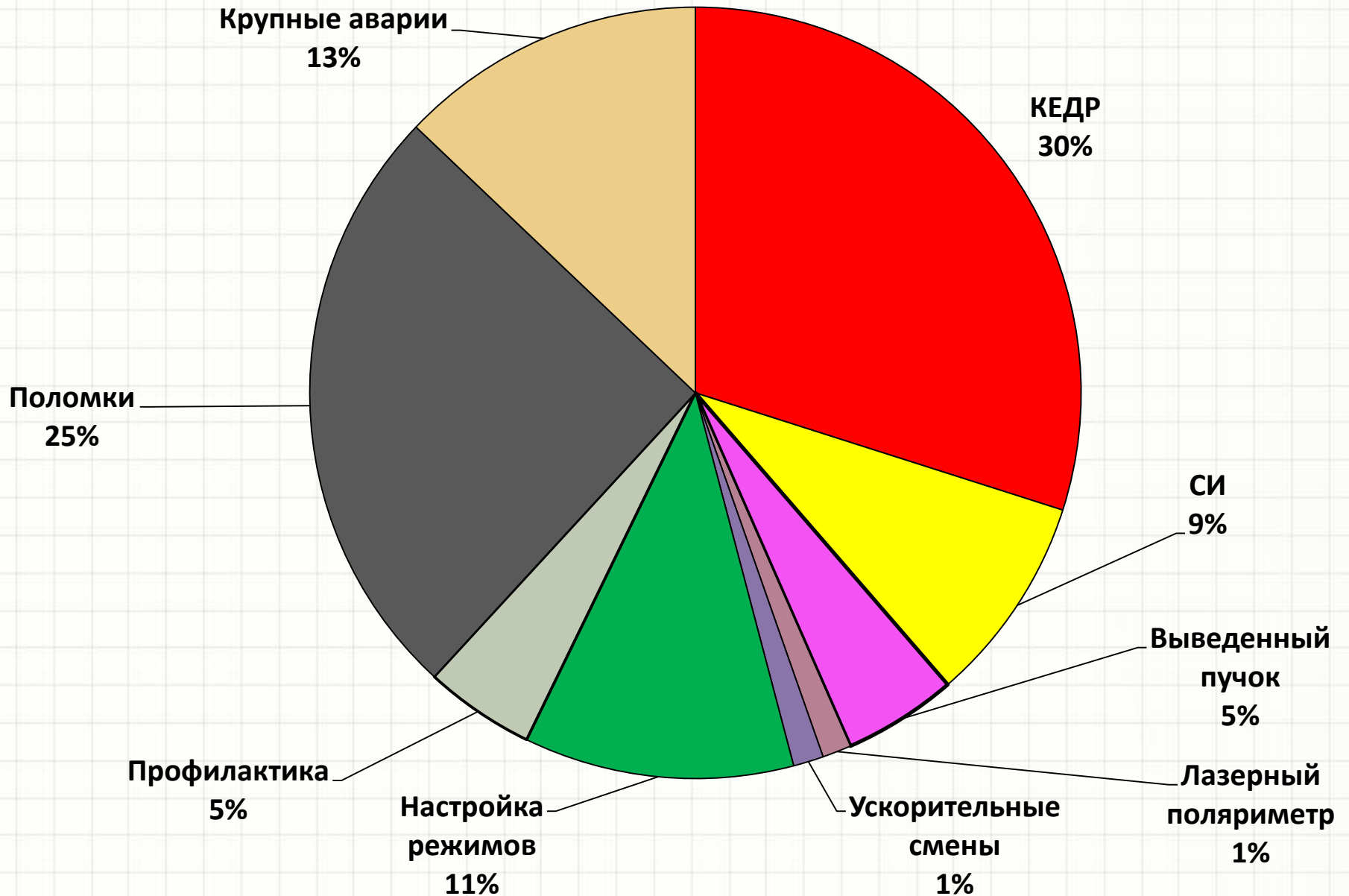
Летняя остановка

- 11 сентября 2019 - Начало сезона 2019/2020. Пучок в ВЭПП-3 & ВЭПП-4М
- 16 сентября 2019 - Заход СИ
- 31 сентября 2019 - Поле в КЕДРе 6 кГс
- 3 октября 2019 - Продолжен набор светимости 2го R-скан 2.3÷3.5 ГэВ в RS05
- 28 ноября 2019 - Светимость на Y(1S) 4.75 ГэВ с КЕДРом
- 29 ноября 2019 - Плохой вакуум ВЭПП-4М вблизи КЕДРа. Причина не найдена
- 5 декабря 2019 - Закончили набор светимости в RS13 из-за Новогодней остановки
- 6 декабря 2019 - СИ, Выведенный пучок и Лазерный поляриметр
- 11 декабря 2019 - На ВЭПП-4М получен 22-сгустковый режим (через 50 нс) на 4.5 ГэВ
- 16 декабря 2019 - Остановка

Зимняя (новогодняя) остановка

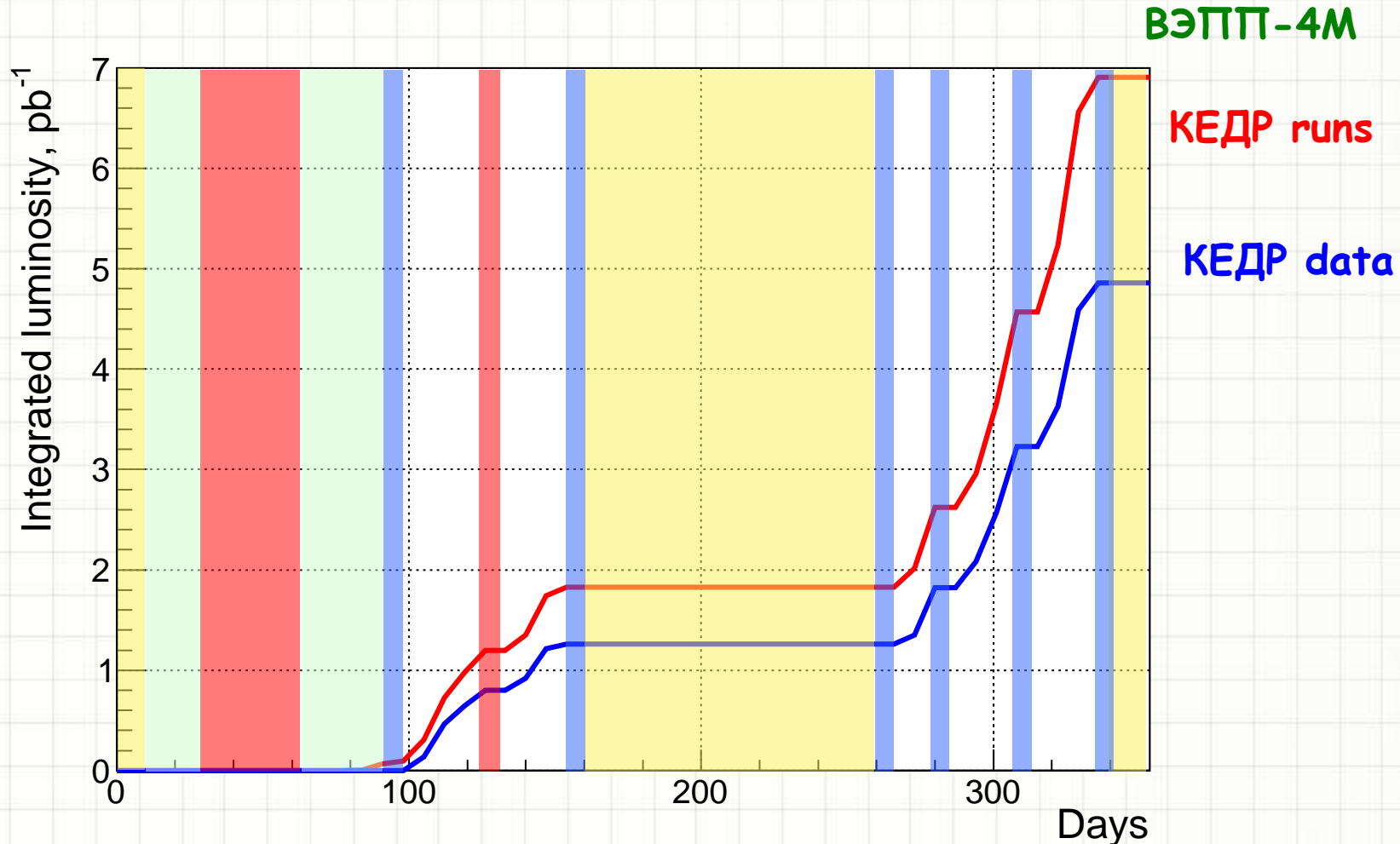
- 28 января 2020 - Вакуумная авария на ВЭПП-4М. Течь на вводе электростатике

Статистика 2019



R-scan 2x(2.3÷3.5) GeV

В декабре 2017 начат эксперимент по измерению сечения рождения адронов в диапазоне энергии пучка от 2.3 до 3.5 ГэВ в 17 точках в двух заходах

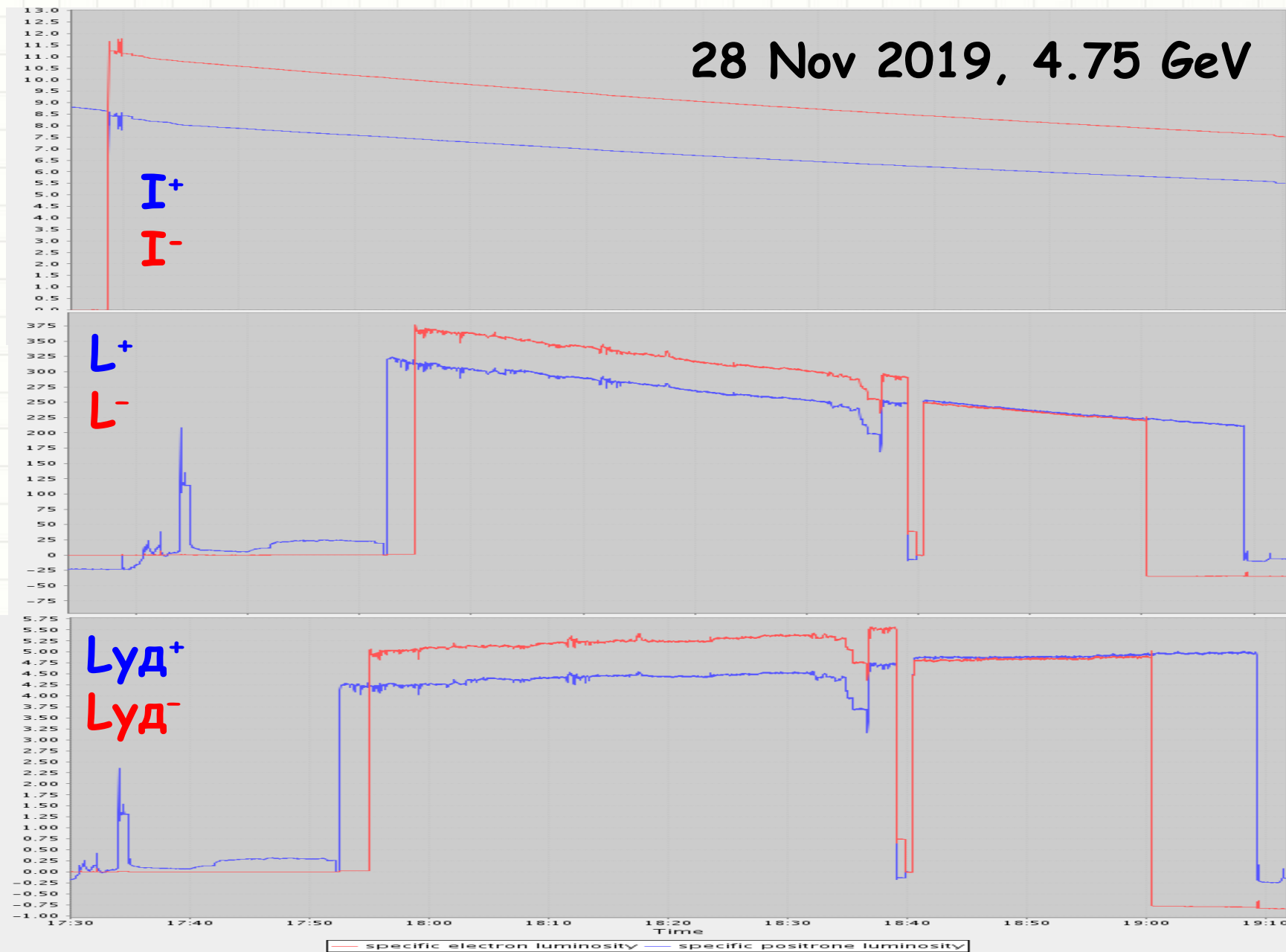


Закончено 15 из 17 точек $\sim 7 + 5 = 12 \text{ пб}^{-1}$ Для гамма-гамма требуется 200 пб^{-1}

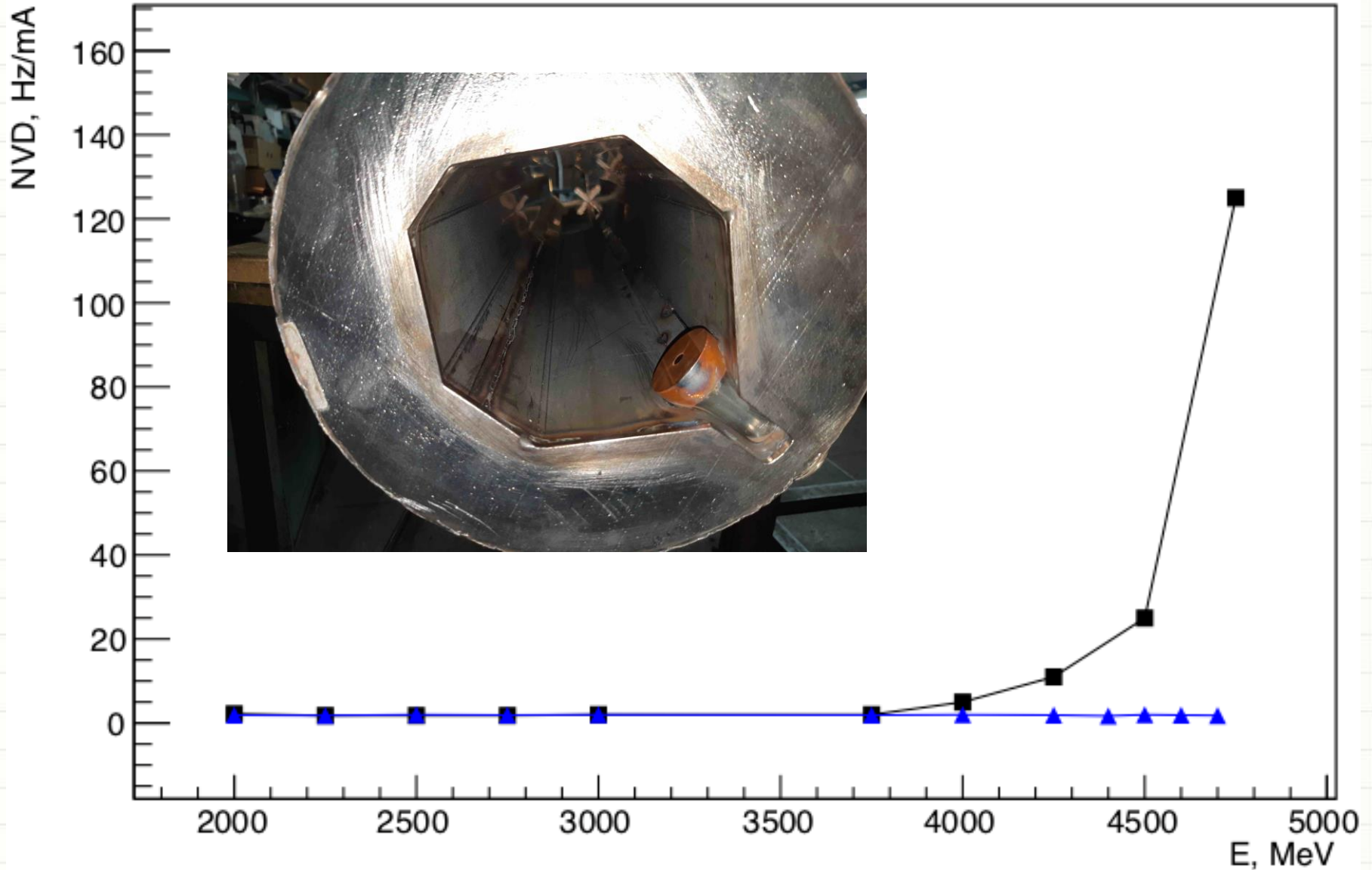
П.Пиминов, Статус комплекса ВЭПП-4, Научная сессия ИЯФ, 2020

Светимость @ $\Upsilon(1S)$

28 Nov 2019, 4.75 GeV

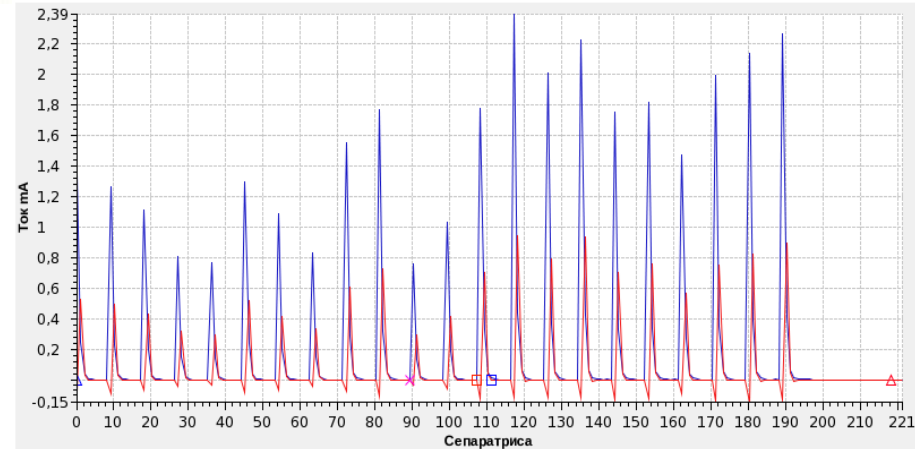
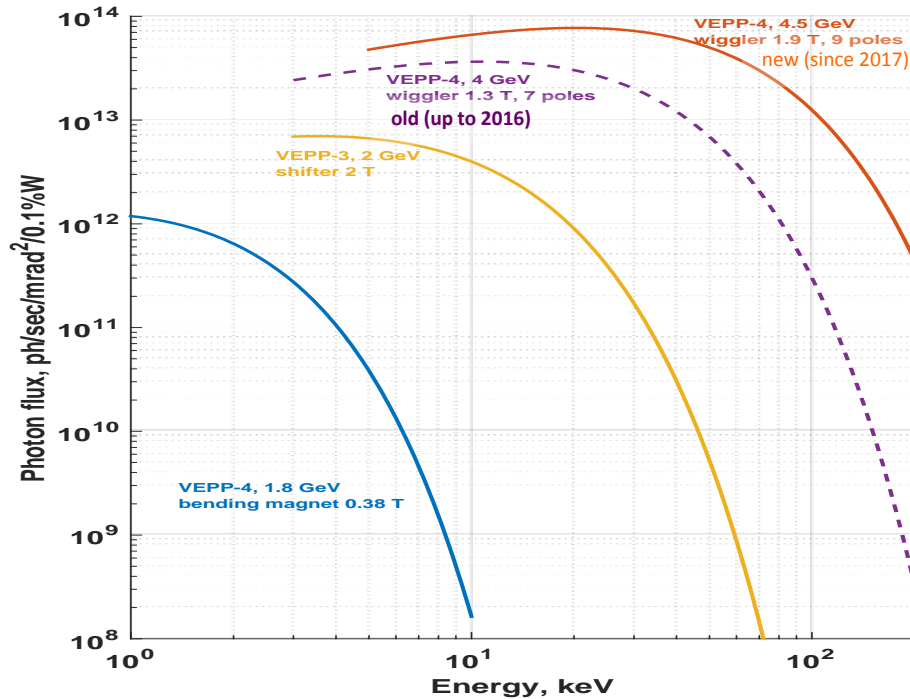


Фон СИ в КЕДРе

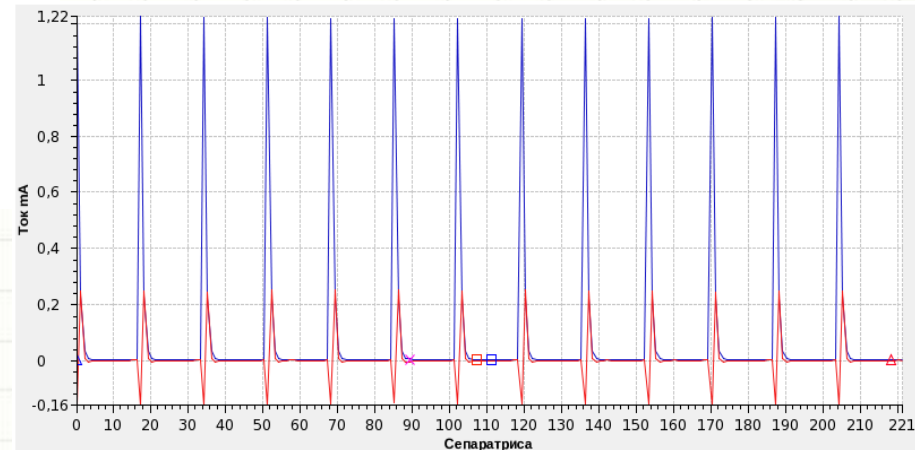


СИ ВЭПП-3 & ВЭПП-4М

35 мА в 22 сгустках (50 нс) на 4.5 ГэВ



15 мА в 13 сгустках (100 нс) на 4.5 ГэВ



Тиристорный ИП ВЭППП-3 by НЭО

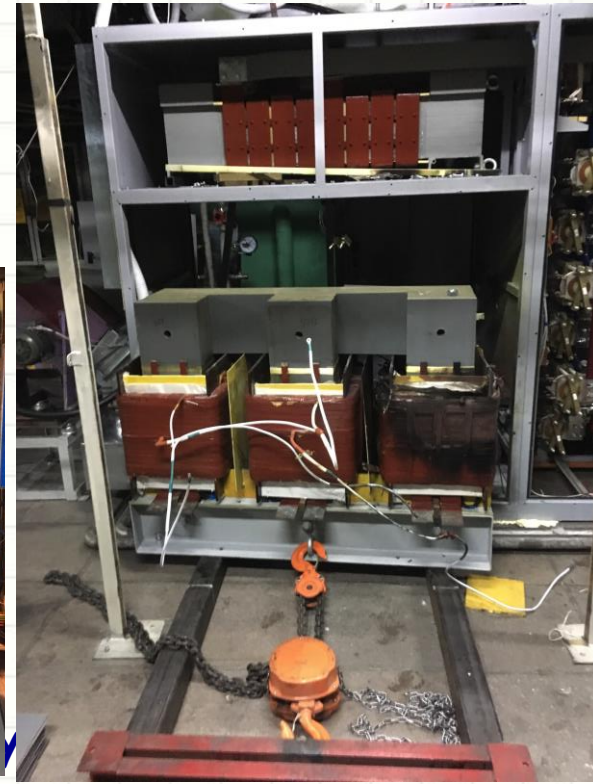
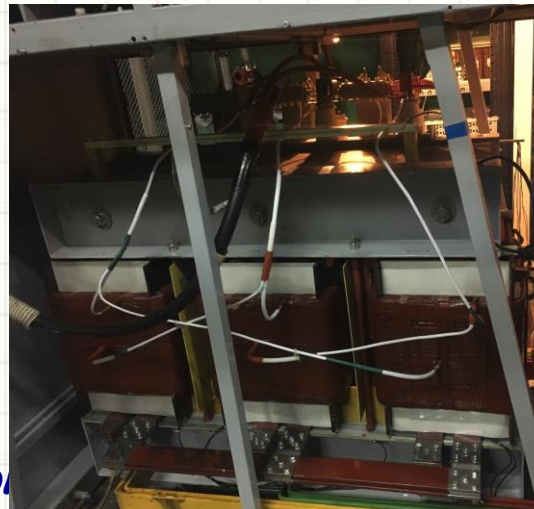
Проблемы

± 15 кА ± 40 В 600 кВт \rightarrow 2.3 ГэВ

- Неверный расчет трансформаторов (плохая конструкция)
- Недостаточное охлаждение
- Некачественное изготовление первичной обмотки
- Слабый дроссель
- Пульсации

Решения

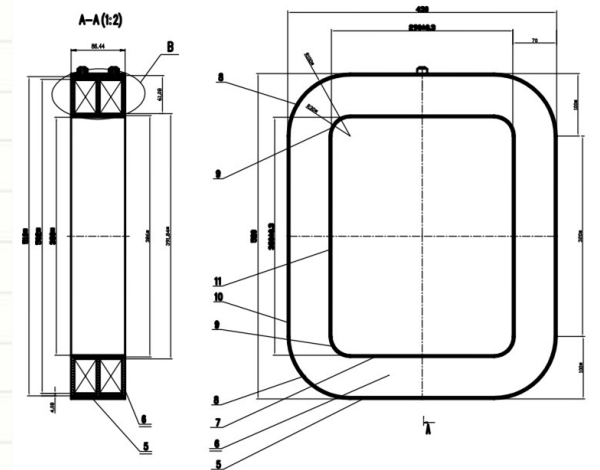
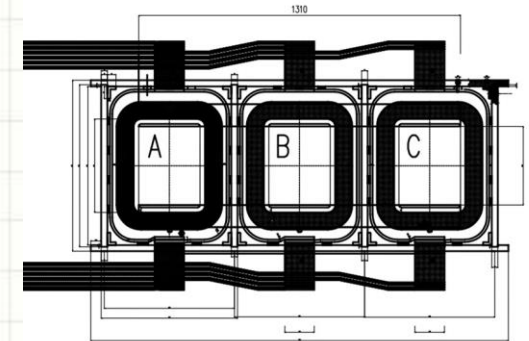
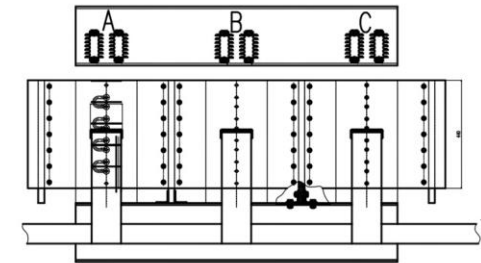
- ✓ Мощные вентиляторы (НЭО)
- ✓ Воздуховоды (ИЯФ, лаб.1-3)
- ✓ Термоконтроль PLC (ИЯФ, лаб.1-3)
- ✓ Измерение токов фаз 10 кВ (ИЯФ, лаб. 6-0)
- Переделка дросселя (ИЯФ, лаб. 1-3)
- Электроника тиристоров (ИЯФ, лаб. 6-0)



Новый трансформатор by ИЯФ

Решено изготовить первичные и вторичные обмотки все трансформаторов для ИТП ВЭПТТ-3 & ВЭПТТ-4М по одной технологии в ЭП.

№	Характеристика	Значение	
1.	Тип трансформатора	Сухой трансформатор (с литой изоляцией)	
2.	Количество, шт.	1 (с обмоткой ВН звезда и обмотками НН треугольник)	1 (с обмоткой ВН звезда и обмотками НН звезда)
3.	Мощность, кВА	400	
4.	Напряжение обмоток, кВ	ВН -10 НН ₁ -0.036 НН ₂ -0.036	ВН -10 НН ₁ -0.036 НН ₂ -0.036
5.	Схема и группа соединения	1 шт. - У/Д-11	1 шт. - Д/Д-0
6.	Частота, Гц	50	
7.	Число фаз	3	
8.	Климатическое исполнение и категория размещения	УХЛ4	



Новый ИТТ ВЭППП-4М

+7.5 кА +70 В 525 кВт → 6 ГэВ

- ✓ собран в штатной комплектации
- ✓ переделано воздушное охлаждение
- ✓ испытан на «тромбон»
- ✓ собраны все шины до магнитов
- ✓ готов к работе
- новые трансформаторы
- электроника тиристоров



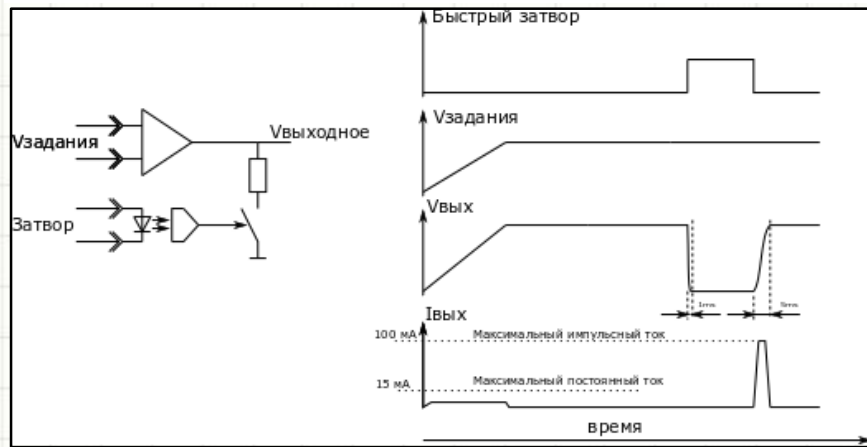
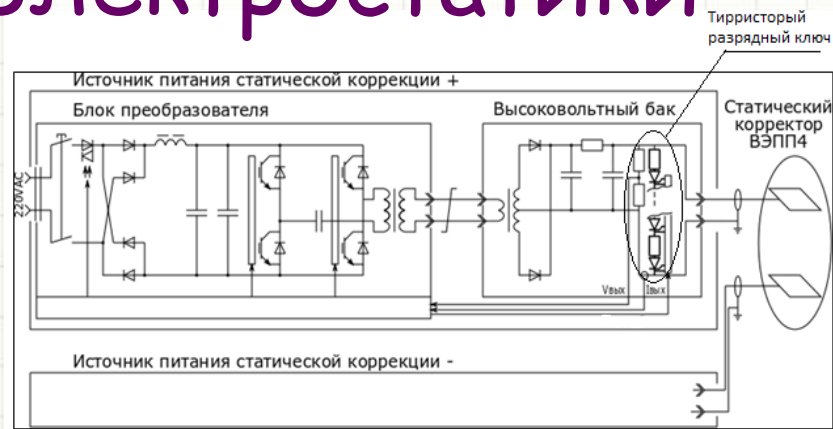
Модернизация N-электростатики



Высоковольтные вводы

Блок делителей

Высоковольтная часть, с коммутатором для быстрого затвора СИ.



Выходное напряжение	0÷30 кВ
Максимальный средний выходной ток	15 мА
Максимальный импульсный выходной ток (5 мсек)	100 мА
Средняя выходная мощность	500 Вт
Долговременная стабильность выходного напряжения	±0,02 %
Пульсации выходного напряжения	±0,05%
Питание	220В±20% 50Гц
Управление	Аналоговый сигнал 0÷5 В, но EPICS

Генератор удара ВЭПП-3

Параметры генератора:

Максимальный выходной ток генератора, кА	2
Выходное сопротивление, Ом	8
Максимальная амплитуда напряжения, кВ	17
Длительность импульса по основанию, нс	250
Временной джиттер, нс	+/- 2
Амплитудная нестабильность вершины импульса, %	0,1
Форма импульса	колокол

Принципиальная схема генератора приведена на рис.1.

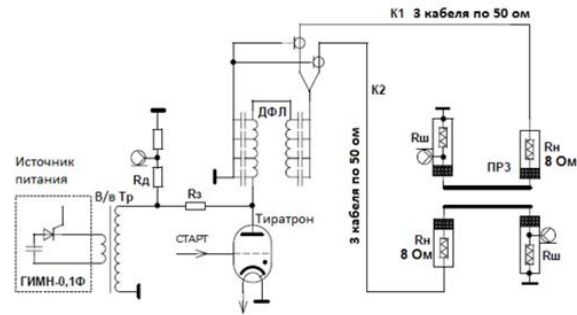


Схема обмена информацией между программами 'v3 inj', 'v3 inj draw' (рисование пооборотных графиков колебаний пучка во время инжекции и измерение бетатронных частот с помощью генератора удара) и другими программами и файлами.

Отрезок #BARF (RFV3):
включение/выключение ВЧ 8 МГц, управление частотой обращения.

v3 inj

EPICS:
Пооборотные измерения орбиты и тока пучка в пикапе 4P5 после инжекции или удара по пучку. Пикап-станция запускается импульсом, подаваемым на вход 'внешний старт'. Управление генератором удара.

Файлы PC:
IQXZ_accel/elec ...
IQXZ_chrom/pozi ...

v3 inj draw

Fri Dec 27 11:58:04 2019

Инжекция в ВЭПП-3 (пикап 4P5):
измерение бет. частот и хроматизма

Переключение запуска
УДАР 318805

2048 Длина пооборотного массива
4096
8192
16384

E- Накопление E1N2
E= 393.0 МэВ
I= 0.1 (0.0/ 0.0)
F0= 4030.02 кГц

- В- вычитание нач. уровня тока (первые 2 оборота)
- Г- сглаживание Z, X, Curr (от 1 до 39 оборотов)
- К- нормирование на вылученный из ИК ток
- Л- разовый захват в ВЧ

Генератор удара
ПИМ single auto
2.00 - U (kV)
4.0 - T (сек)

Измер. частот при ускор.
Статусы: 1 2 4 6
meas wr draw

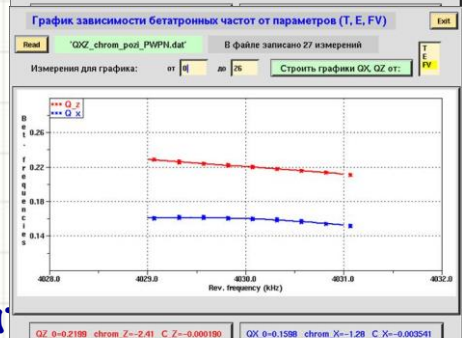
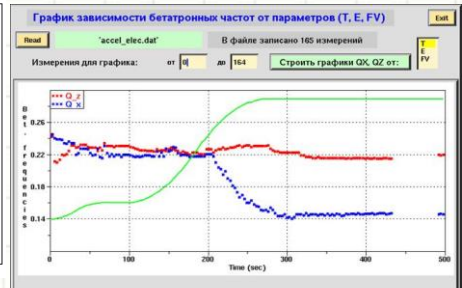
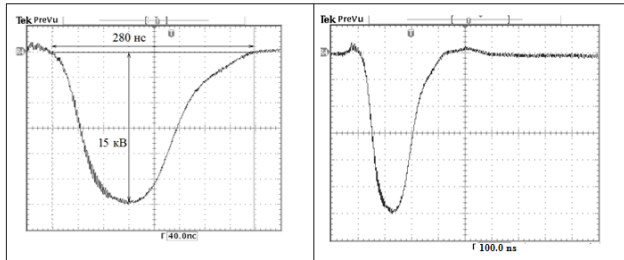
Измерение хроматизма
От До Шаг
4029.0 4031.0 0.25
meas FV= 4030.02

22.38 Z-орбита в 4P5
Амплитуда: 14.20, -23.61

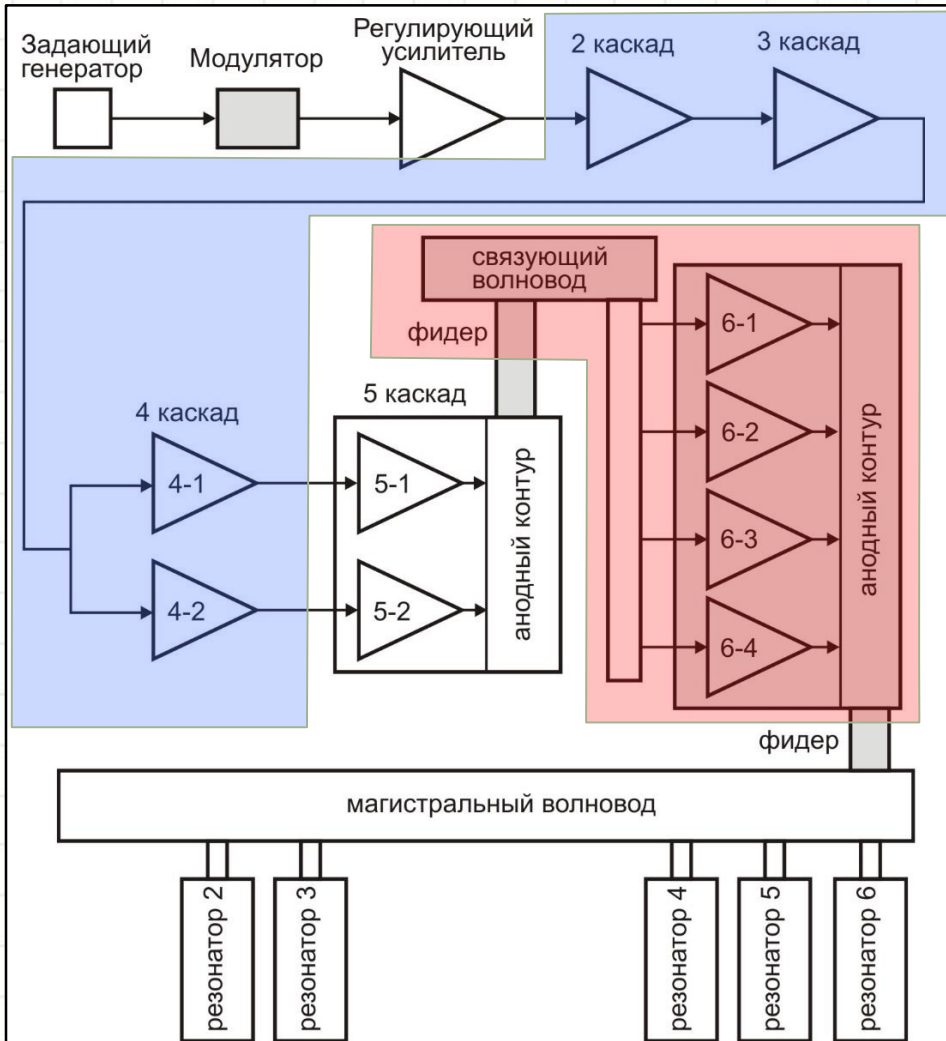
15.34 X-орбита в 4P5
Амплитуда: 8.26, -15.33

0.17 Ток пучка
Амплитуда: 0.16, 0.12, 0.10, 0.08, 0.06, 0.04, 0.02, 0.00

Спектр частот
Q Z: 0.2080
Q X: 0.1787
Кол. обор. 0.10



Модернизация ВЧ-системы ВЭПП-4М



2 MV → 4 MV

200 kW → 400 kW

100 mA @ 4.75 GeV

ТриадаТВ 180 МГц 12 кВт

ВЭПП-4 для СКИФ

- ✓ Подготовка кадров (физики, инженеры, лаборанты)
- ✓ Модернизированы новые пикап-станции ВЭПП-3 & ВЭПП-4М (+ EPICS-софт) by Г.Карпов & Е.Бехтенов. Разработан прототип пикап-станции для СКИФ
- ✓ Установлены датчики тока Vergoz DCCT & FCT (+ EPICS-софт by Е.Бехтенов)
- ✓ Прецизионные контролеры ИТТ by Д.Сеньков
- ✓ Универсальный EPICS-софт для контролеров (ИТТ, АЦП, ...) by П.Чеблаков
- ✓ Система термо-контроля на PLC (+ EPICS-софт by П.Чеблаков)
- ✓ Измерение импульсных полей VME VsDC-4 by А.Павленко (+ EPICS-софт by Е.Симонов)
- ✓ ...

Модернизация

- Новые генераторы электростатики
- Слаботочное питание ВЧ ВЭПП-4
- Система быстрой защиты ВЧ ВЭПП-4
- Новое слаботочное питание
- Новая электроника ИСТов
- Новые маломощные ГИМНы
- Новая электроника мощных ГИМНов
- Полная модернизация системы управления
- Модернизация системы охлаждения

Публикации

1. O.Meshkov et al. **Picosecond dissector with crossed sweep and optimization of picosecond dissector parameters** // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. - 2019. - Vol. 11051: 32nd International Congress on High-Speed Imaging and Photonics, ICHSIP 2018, Enschede, Netherlands, 8 -12 October 2018. - Art.nr 110510M. - Bibliogr.: 11 ref. - DOI 10.1117/12.2524826.
2. O.Meshkov et al. **Picosecond Electron-Optical Dissector for Detecting Synchrotron Radiation** // Instruments and Experimental Techniques - 2019. - Vol. 62, Is. 2. - P. 208-213. - Bibliogr.: 9 ref. - DOI 10.1134/S0020441219020027
3. O.Anchugov et al. **The Coherent Particle-Oscillation Excitation System at the VEPP-4M Collider. Instruments and Experimental Techniques** // 62(5), p. 599-608, 2019. DOI: 10.1134/S0020441219050026.
4. O.Anchugov, D. Shvedov. **Use of the Four-Point Method for Measuring the Homogeneity of the Coating Deposited Inside Ceramic Vacuum Chambers of Pulsed Magnets for the MAX-IV Synchrotron Radiation Facility** // Instruments and Experimental Techniques, 62(3), p. 440-443, 2019.
5. M.Fedotov, S.Mishnev, I.Ljangasov. **Feedback Suppression of the Fast Vertical Oscillations of VEPP-3 SR Beam** // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. - 2019. - Vol. 83, Is. 2. - P. 116-120. - Bibliogr.: 4 ref. - DOI 10.3103/S1062873819020126.
6. O.Anchugov et al. **The Coherent Particle-Oscillation Excitation System at the VEPP-4M Collider** // Instruments and Experimental Techniques, 62(5), p. 599-608, 2019. DOI: 10.1134/S0020441219050026.
7. S.Nikitin et al. **Crossing integer spin resonance with conservation of beam polarization** // PHYSICAL REVIEW ACCELERATORS AND BEAMS 22, 112804 (2019) DOI: 10.1103/PhysRevAccelBeams.22.112804 November 2019.
8. S.Nikitin. **Polarization issues at CEPC**. В сборнике: eeFACT 2018 : 62nd ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High Luminosity Circular e+e- Colliders Proceedings of the 62nd ICFA Advanced Beam Dynamics Workshop on High Luminosity Circular e+e- Colliders. 2019. С. 182-189. 10.18429/JACoW-eeFACT2018-WEXAA02.
9. A.Bogomyagkov et al. **Dynamic aperture limitation in e⁺e⁻ colliders due to synchrotron radiation in quadrupoles** // Physical Review Accelerators and Beams. - 2019. - Vol. 22, Is. 2. - Art.nr 021001. - Bibliogr.: 19 ref. - DOI 10.1103/PhysRevAccelBeams.22.021001.
10. S.Nikitin. **Opportunities to obtain polarization at CEPC** // International Journal of Modern Physics A. - 2019. - Vol. 34, Is. 13-14. - Art.nr 1940004. - Bibliogr.: 15 ref. - DOI 10.1142/S0217751X19400049.
11. E.Levichev et al. **Dynamic Aperture of the NICA Collider Optimized with a Genetic Algorithm** // Physics of Particles and Nuclear Letters. - 2019. - Vol. 16, Is. 1. - P. 21-29. - Bibliogr.: 30 ref. - DOI 10.1134/S1547477119010060.

+ CERN FCC Conceptual Design Report, 4 vols.

П.Пиминов, Статус комплекса ВЭПП-4, Научная сессия ИЯФ, 2020

АКТИВНОСТЬ

Контракты

- Транспортный канал Бустер-Нуклотрон для НИКА (ОИЯИ)
- Магниты НЕВР (FAIR)
- Завершен контракт по модернизация PS (CERN)
- Диагностика для ЛИУ

Коллаборации

- НИКА (ОИЯИ): Оптика и динамика
- CEPS (IHEP): Optics & Dynamics
- FCCee (CERN): Optics & Dynamics, Beam energy calibration
- Оптическая диагностика ИОФ РАН, HUST (Китай)
- Калибровка ОКР BEPC-II (IHEP, Китай)

Проекты

- СКИФ - источник СИ в Новосибирске
- мюонотрон
- Super Charm-Tau фабрика

Спасибо за внимание

