

ВЭПП-2000

в 2021 году

Дмитрий Шварц

on behalf of VEPP-2000 team

Научная сессия ИЯФ

10.03.2022

ВЭПП-2000

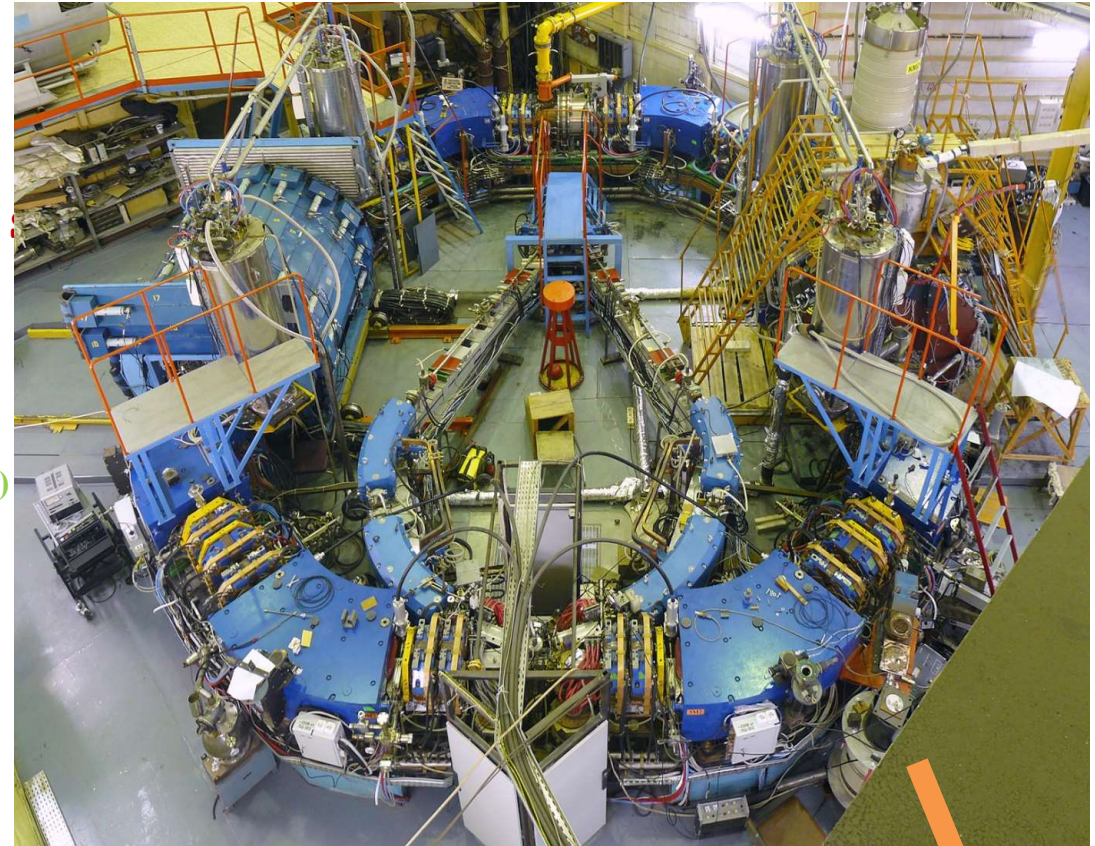
Design parameters @ 1 GeV	
Circumference	24.388 m
Beam energy	150 ÷ 1000 MeV
N of bunches	1×1
N of particles	1×10 ¹¹
Betatron tunes	4.14 / 2.14
Beta*	8.5 cm
BB parameter	0.1
Luminosity	1×10 ³² cm ⁻² s ⁻¹

Achieved

160-1005

1.1
0.9×10¹¹

0.08? (0.21 – total tuneshift)
0.75
0.5×10³²



- Round beams concept
- 13 T solenoids for FF
- 2.4 NC dipoles @ 1 GeV
- CBS for energy control



Operating with IC#VEPP-5 since 2016

Концепция встречных круглых пучков

Аксиальная симметрия встречного сгустка + X-Y симметрия транспортных матриц IP2IP.



Дополнительный интеграл движения
(продольная компонента момента импульса $M_z = x'y - xy'$)

Нелинейная динамика одномеризуется;

реже резонансная сетка;

выше пороги по эффектам встречи!

Требования к оптике:

- Лобовая встреча
- Равные β -функции в IP:
- Равные поперечные эмиттансы:
- Равные дробные части бетатр. частот:

$$\begin{array}{l} \beta_x = \beta_y \\ \varepsilon_x = \varepsilon_y \\ \nu_x = \nu_y \end{array} \begin{array}{l} \diagdown \\ \diagup \\ \diagdown \\ \diagup \\ \diagdown \\ \diagup \end{array} \begin{array}{l} \text{Круглый пучок} \\ M_x = M_y \end{array}$$

F.M. Izrailev, G.M. Tumaikin, I.B. Vasserman. Preprint INP 79-74, Novosibirsk, (1979).

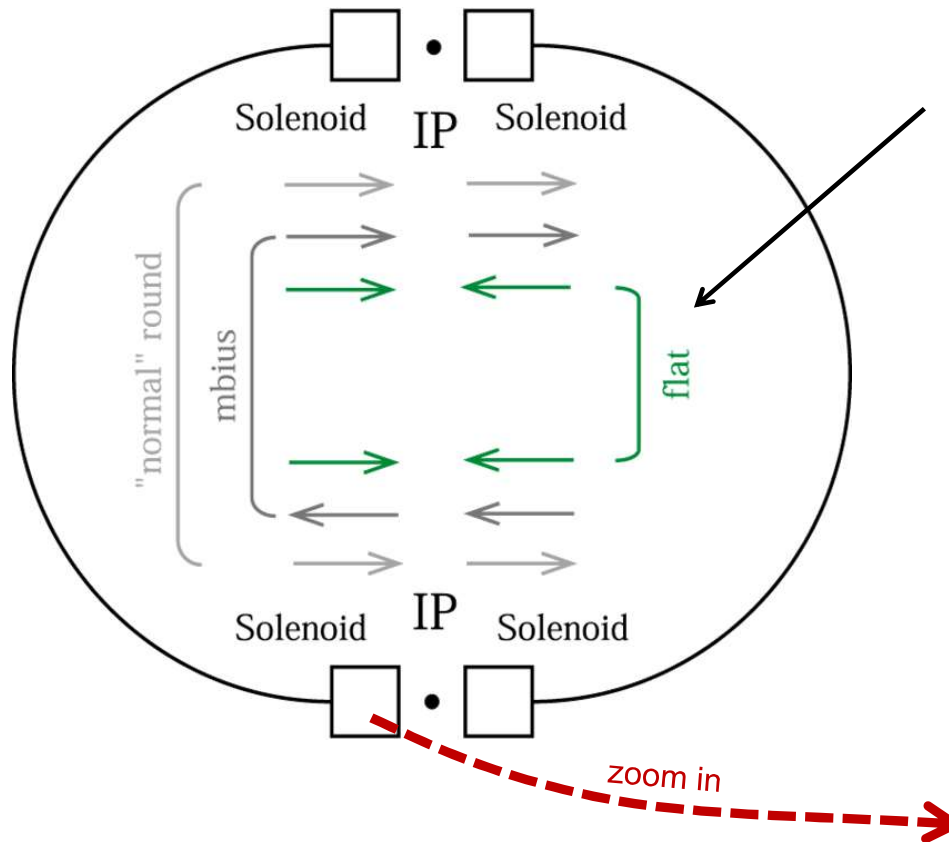
L.M. Barkov, et. al, Proc. HEACC'89, Tsukuba, Japan, p.1385.

S. Krishnagopal, R. Siemann, Proc. PAC'89, Chicago, p.836.

V.V. Danilov et al., EPAC'96, Barcelona, p.1149.

S. Henderson, et al., Proc. PAC'99, New York, p.410.

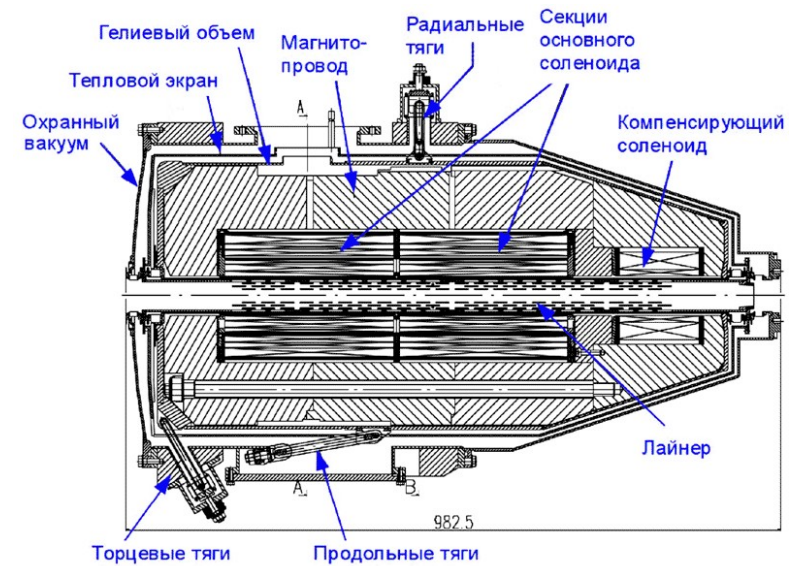
Круглые пучки @ ВЭПП-2000



Оптика плоская, перераспределение эмиттансов за счёт резонанса связи: простейший вариант.

Смена конфигурации соленоидов (половинки, полярность) требуют их **перевыставки**. (По пучку).

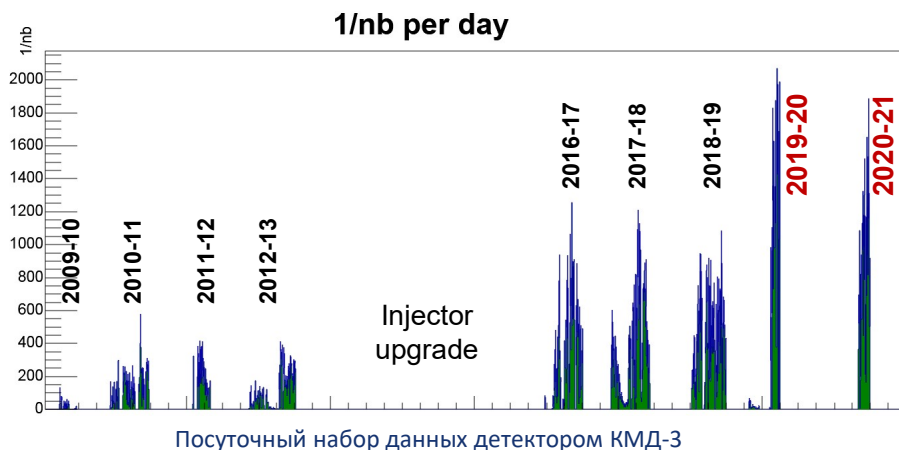
Короткие соленоиды – ниже 600 МэВ



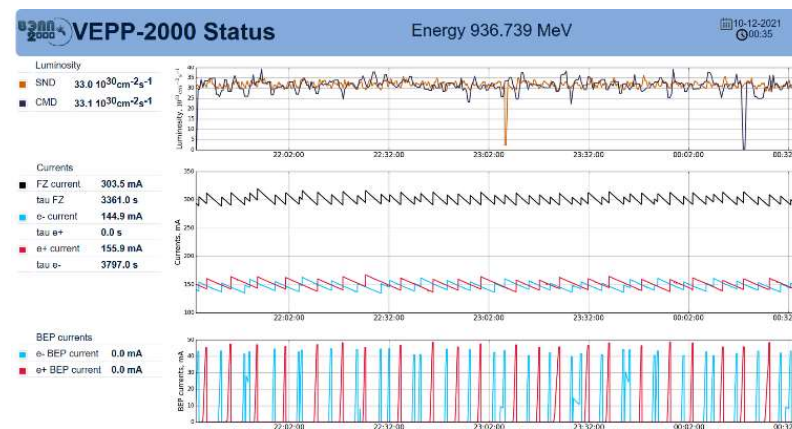
Хронология 2021 (1)

- 02.02.2021 – соленоиды заложены.
- 05.02.2021 – КМД ввёл поле. **Вакуумная авария!** Прожгли камеру в МЕ4.
- 17.03.2021 – новую камеру вварили, контур замкнут, начало получения вакуума.
- 27.03.2021 – пучок в ВЭППе, начали обезгаживание на 700МэВ.
- 01.05.2021 – 970 МэВ, первая светимость в сезоне.
- 01.07.2021 – сезон закончен. 23.9 пб-1 на верхней точке 1003.5 МэВ. Всего 53.6 пб-1

Скриншот статусной
страницы регулярной
работы коллайдера

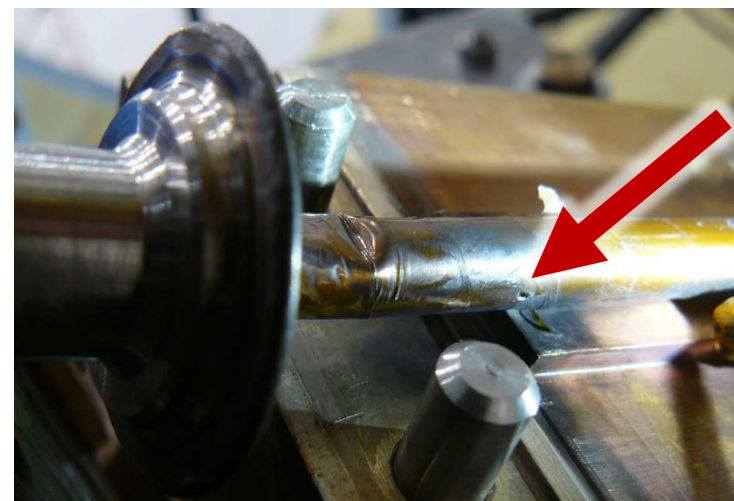
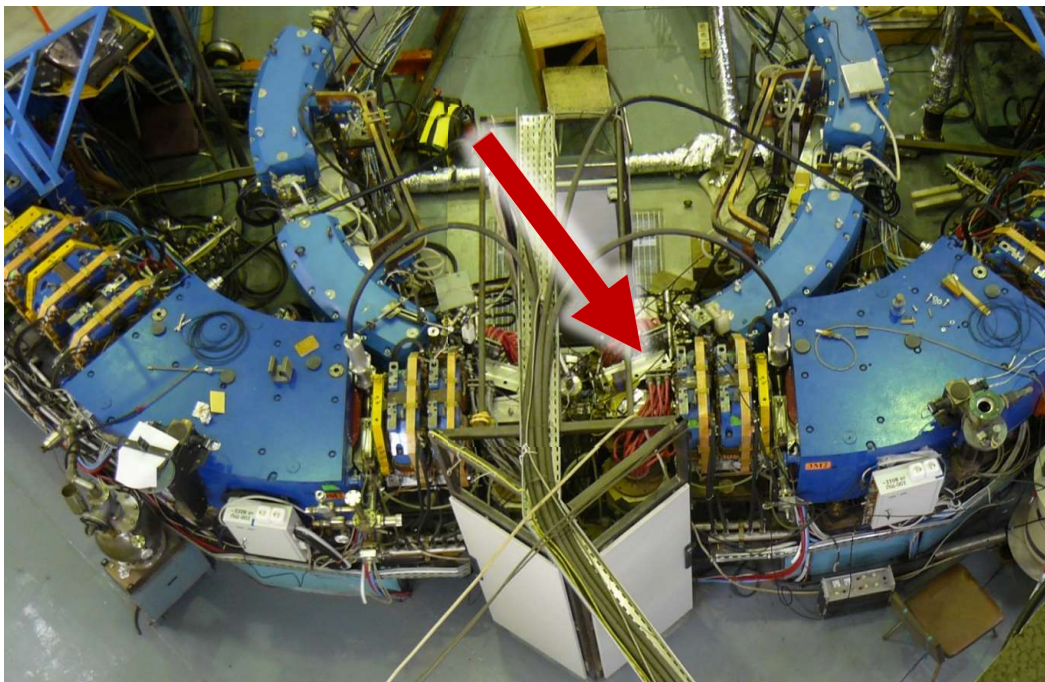


$$L_{\text{peak}} = 5 \times 10^{31}$$
$$IL = 2 \text{ pb}^{-1} / \text{day}$$



Достижение рекордной пиковой светимости и темпа набора данных на коллайдере ВЭПП-2000
лучшая работа ИЯФ 2021 года

Вакуумная авария



Импульс: 55кА, 160в, $T/2=150\mu\text{с}$
Камера: 8 x 0.2мм

Ещё проблемы

- Подогрев гелиевого сброса привёл к обгоранию контрольных кабелей в криостате («к счастью» ремонт был выполнен во время ликвидации вакуумной аварии)
- Повреждены все 4 пикап-станции, в двух выгорели Альтеры (вероятно, связано с пробоями ME4)
- На верхней энергии регулярные квенчи: 7 срывов за 3 недели
- В течение суток вышел из строя ИП соленоида ВЧ-300-8, и единственный запасной.
- Растрескался магнитопровод РМ1
- Высокий фон, плохой вакуум в резонаторе

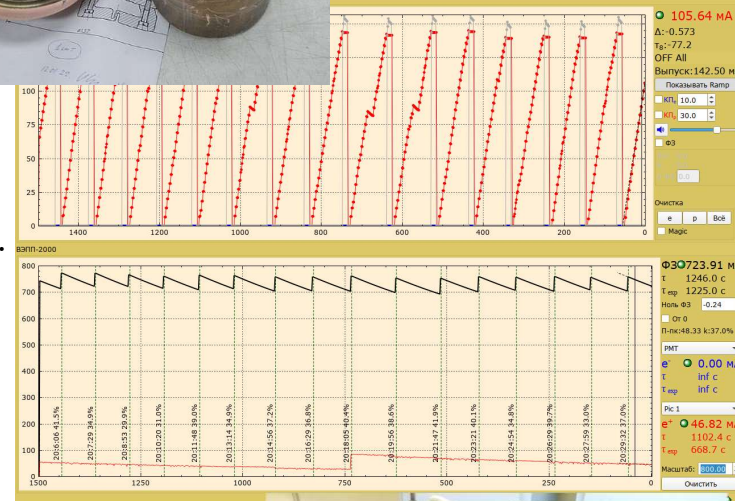
Хронология 2021 (2)

- Авг-сен – прогрев резонатора ВЭПП. Ремонт РМ1.
- 28.09.2021 – пучок в БЭП.
- 29.09.2021 – **Вакуумная авария!** Потёк ввод мощности резонатора.
- 08.10.2021 – заварен запасной ввод мощности. Начало получение вакуума.
- 13.10.2021 – пучок в ВЭППе, 700 МэВ, тёплая оптика.
- Окт-Ноя – обезгаживание (140А*ч, 750мА е+!), прогрев резонатора.
- 07.12.2021 – КМД ввёл поле, начало набора, 935 МэВ. Светимость $3 \cdot 10^{31}$, 300мА
- Дек-Фев – проблемы с ВЧ ВЭПП...
- 25.12.2021 – сочинили ручку, симметризирующую набег фаз IP2IP. Светимость $5 \cdot 10^{31}$.
- 12.01.2022 – прошли отметку 400пб-1
- 13.01.2022 – 1.5пб-1 за смену.
- 03.02.2022 – Сместили частоту обращения. Светимость $6 \cdot 10^{31}$. Ток 410мА.
- 04.02.2022 – светимость $7 \cdot 10^{31}$. Ток до 450мА.
- 06.02.2022 – 1.6пб-1 за смену.
- 19.02.2022 – отгорел контакт на МР5. Долго и мучительно разбирали-собирали
- 02.03.2022 – 2пб-1 за смену
- 04.03.2022 – прошли отметку 500пб-1



Ввод мощности
(распилен)

Обезгаживание
позитронами



Контакт импульсного
магнита

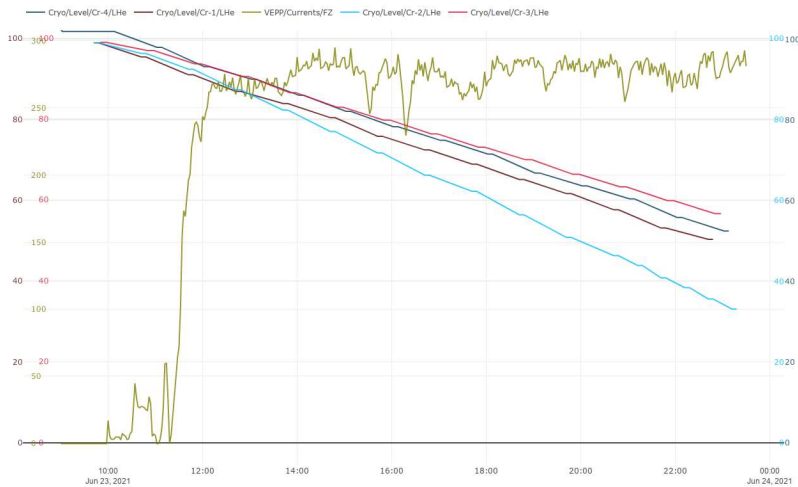
Накальный
трансформатор
Карнавала



Текущие проблемы и ограничения

- Кикеры: долговременная стабильность/надёжность
- ВЧ ВЭПП – немотивированные отключения, медленная настройка (пьезотюнеры)
- Фоновые условия детекторов (в основном СНД)
- Динамическая апертура – рабочая точка – выбор бета* – время жизни – tuneshift @ 1/3
- Электромагнитная наводка на элементы ДК КМД-3
- Проблемы интенсивного пучка: нагрев полосковой линии, феррозонда (aka DCCT)
- Расход гелия на 2-м криостате. Зависит от тока пучка, феномен неизучен, эксперимент кончился квенчем.
- Перепуски БЭП-ВЭПП: 50-60% в пустое кольцо, 20-30% в рабочем режиме.

Полосковая линия



Расход гелия

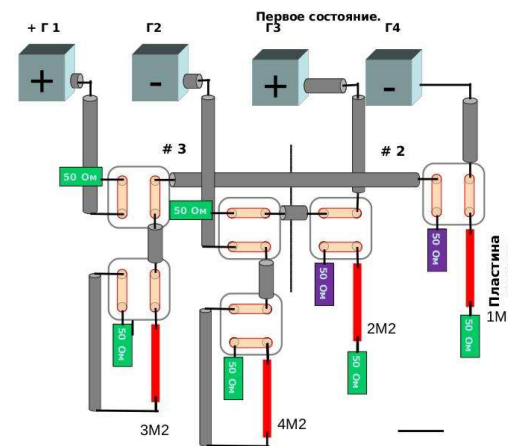
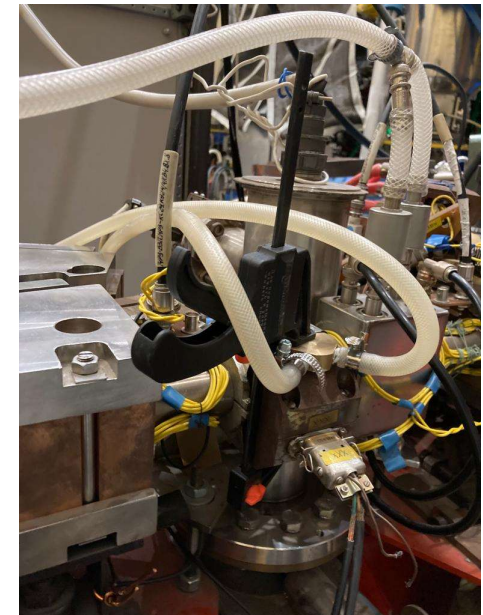


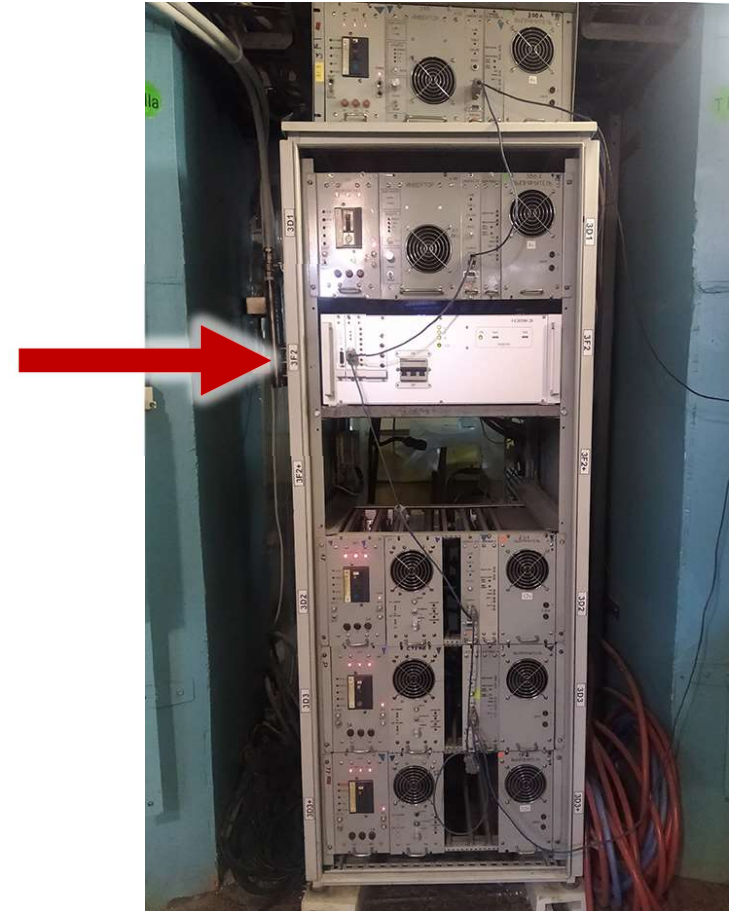
Схема коммутаторов кикеров



Охлаждение Ф3

Праздник в отдельно взятом подвале

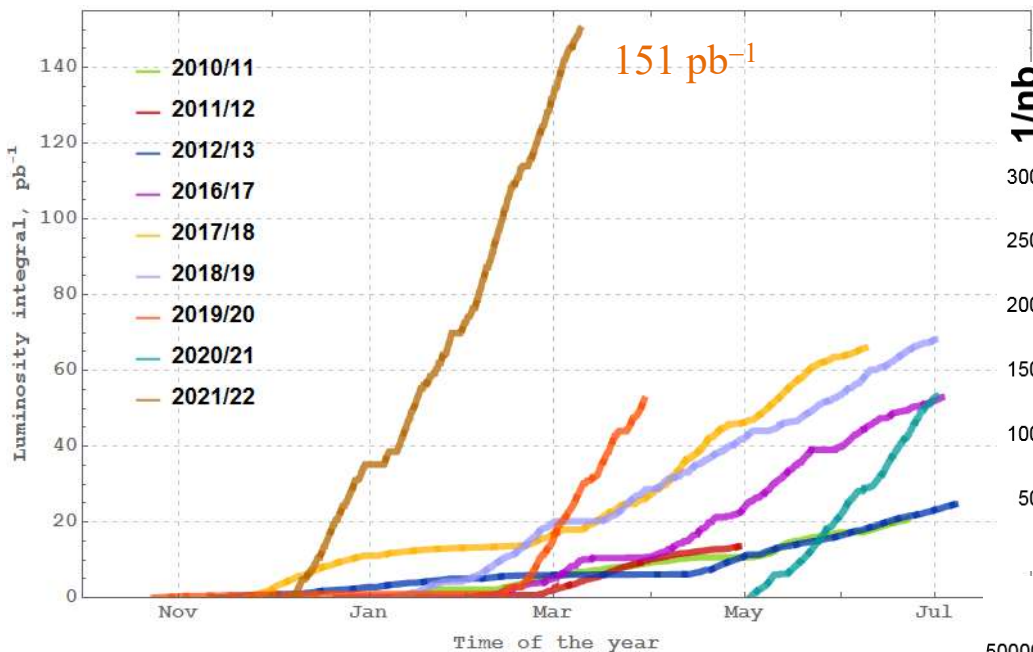
ВЧ-500-20 (4шт), семейство f2



Ждём в 2022 году:

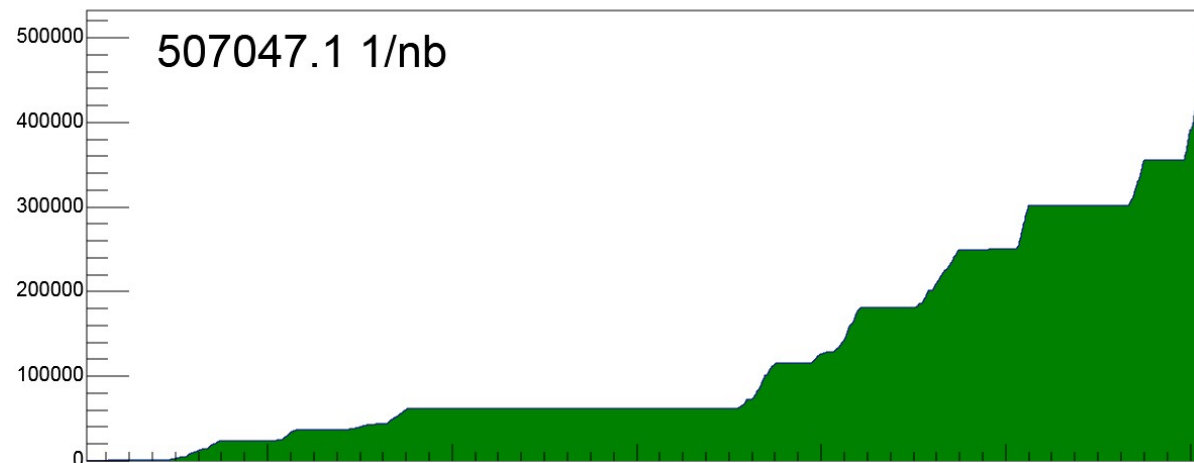
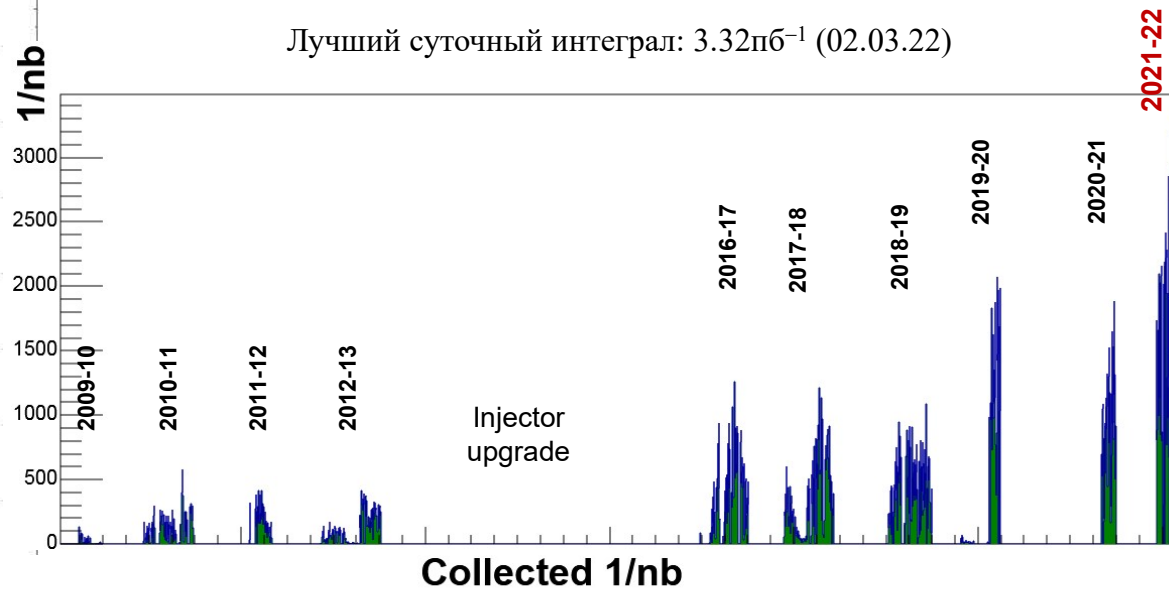
- 1) Остальные ВЧ-500 (> 20шт)
- 2) Первую партию ГИД-160 (импульсное питание на замену Аккордов)
- 3) Полупроводниковый усилитель ВЧ БЭП
- 4) Новые источники соленоидов (12шт)

Набор данных

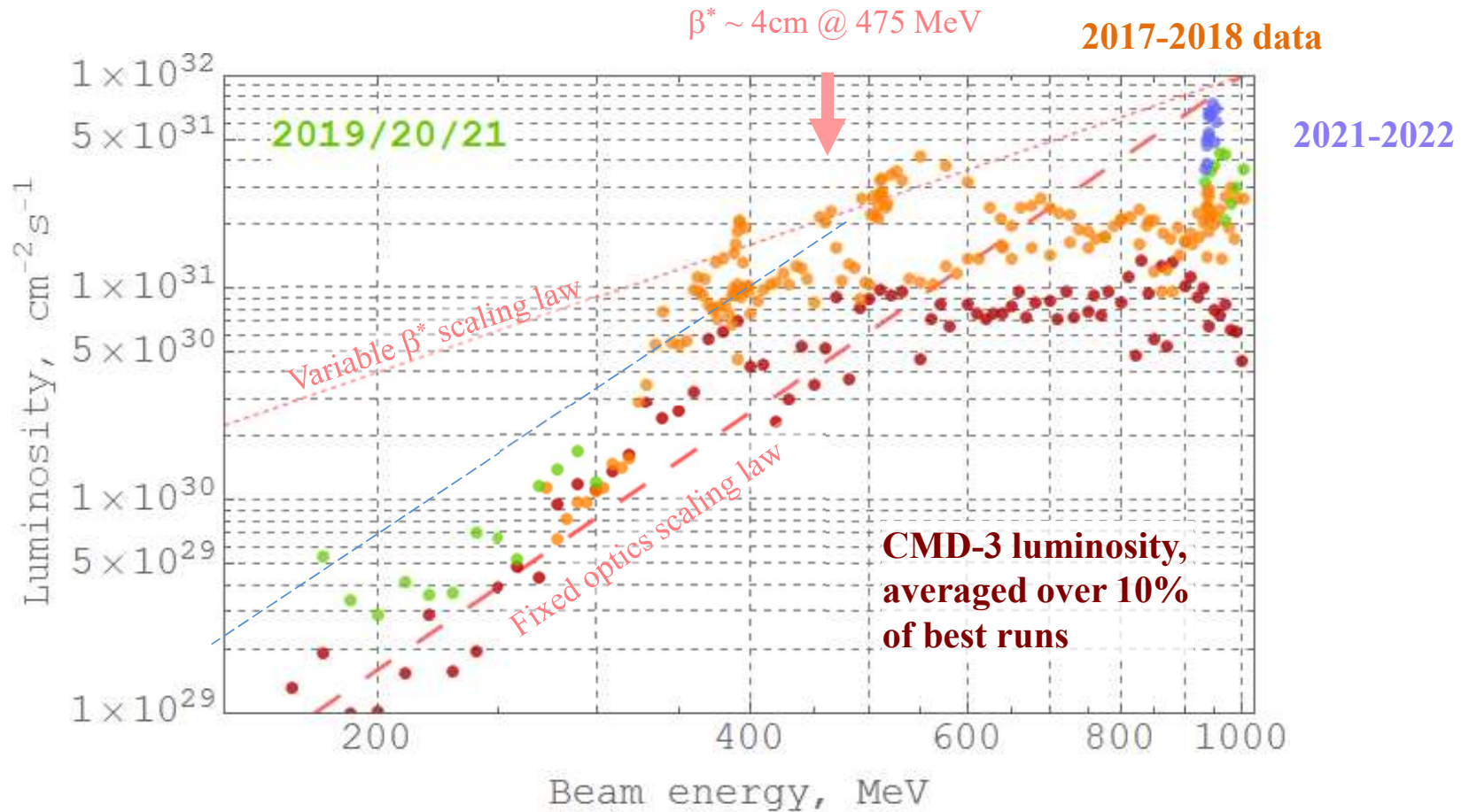


↑
We are here

Subtotal: **500 pb^{-1}** /detector
Target: **1 fb^{-1}**

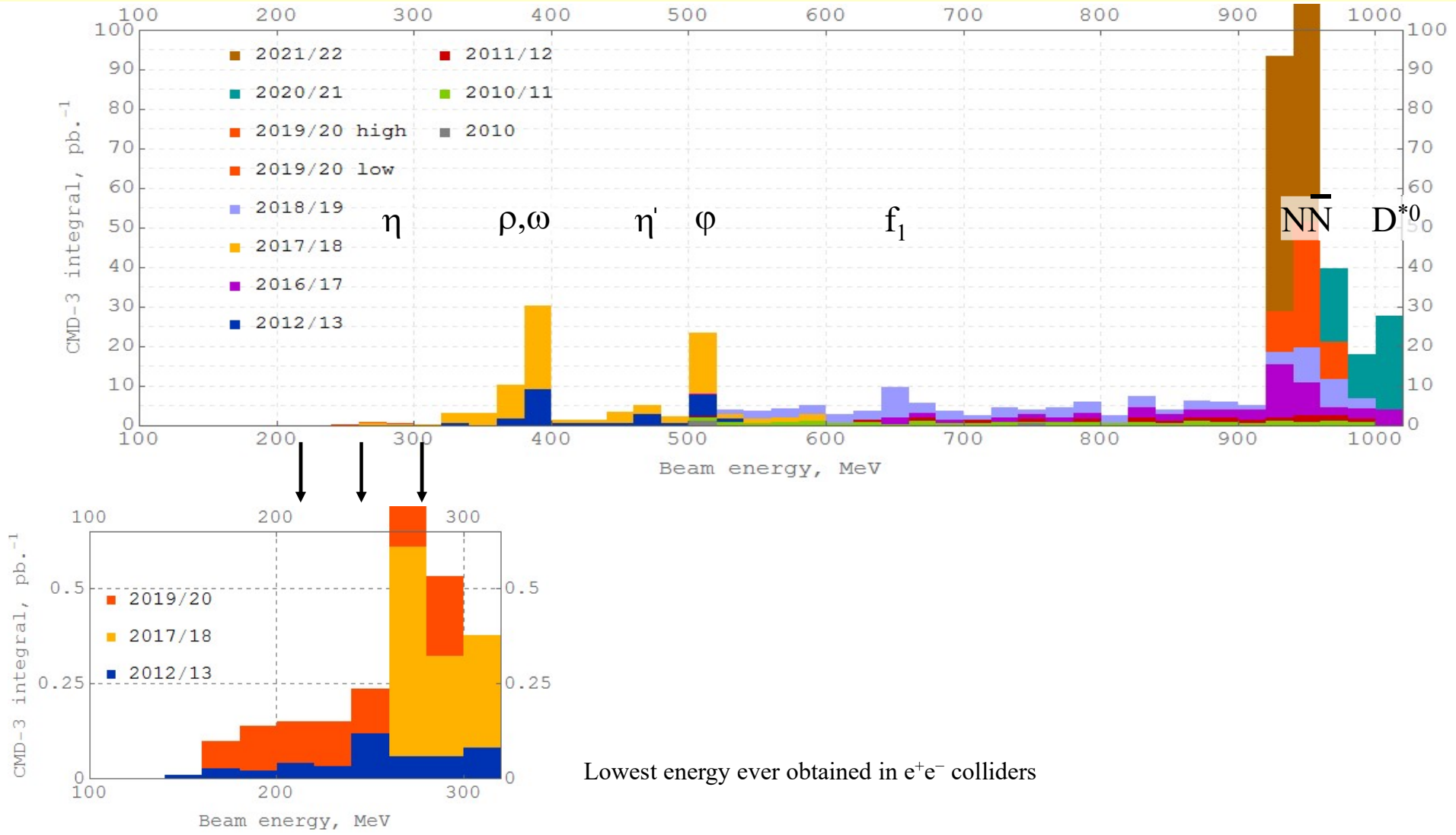


Достигнутая светимость



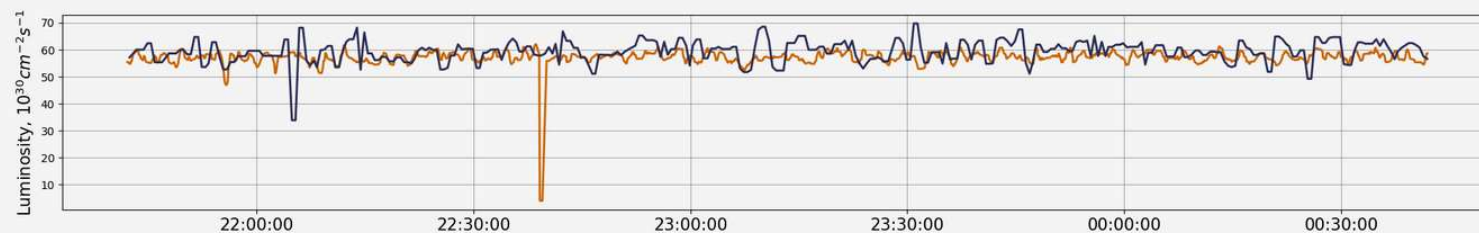
Текущий абсолютный рекорд пиковой светимости: $L_{\text{peak}} = 7.5 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1} @ 950 \text{ МэВ}$

Распределение набранного интеграла



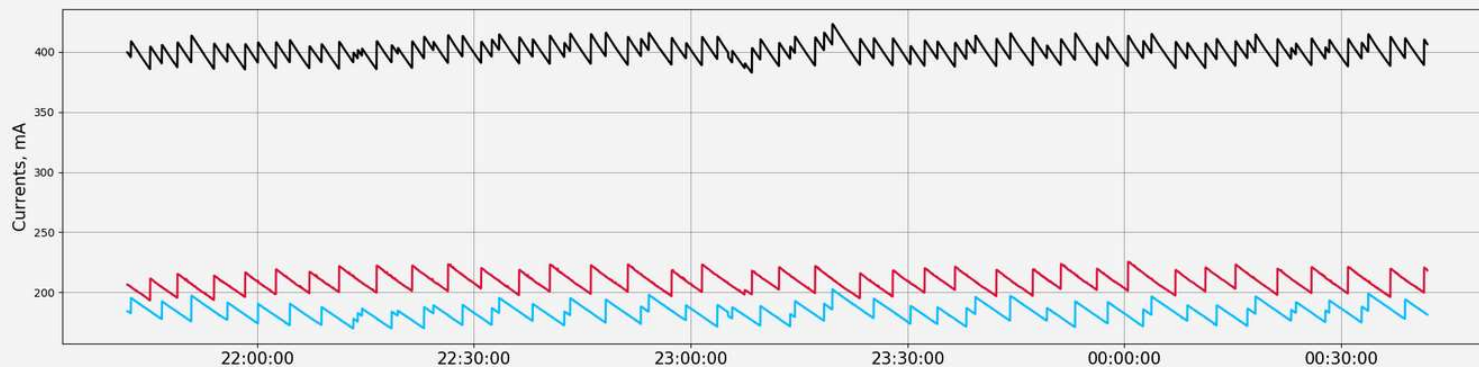
Luminosity

■	SND	60.4 $10^{30} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$
■	CMD	57.6 $10^{30} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$



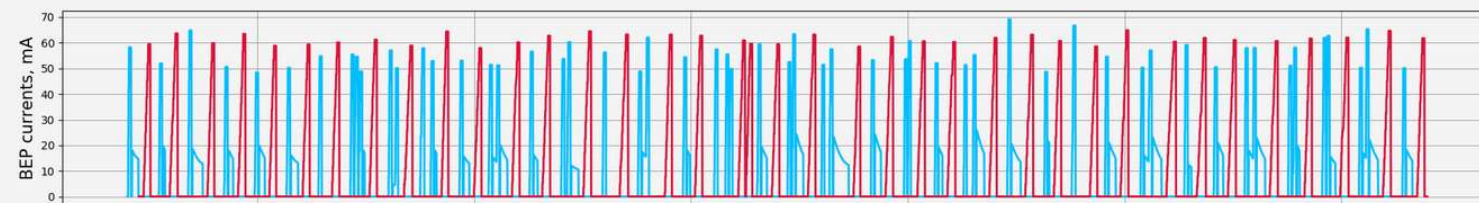
Currents

■	FZ current	406.4 mA
	tau FZ	2446.0 s
■	e- current	181.5 mA
	tau e+	2487.0 s
■	e+ current	218.3 mA
	tau e-	2470.0 s



BEP currents

■	e- BEP current	0.0 mA
■	e+ BEP current	0.0 mA



Спасибо всем участникам работы!