

НИКА: статус ускорительного комплекса и экспериментов

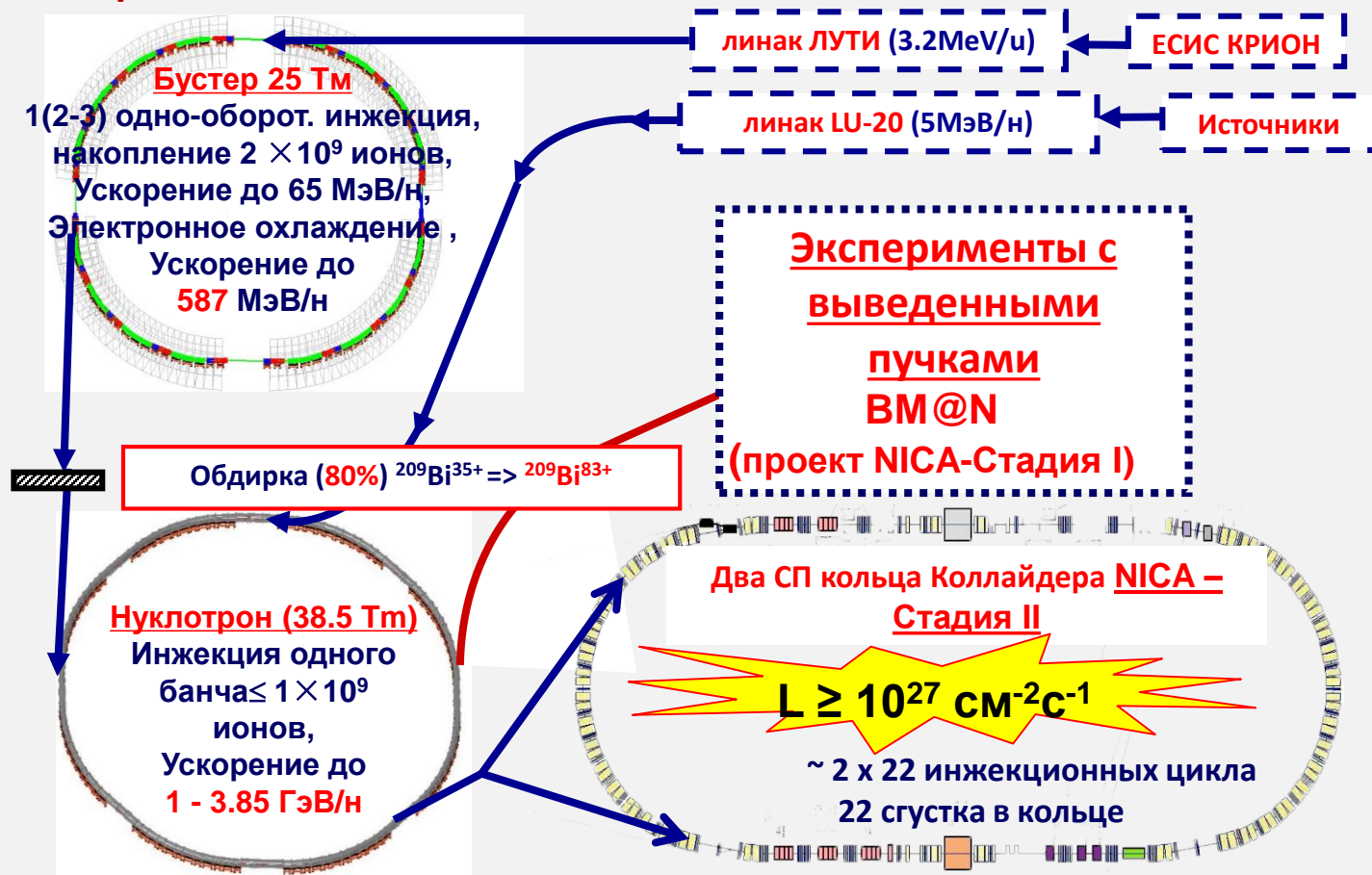
Е.М. Сыресин, Г.В. Трубников

В работе представлены результаты успешного первого пучкового сеанса с тяжелыми ионами ксенона на Комплексе NICA, проведенного в 2025-2026 годах. Комплекс NICA сооружен в ОИЯИ (Дубна), его главная цель – обеспечение ионными пучками экспериментальных исследований горячей и плотной сильно взаимодействующей барионной материи и спиновой физики. Физическая программа сосредоточена на поиске возможных проявлений фазовых переходов и критических явлений в энергетической области, где образуется возбужденная барионная материя с максимально достижимой плотностью. Коллайдер NICA будет обеспечивать столкновения тяжелых ионов в энергетическом диапазоне $\sqrt{s_{NN}}=4\div 11$ ГэВ со средней светимостью $L=1\cdot 10^{27}$ см⁻²с⁻¹ для ядер $^{197}\text{Au}^{79+}$ и столкновения поляризованных протонов в энергетическом диапазоне $\sqrt{s_{NN}}=12\div 27$ ГэВ со светимостью $L \geq 10^{32}$ см⁻²с⁻¹.



5 марта 2025 года в ЛФВЭ ОИЯИ был дан старт сеансу № 1 на ускорительном комплексе Коллайдера NICA. Запуск состоялся на сессии Комитета полномочных представителей государств-членов ОИЯИ в присутствии представителей 20 стран-участниц, ассоциированных членов и партнеров ОИЯИ.

Ускорительный комплекс NICA



Создан и введен в действие инжекционный комплекс тяжелых ионов, включающий в себя новые ускорители-линейный ускоритель тяжелых ионов, сверхпроводящий синхротрон Бустер и модернизированный сверхпроводящий синхротрон Нуклотрон

Реализована Стадия I проекта NICA (2023 г):

ЛУТИ (2016)+ Бустер (2020) + Нуклотрон (2021-2022)+ВМ@N (2023)

Стадия II- Создано и смонтировано оборудование Коллайдера, сформированы пучки тяжелых ионов в нем. Проводится пучковый сеанс №1 на ускорительном комплексе Коллайдера NICA (2025-2026 г.г.)

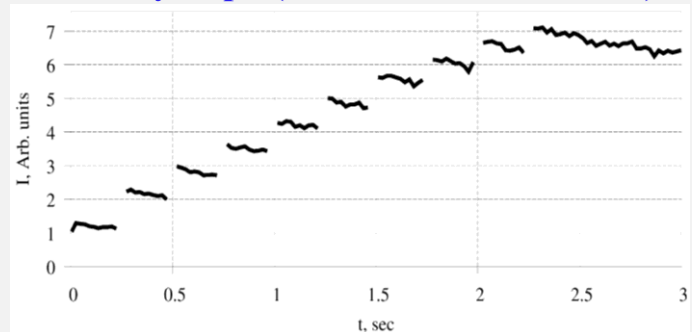
Начальная стадия сеанса №1 на ускорительном комплексе

Целями работ были: развитие инжекционного комплекса NICA; технологический запуск систем Коллайдера до получения в нем пучков тяжелых ионов.

Накопление ионов в Бустере с помощью системы электронного охлаждения (СЭО) (ОИЯИ-ИЯФ СО РАН).



СЭО Бустера (ИЯФ СО РАН, 2017 г.)



Накопление 10-ти импульсов инжекции позволило увеличить интенсивность в Бустере в 7 раз (2025 г., совместная команда ОИЯИ-ИЯФ СО РАН, В. Рева)

Завершена модернизация Нуклотрона



Секция быстрого вывода в Нуклотроне

Быстрый вывод из Нуклотрона в канал транспортировки пучков Коллайдера (магнит Ламбертсона, кикерный магнит, источник питания кикера (ИЯФ СО РАН, Д. Шведов)), инжекция в начальную часть канала, 4 ноября 2025 г.

ISSN 1547-4771. Physics of Particles and Nuclear Letters, 2015, Vol. 12, No. 4, pp. 591–596. © Pleiades Publishing, Ltd., 2015. Original Russian Text © E. M. Syresin, 2015, published in *Pis'ma v Zhurnal Fizika Elementarnykh Chastits i Atomnogo Yadra*, 2015.

PHYSICS AND TECHNIQUE OF ACCELERATORS

Injection in NICA Booster with Electron Cooling

E. M. Syresin

*Результат ускорителей, 1 мая (2025)
2 место среди всех достигнутых 2025г*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН¹ (ИЯФ СО РАН) и Объединенный Институт Ядерных Исследований, г. Дубна²



ПЕРВОЕ В РОССИИ НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ В ПРОДОЛЬНОМ ФАЗОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

- Е.А. Бехтенов¹, М. И. Брызгунов¹, А.В. Бублей¹, А.Д. Гончаров¹, К.М. Горчаков¹, И.А. Гусев¹, Б.А. Довженко¹, А.А. Жариков¹, Г.В. Карпов¹, М.Н. Кондауров¹, Н.С. Кремнев¹, В.М. Панасюк¹, В.В. Пархомчук¹, В.А. Полухин¹, А.А. Пустьмаков¹, В.Б. Рева¹ (7-383-3294035, v.b.reva@inp.nsk.su), Д.В. Сеньков¹, В.А. Чекавинский¹, Э.Р. Уразов¹, А.В. Бутенко², Е.В. Горбачев², В.А. Лебедев² (7-496-2165306, v.alebedev@jinr.ru), И.Н. Мешков², И.Ю. Николайчук², К.Г. Осипов², Ю.В. Прокофьевич², В.С. Шпаков², С.В. Семенов², А.С. Сергеев², А.О. Сидорин², В.Л. Смирнов², Е.М. Сыресин², Р.В. Тимонин², Г.В. Трубников², П.Р. Харьюзов²

Достижения ОИЯИ и ИЯФ СО РАН, 2025 г.



Монтаж магнита Ламбертсона

Модернизация криогенной инфраструктуры

Ввод в строй компрессорной станции, сентябрь 2025 г.



Азотный компрессоры Аэроком - 2 179/18 и Hanwha Techwin SM5000

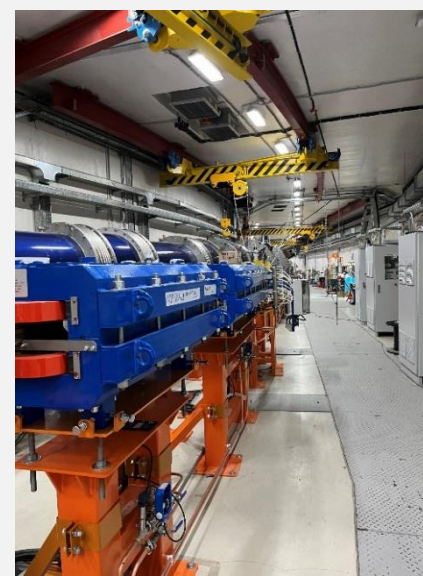
Два спиральных гелиевых компрессора «Каскад- 110/30»

Мощность криогенного комплекса при температуре 4,5 К увеличена с 4 кВт до 10 кВт. Комплекс по производству жидкого гелия дополнен установкой сжижения гелия производительностью 1000 л/час, сооружены криогенные трубопроводы от компрессорной станции к западной (сентябрь, 2025 г.) и восточной (ноябрь, 2025 г., с участием ИЯФ СО РАН, Е. Пята) аркам Коллайдера. С введением в строй компрессорной станции в сентябре 2025 г начато захолаживание магнитов Коллайдера до гелиевых температур и в октябре 2025 г. обеспечена работа криогенных систем одновременно для трех ускорителей Бустера, Нуклотрона и Коллайдера.

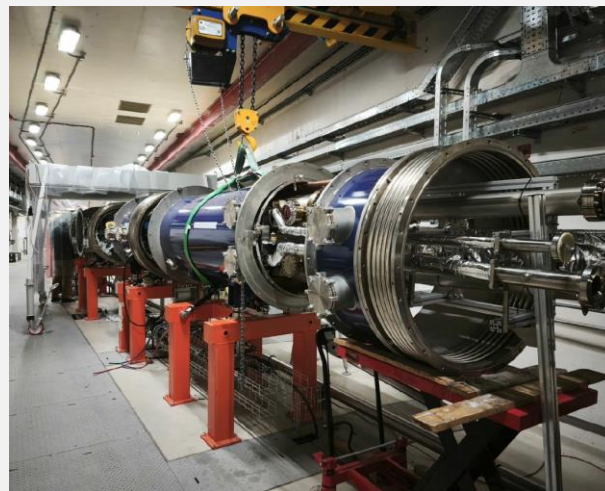
Завершение монтажа криомагнитной системы Коллайдера NICA 15 ноября 2025 г.



Монтаж первого магнита, 21 декабря, 2021 г.



Монтаж каналов транспортировки Коллайдера
(25 корректоров изготовлены в ИЯФ СО РАН)



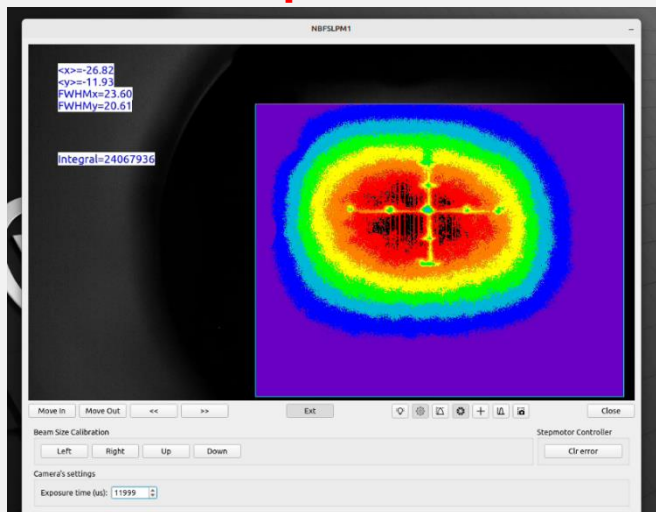
Монтаж криомагнитной системы Коллайдера



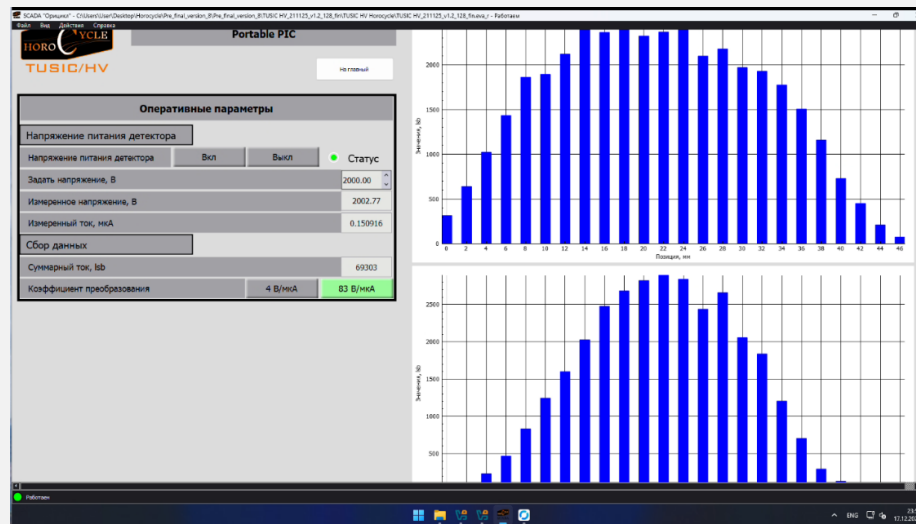
Вакуумные
испытания
Коллайдера

Монтаж септума инъекции
последнего элемента
криомагнитной системы Коллайдера
15 ноября 2025 г.

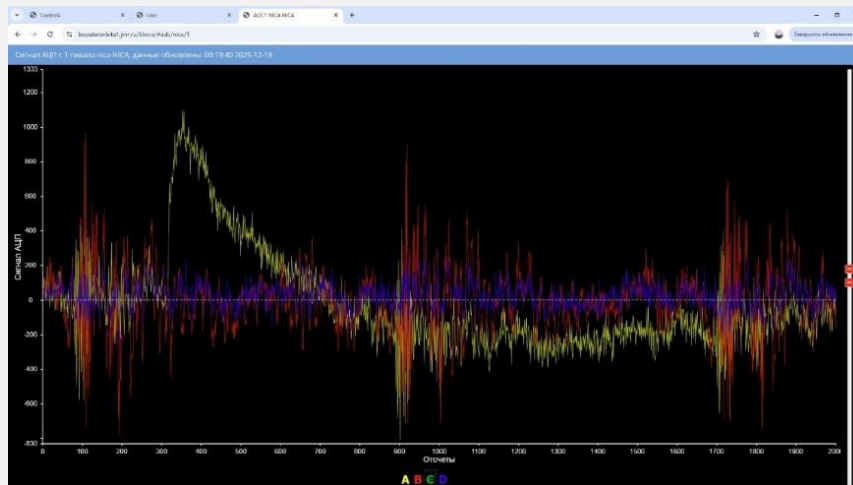
Первая инжекция пучка в нижнее кольцо Коллайдера NICA



Сигнал профиля пучка ядер ксенона с люминофора (ИЯФ СО РАН, О. Мешков) на выходе канала транспортировки из Нуклотрона в Коллайдер, 18 декабря 2025 г.



Сигнал с ПИК профилометра на выходе канала транспортировки из Нуклотрона в Коллайдер, 18 декабря 2025 г.



Инжекция первого пучка в Коллайдер NICA, 18 декабря 2025 г.

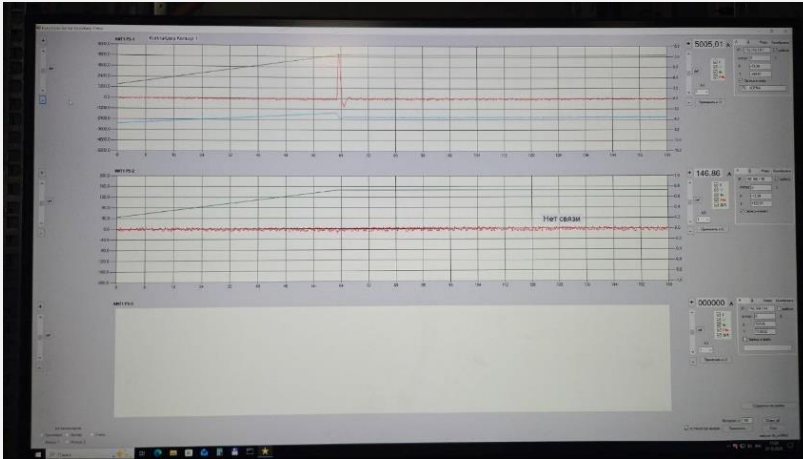
20 декабря, 2025 г. проведена транспортировка пучков по южной и северной веткам до систем инъекций нижнего и верхнего колец Коллайдера

Часть вакуумных камер секций инъекции изготовлены с участием ИЯФ СО РАН, А. Краснов

Формирование магнитного поля в Коллайдере

Захолаживание западной арки (западной половины Коллайдера) началось в середине сентября 2025 г.

24 декабря 2025 г -завершено захолаживание восточной и западной арок Коллайдера



30 Декабря 2025 г завершены работы по заводке тока 5 кА в кольца Коллайдера, $B=0,86$ Тл.

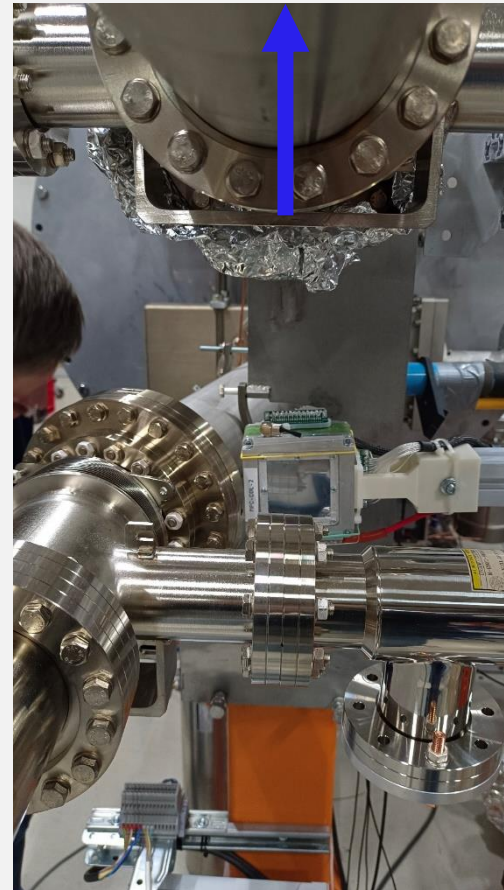
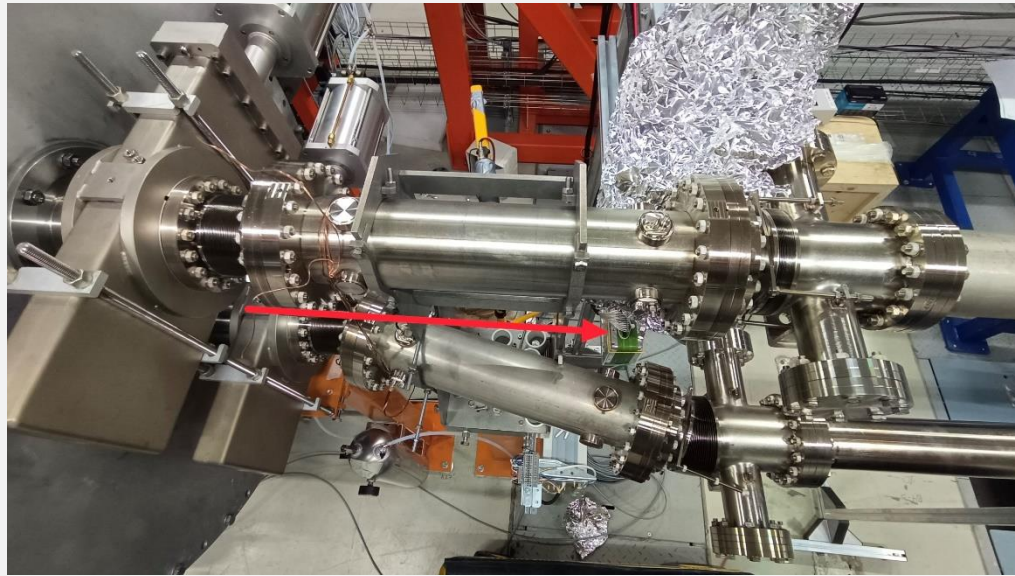
Максимальный ток, заведенный в магниты западной половины Коллайдера:

нижнее полукольцо - 5,6 кА, ($B=0,97$ Тл)

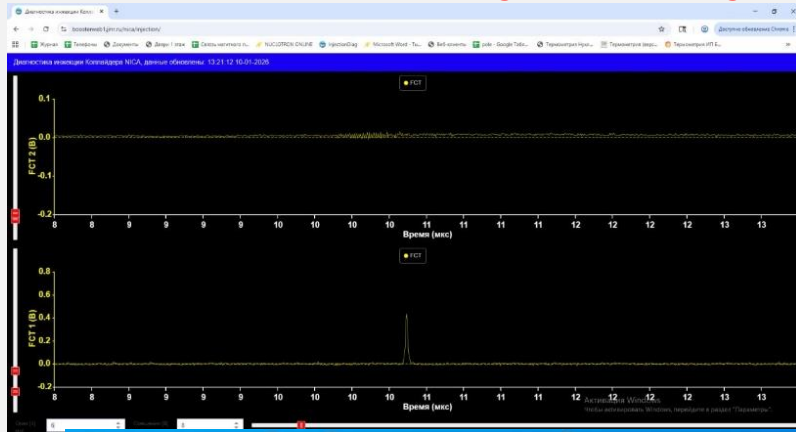
верхнее полукольцо - 8,9 кА ($B= 1,55$ Тл).

Максимальный ток, заведенный в магниты восточного верхнего и нижнего полуколец, одинаков - 6,5 кА ($B=1,1$ Тл)

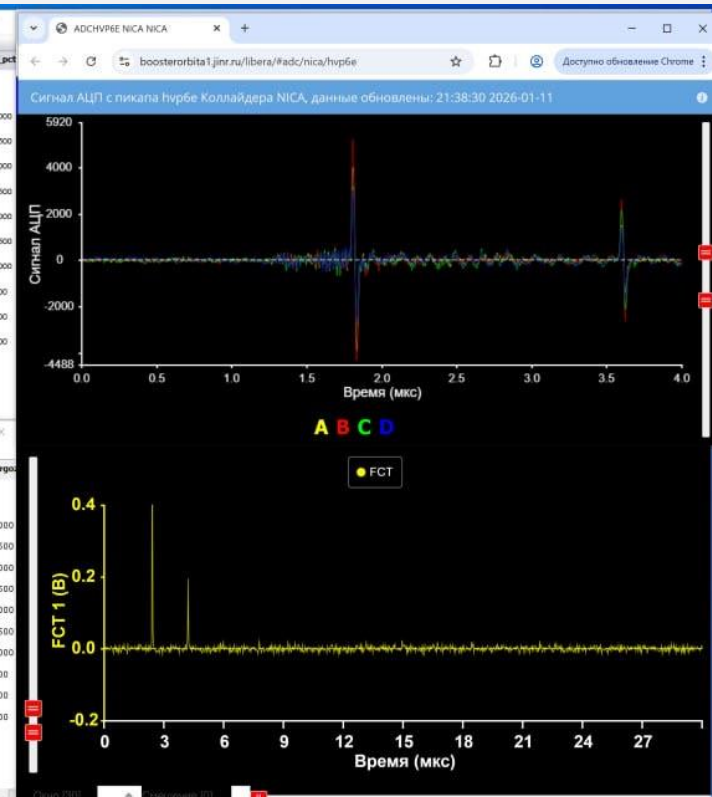
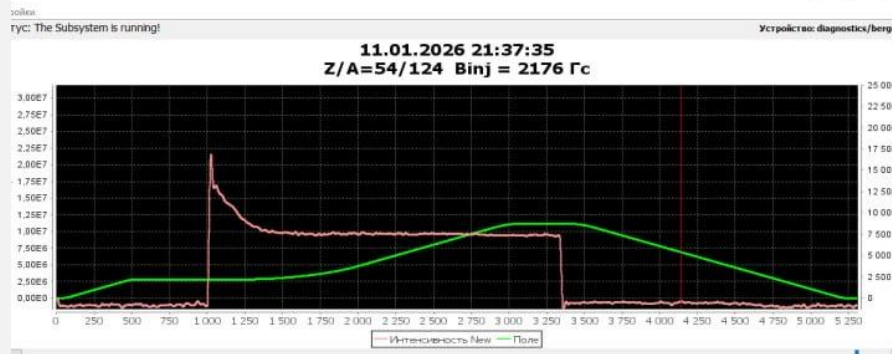
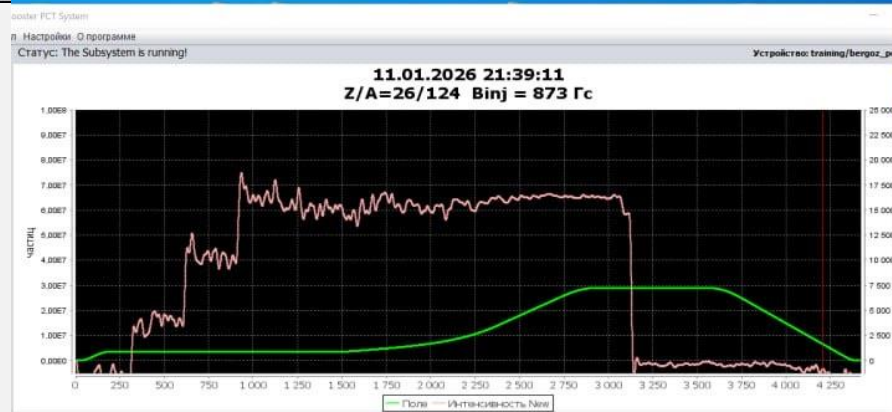
**Инженерные решения при реализации
первого оборота пучка в Коллайдере в
отсутствии профилометров**



Первая циркуляция пучка в нижнем кольце Коллайдера NICA

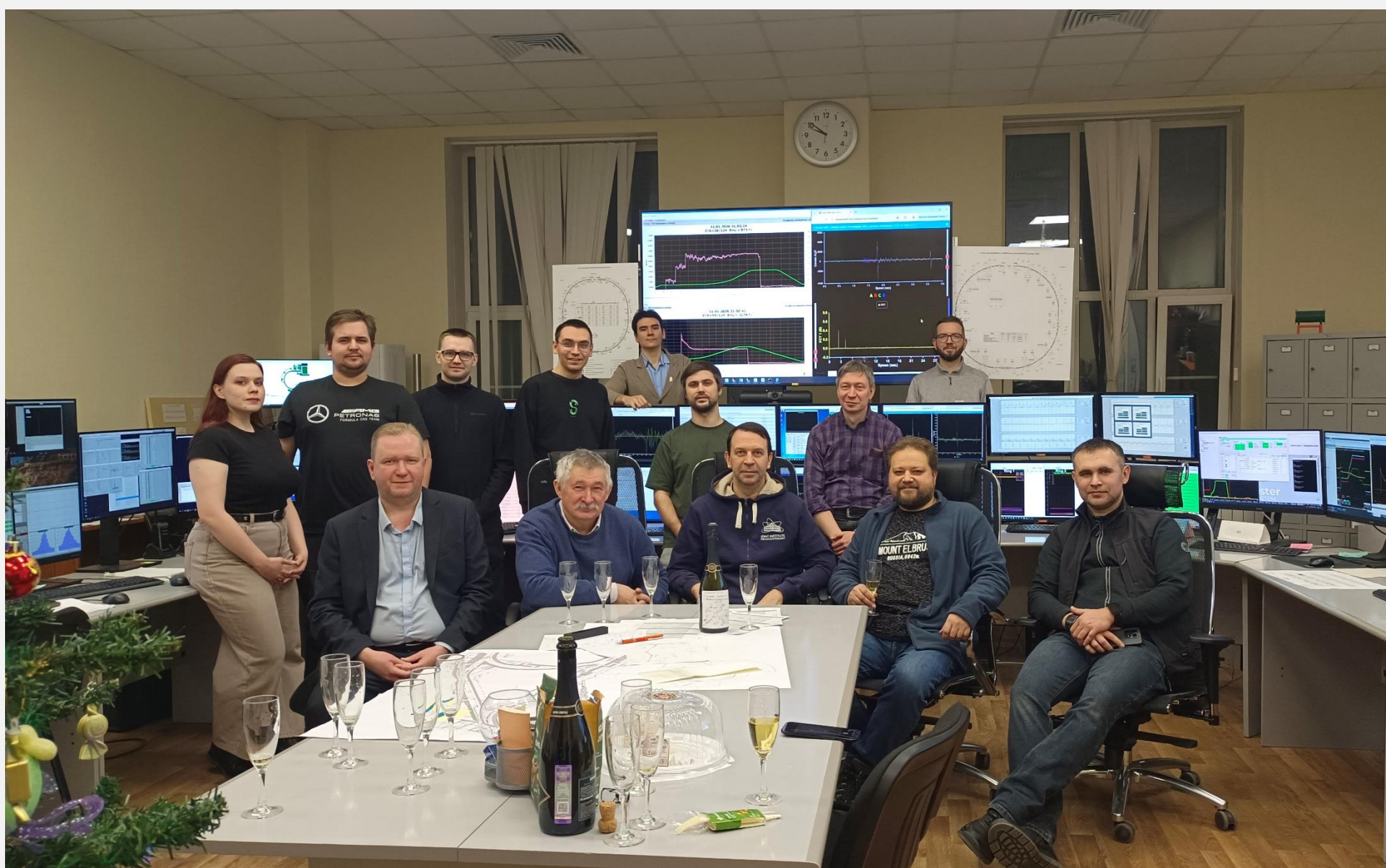


Сигнал тока пучка при его инжекции в нижнее кольцо Коллайдера, 11 января 2026 г.



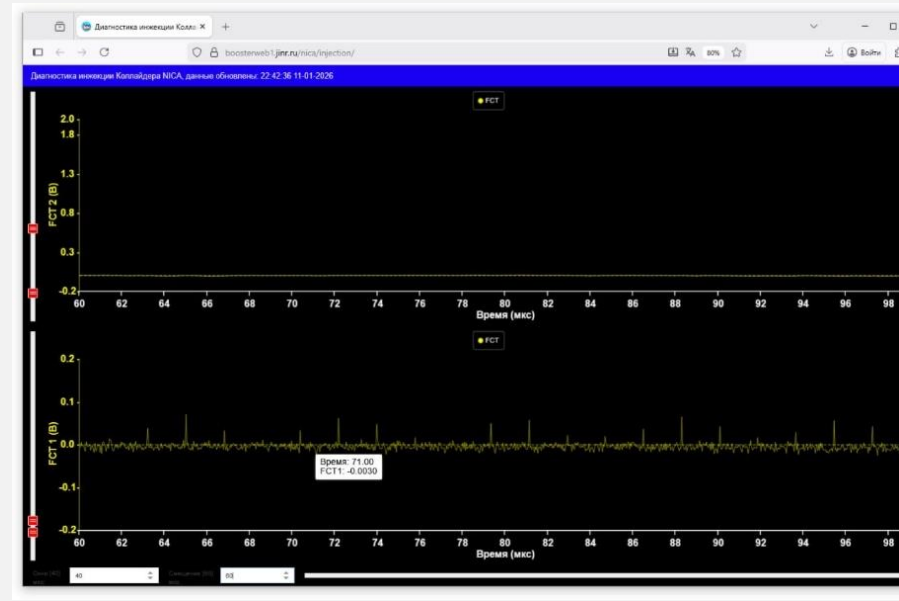
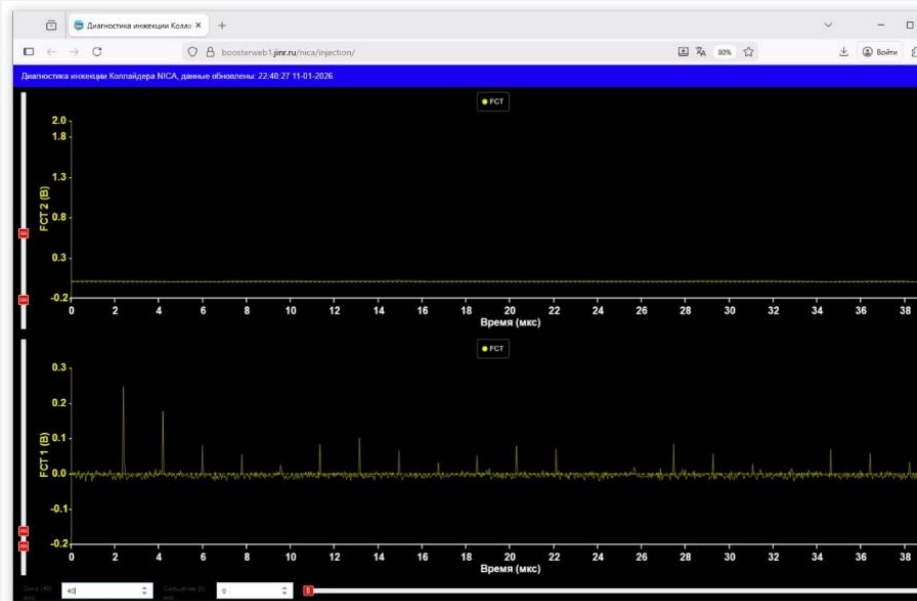
Ток пучка ионов Xe^{26+} в Бустере (сверху),
Ток пучка ядер ксенона Xe^{54+} с энергией
1,76 ГэВ/н в Нуклотроне

Сигналы с пикапов и трансформатора тока при
первых двух оборотах пучка,
в нижнем кольце Коллайдера, 11 января 2026 г.

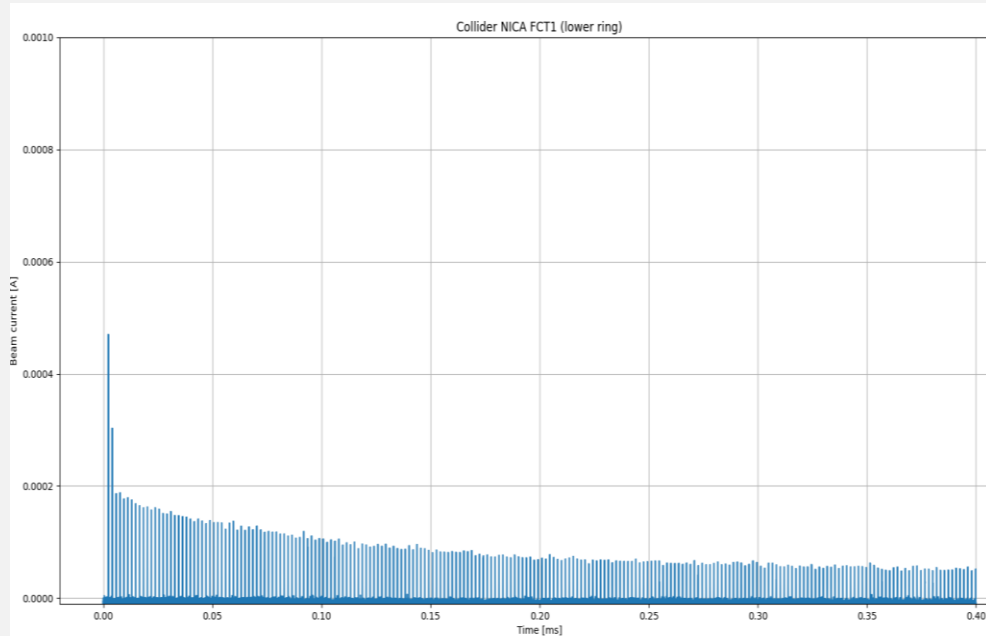


Участники смены, в ходе которой была получена первая циркуляция пучка ядер ксенона в нижнем кольце Коллайдера NICA

Циркуляция пучка в нижнем кольце Коллайдера NICA



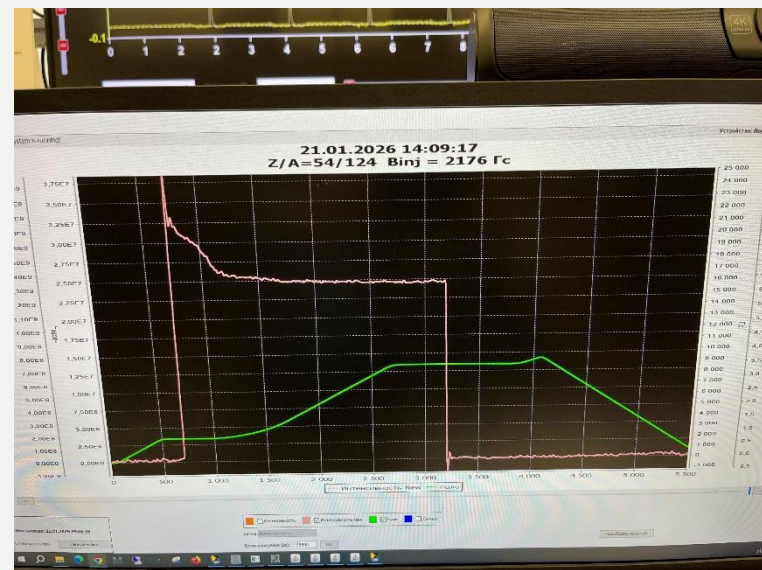
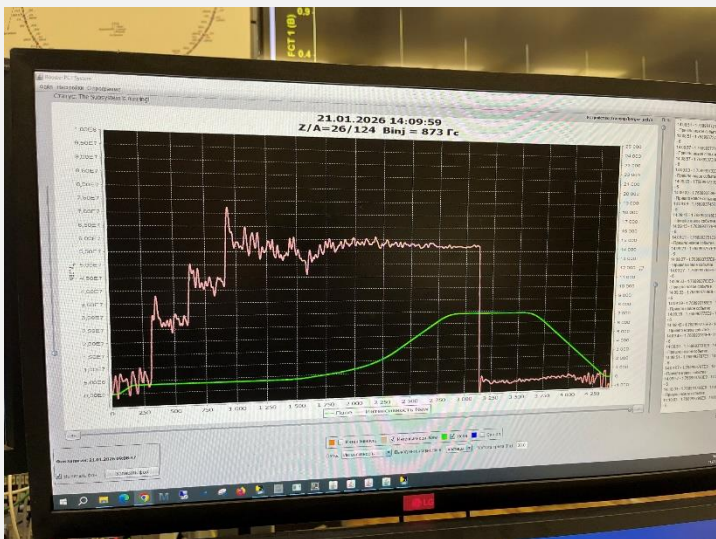
Многооборотная циркуляция пучка в нижнем кольце Коллайдера, 11 января 2026 г.



Первые две сотни оборотов в нижнем кольце Коллайдера, 12 января 2026 г.

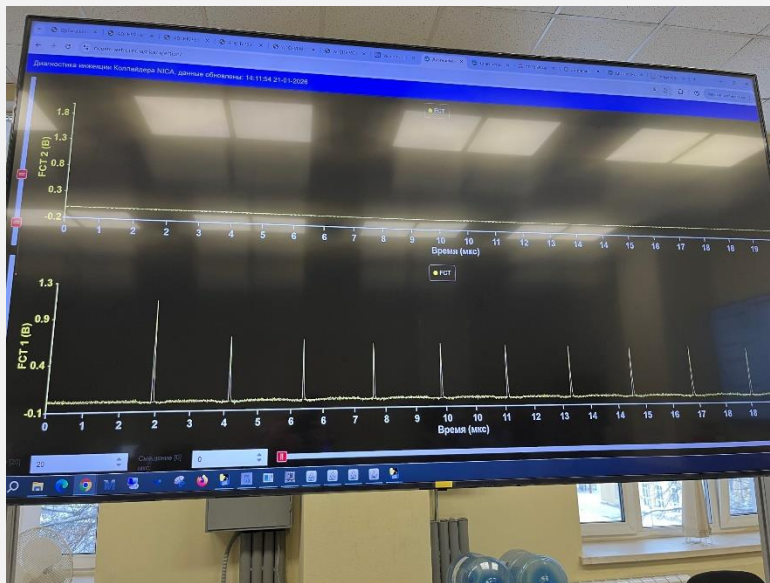
Циркуляция сгруппированного пучка в нижнем кольце Коллайдера NICA

(Запуск 4-х резонаторов ВЧ2 выполнен совместной командой ИЯФ СО РАН (Е. Ротов), ОИЯИ и Козилаб-Сибирь (Г. Фаткин))



Интенсивность пучка ионов ксенона в Бустере 6Е7

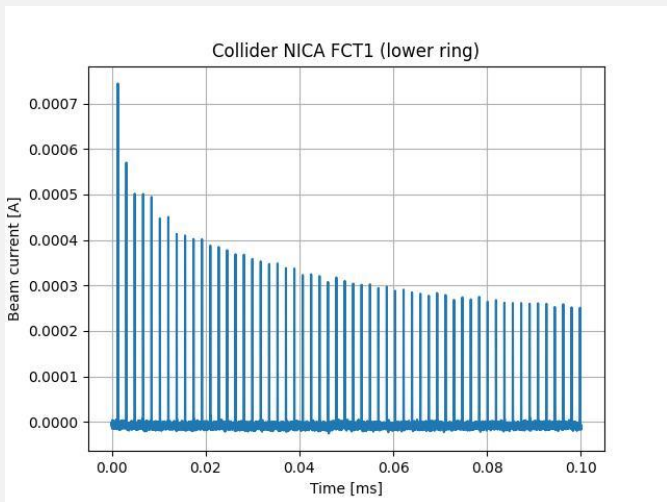
Интенсивность пучка ядер ксенона в Нуклотроне 2.5Е7



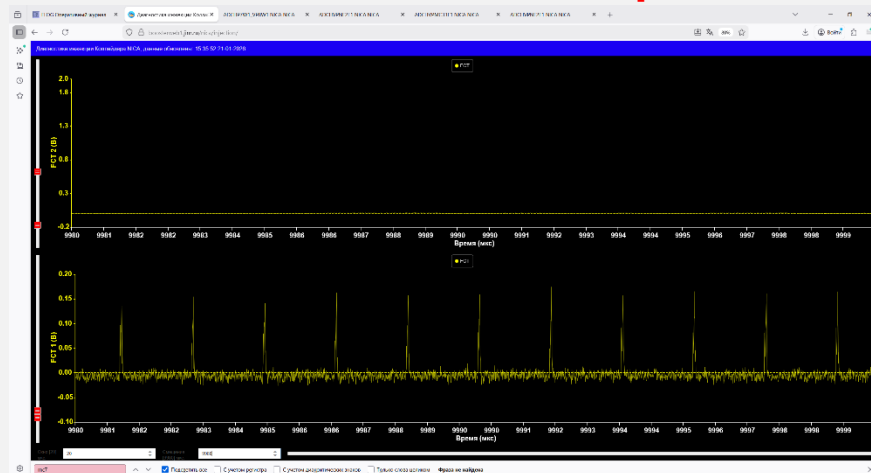
Количество инжектированных в Коллайдер ядер $\text{Xe}54+$ за импульс равно $2\text{E}6$ с энергией $1,76$ ГэВ/н.

Циркуляция сгруппированного пучка в нижнем кольце Коллайдера, 21 января 2026 г.

Циркуляция сгруппированного пучка в нижнем кольце Коллайдера NICA

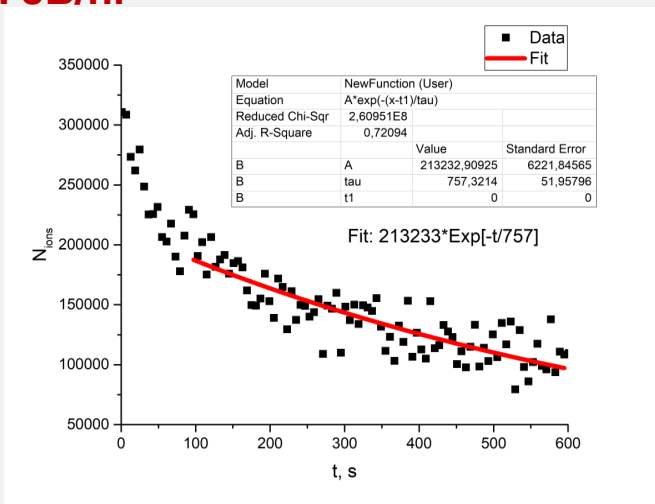


Первые **50 оборотов** в нижнем кольце Коллайдера сгруппированного пучка, 21 января 2026 г.

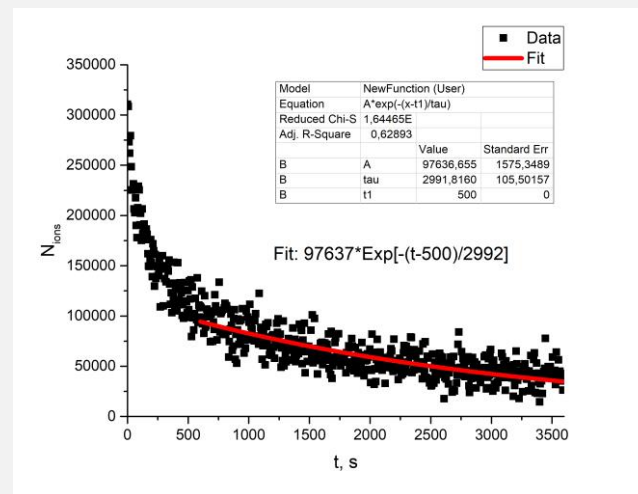


Циркуляция сгруппированного пучка в нижнем кольце Коллайдера **через 5000 оборотов**, 21 января 2026 г.

Количество инжектированных в Коллайдер ядер **He54+** за импульс равно **2E6** с энергией **1,76 ГэВ/н.**

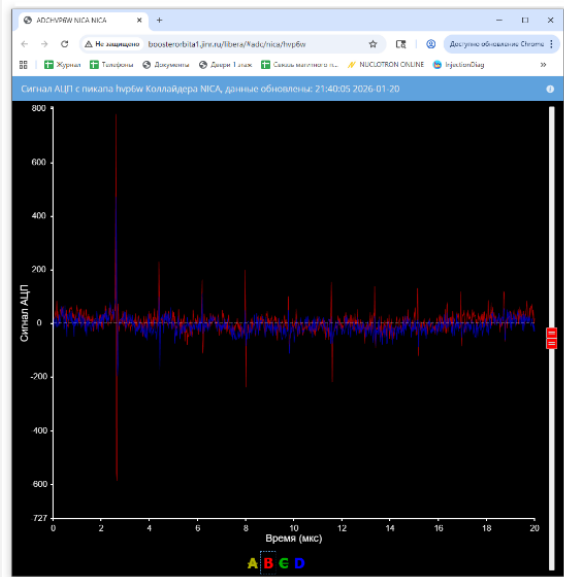


Время жизни пучка из-за диффузии и вакуумных потерь-**12 мин.**

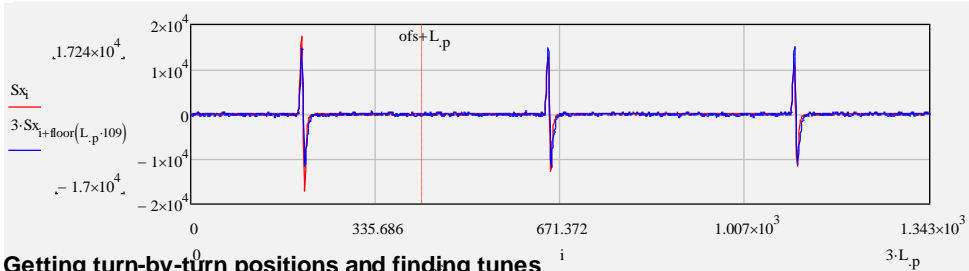


Время жизни пучка из-за вакуумных потерь-**50 мин.**

Параметры пучка в нижнем кольце Коллайдера NICA

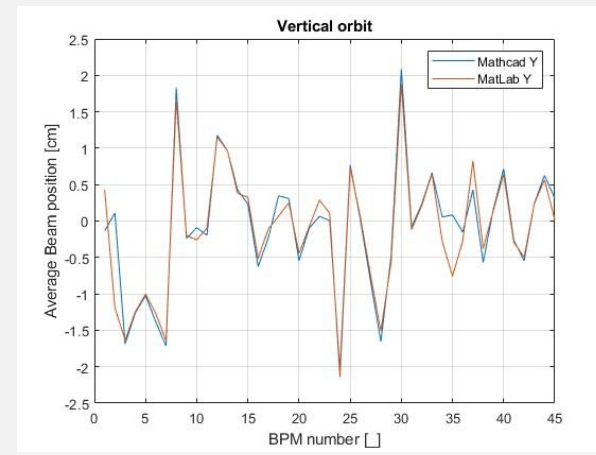
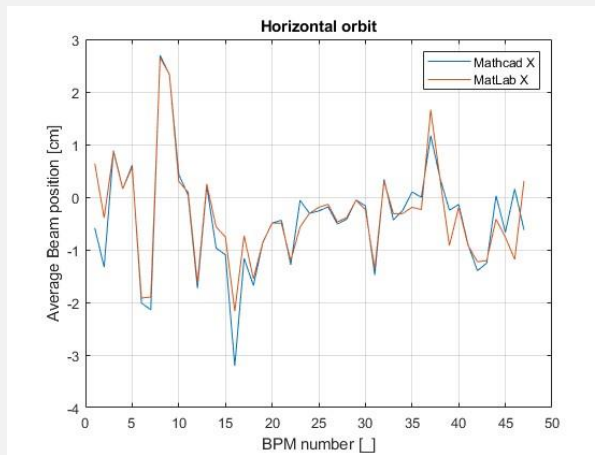


Сигнал с пикапов Коллайдера, W арка

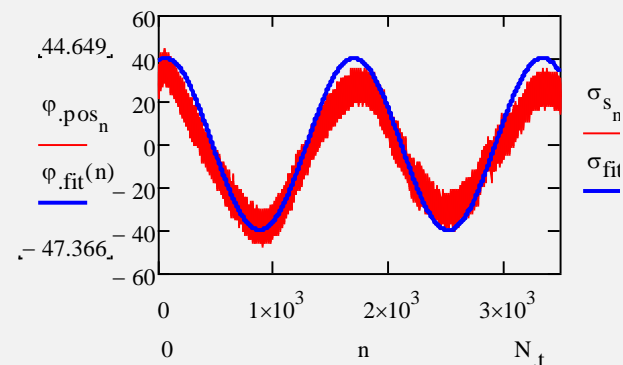
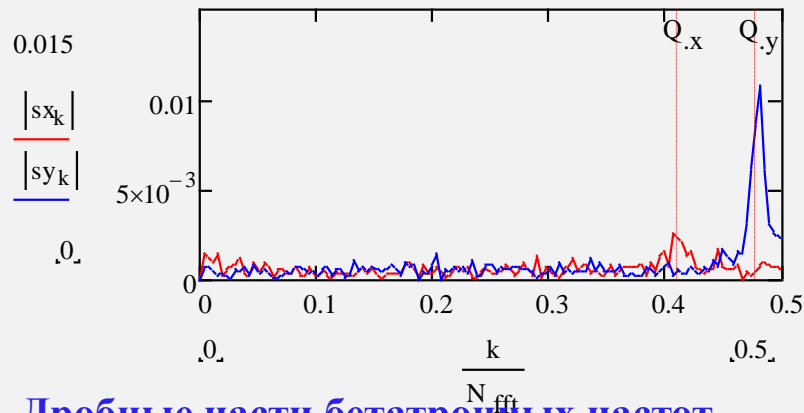


Getting turn-by-turn positions and finding tunes

Сигнал с пикапов, прямолинейные секции Коллайдера

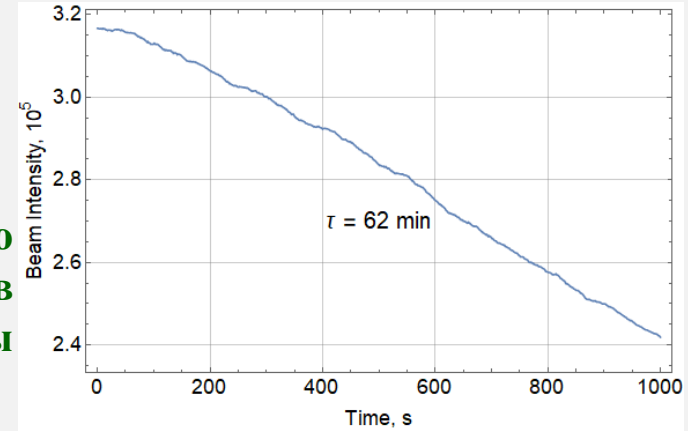
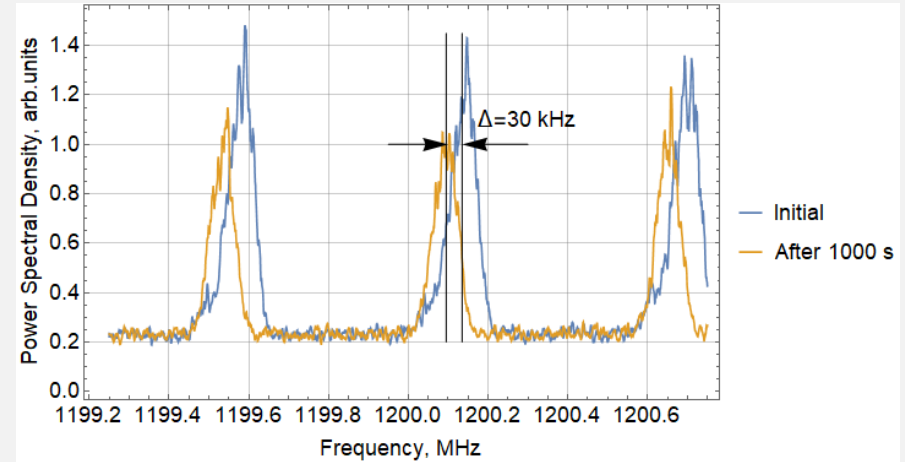
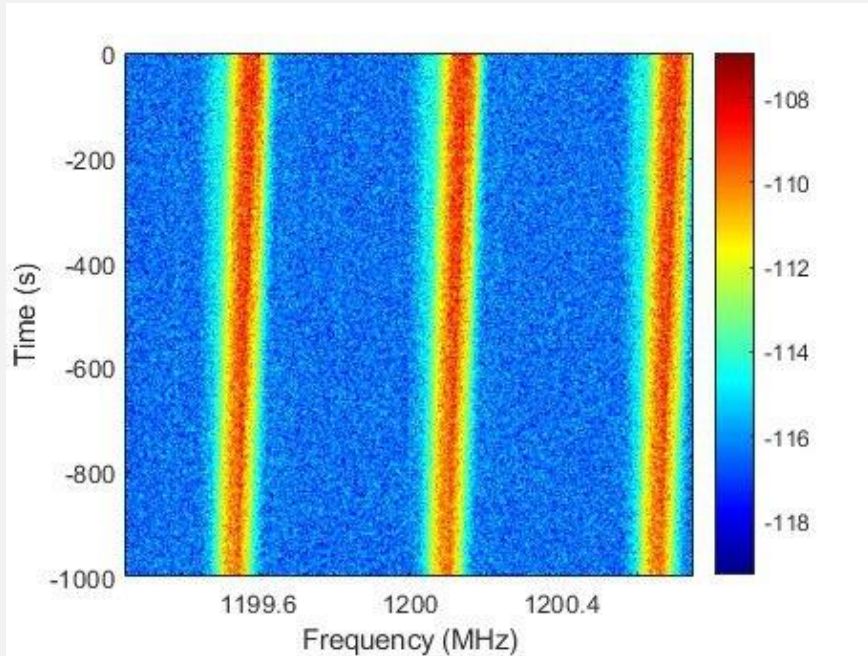


Поперечные координаты центров тяжести траектории пучков в Коллайдере



Синхротронные колебания, $Q_s=340,72$ Гц.

Циркуляция пучка в нижнем кольце Коллайдера

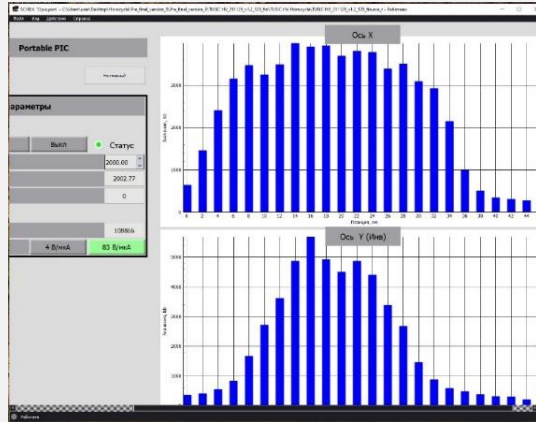


Измерение частоты циркуляции распущенного пучка по сигналу Шоттки-пикапа в нижнем кольце в зависимости от времени (наклона гармоник частоты во времени), 11 февраля 2026 г.

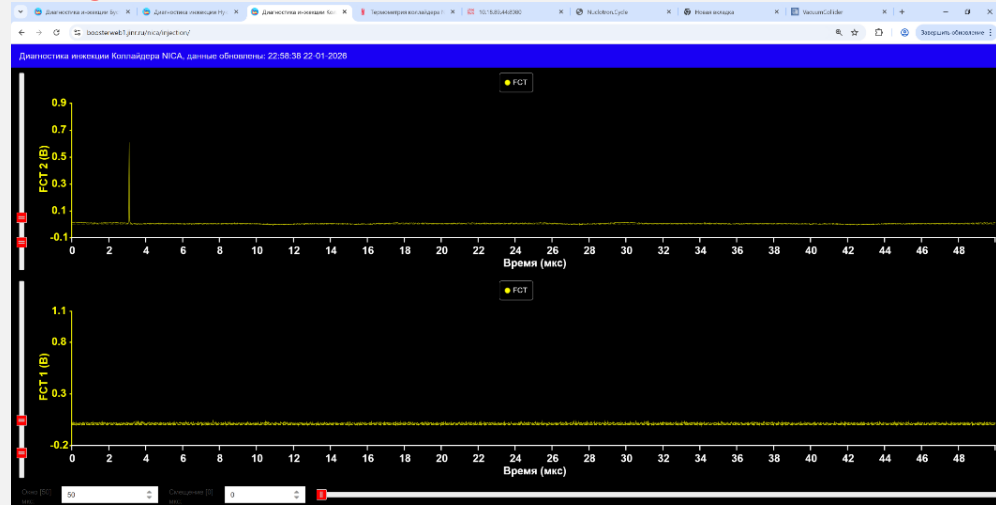
Амплитуда Шоттки сигнала уменьшается с мгновенным временем **62 мин.**

Скорость торможения энергии ионов распущенного пучка равна **5 кэВ/с**, что соответствует средней плотности вещества для молекулярного водорода при комнатной температуре и давлению $2 \cdot 10^{-9}$ Торр, среднее измеренное давление в теплых секциях - $3 \cdot 10^{-9}$ Торр.

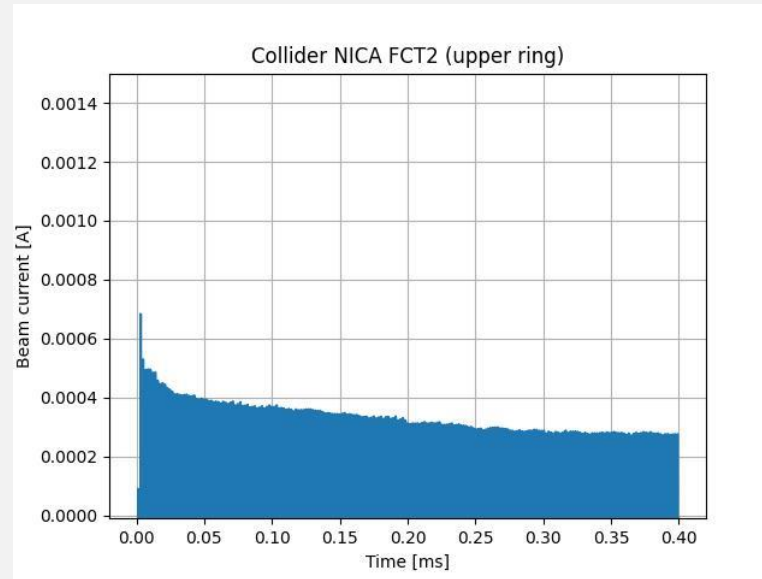
Инжекция и первая циркуляция пучка в верхнем кольце Коллайдера NICA



Сигнал с ПИК профилометра при инъекции пучка ядер ксенона в верхнее кольцо Коллайдера, пучок пролетел 1/8 Коллайдера, 14 января 2026 г.

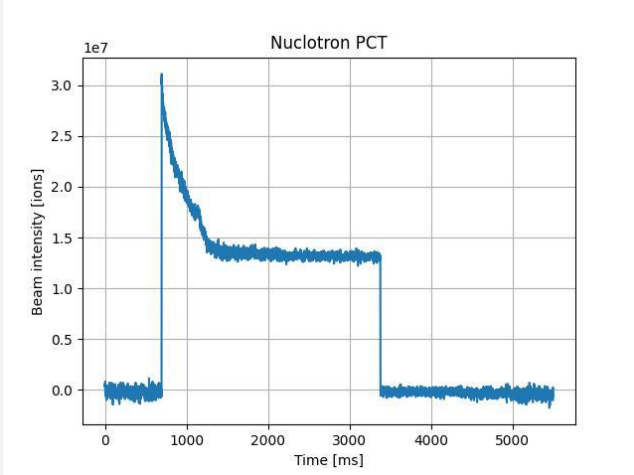
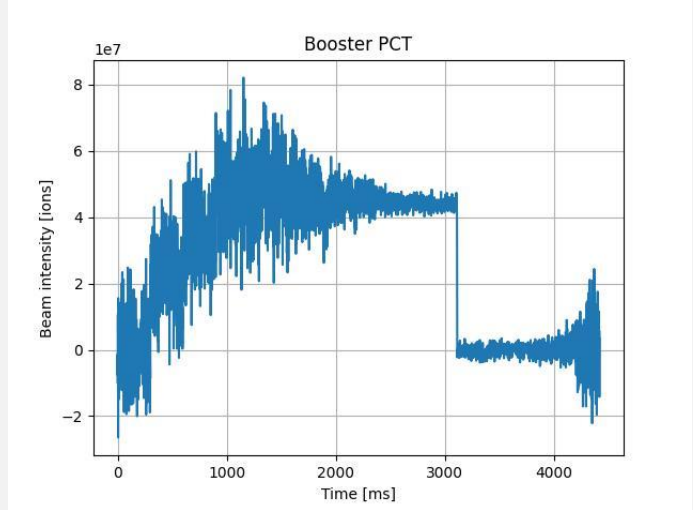


Сигнал с трансформатора тока, первый оборот пучка в верхнем кольце Коллайдера, 22 января 2026 г.



Первые 200 оборотов в верхнем кольце Коллайдера сгруппированного пучка, 12 февраля 2026 г.

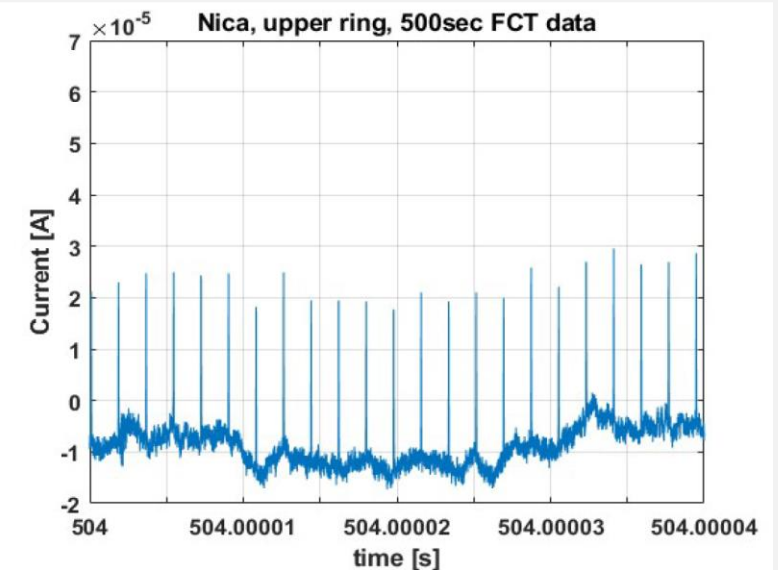
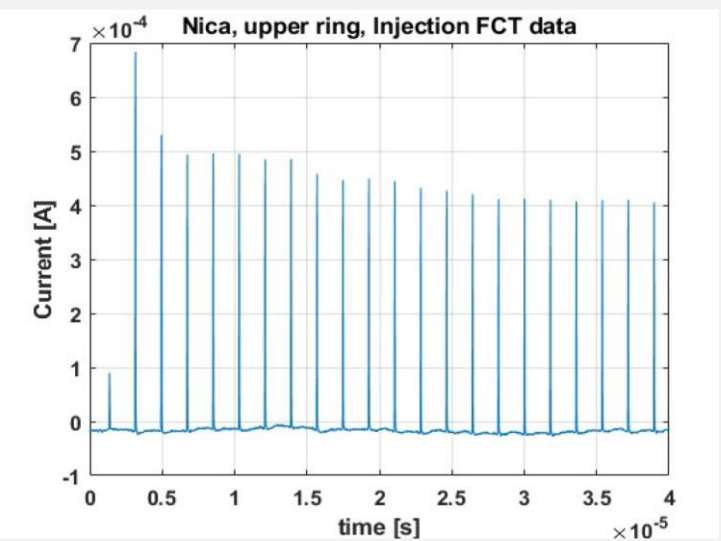
Инъекция и циркуляция пучка в верхнем кольце Коллайдера NICA



Интенсивность пучка ионов ксенона в Бустере $4,5E7$, 12 февраля 2026 г.

Интенсивность пучка ядер ксенона в Нуклотроне $1,3E7$, 12 февраля 2026 г.

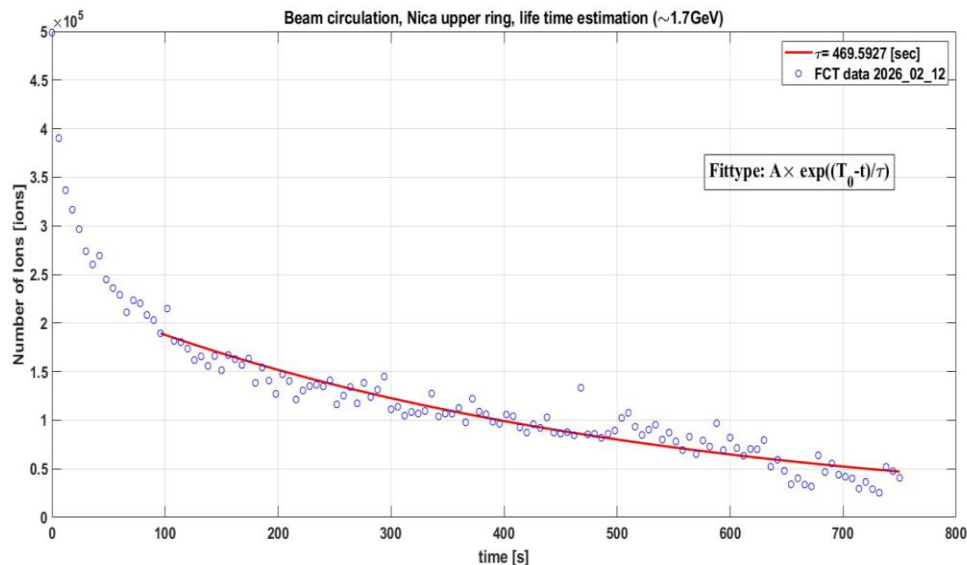
Количество инжектированных в верхнее кольцо Коллайдера ядер Xe^{54+} за импульс равно $3E6$ с энергией $1,76$ ГэВ/н.



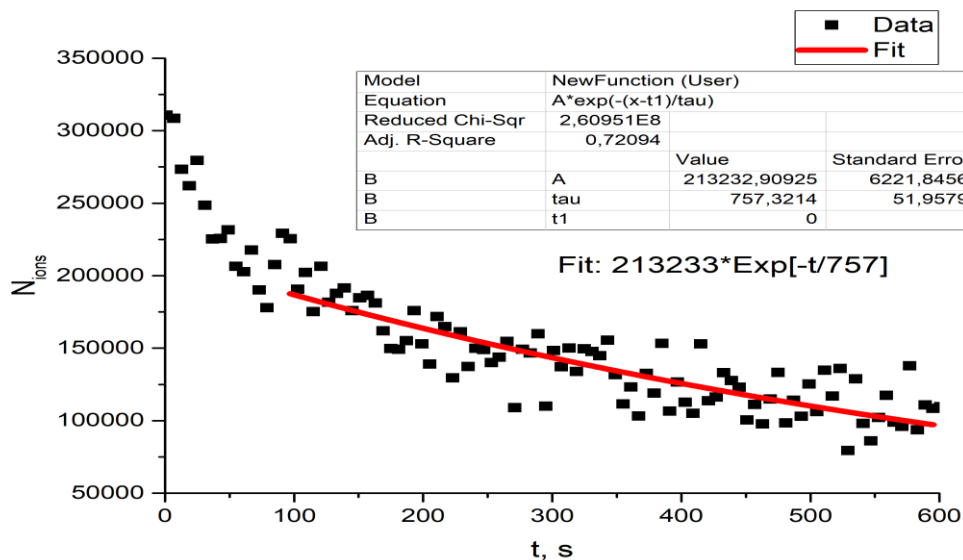
Циркуляция пучка после инъекции в верхнее кольцо Коллайдера, 12 февраля 2026 г.

Циркуляция пучка в верхнем кольце Коллайдера через 500 сек, 12 февраля 2026 г.

Циркуляция пучков в кольцах Коллайдера NICA



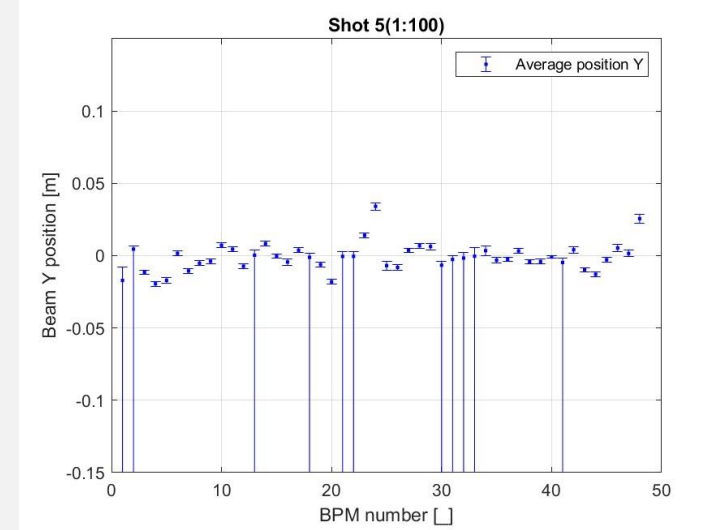
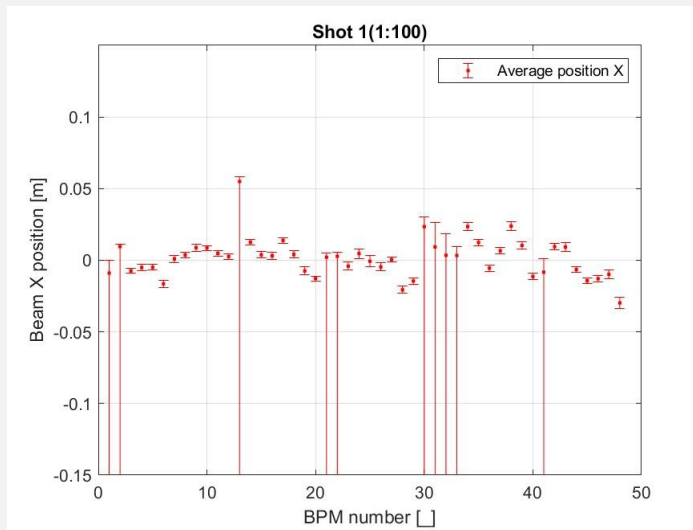
Время жизни пучка при его инъекции в **верхнее кольцо** равно **469 сек** (12 февраля, 2026 г.)



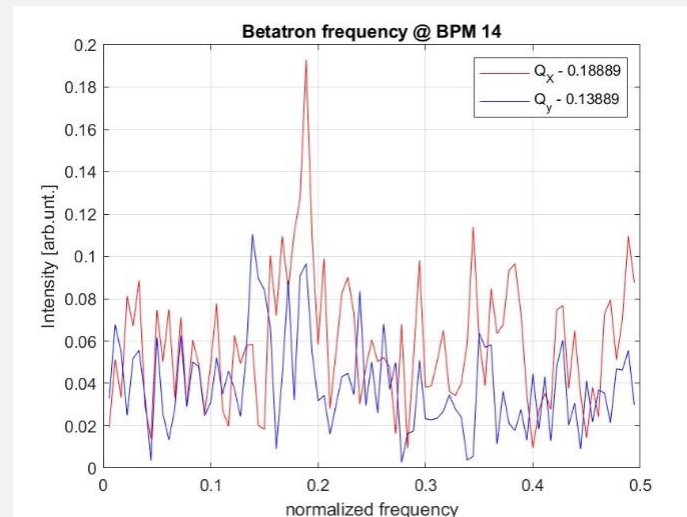
Время жизни пучка при его инъекции в **нижнее кольцо** равно **757 сек** (21 января, 2026 г.)

Время жизни пучка при его инъекции в Коллайдер составляет около 10 минут на начальном этапе и около 1 часа при его дальнейшей циркуляции и уменьшении его размеров и импульсного разброса.

Параметры пучка в верхнем кольце Коллайдера NICA

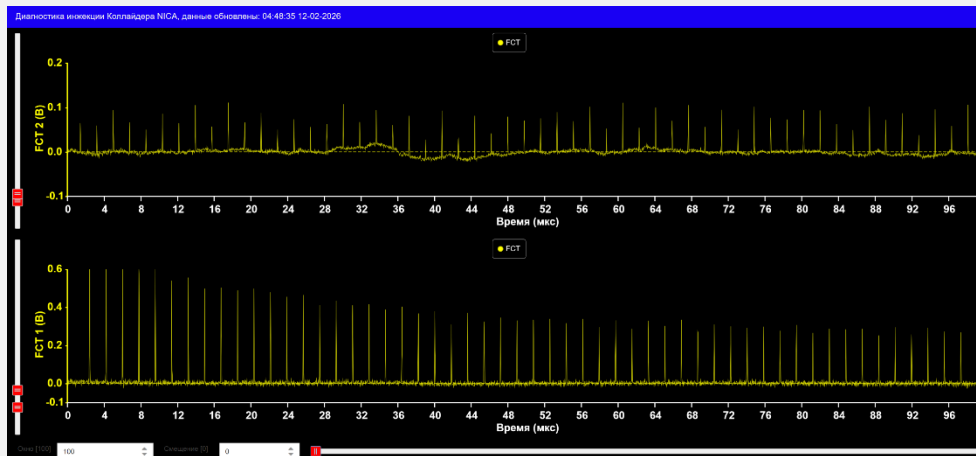


Поперечные координаты центров тяжести траектории пучков в Коллайдере

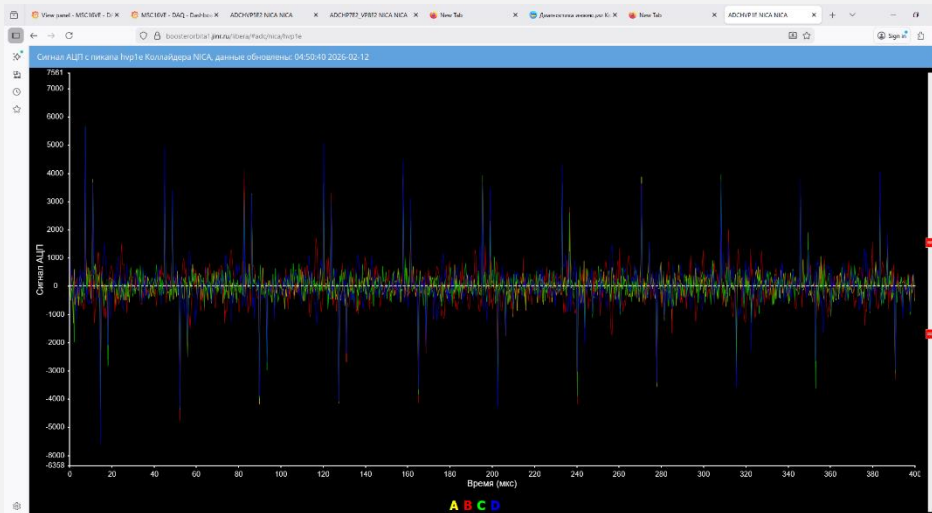


Дробные части бетатронных частот,
 $Q_x=0,189$, $Q_y=0,139$

Циркуляция пучков в обоих кольцах Коллайдера NICA



Сигналы с трансформаторов тока от циркулирующих пучков ядер Xe^{54+} с энергией $1,76 \text{ ГэВ/н}$ в верхнем и нижнем кольцах Коллайдера, 12 февраля 2026 г.



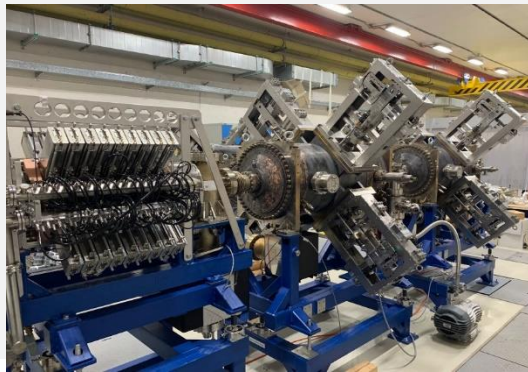
Сигналы со стрип-мониторов положения пучка в области встречи. Пучки верхнего и нижнего колец Коллайдера, сведенные в области встречи с разницей частот циркуляции $df=3 \text{ Гц}$, $df/f=5\text{E-}6$, 12 февраля, 2026 г.

Подготовка к осеннему сеансу №2 2026 г. в рамках сотрудничества с ИЯФ СО РАН

Планы по дальнейшему **повышению интенсивности циркулирующих пучков** в Коллайдере прежде всего связаны с **реализацией схемы накопления ионов** с помощью прямоугольных **ВЧ-барьеров**.

В **апреле 2026 г.** ИЯФ СО РАН (Е. Ротов) и ОИЯИ планируют завершить работу над созданием **электроники управления и программного обеспечения** для источников питания барьерных ВЧ-станций.

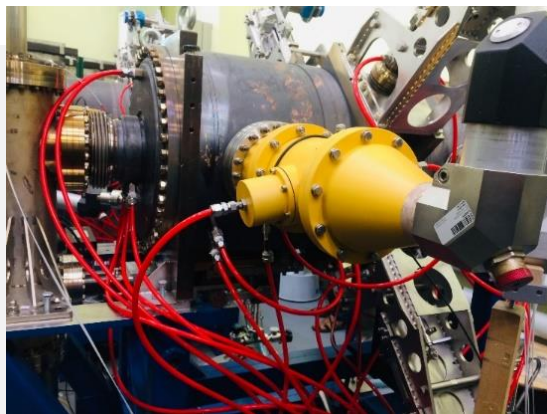
При использовании электронного охлаждения Бустера возможно **накопление ионов с ВЧ-барьерами около 30 циклов инжекции в Коллайдере без охлаждения пучка в нем.**



Две ВЧ1 и восемь ВЧ2 станций смонтированы в туннеле Коллайдера



Уменьшение продольных размеров сталкивающихся сгустков и **повышение светимости при их столкновениях** планируется за счет **добавления к существующим четырем гармоническим ВЧ2-резонаторам еще четырех дополнительных ВЧ2-резонаторов.** Запуск дополнительных 4-х ВЧ2 резонаторов ОИЯИ и ИЯФ СО РАН планируют в **мае 2026 г.**



В **мае 2026 г.** ИЯФ СО РАН планирует монтаж и пуско-наладку **2-х ВЧ3 резонаторов** и в **августе 2026 г.** еще **2-х ВЧ3 резонаторов** на 66 гармонике



В **мае-июле 2026 г.** ИЯФ СО РАН (В. Рева) планирует монтаж и пуско-наладку центрального **соленоида СЭО Коллайдера**

Июль 2026 г. Тестирование низковольтной системы управления ВЧ2 и ВЧ3 усилителей при планируемой перегруппировке пучков (Е. Ротов, ИЯФ СО РАН, Г. Фаткин, Козилаб-Сибирь)

Статус MPD детектора



Поддерживающая ферма – готова



Успешно протестирована процедура установки углеродной фермы в магнит при сажите ~ 5 мм с установленными направляющими для TPC и TOF.

TPC – Дрейфовая часть с высоковольтными мембранами установлена в газовый объем. Установка считывающих камер начнётся в Апреле



24+ ROC готовы; 100+ % FE карт. TPC газовый объем собран. Система охлаждения -запускается

FHCAL, FFD – готовы



Охлаждение Соленоида и измерение магнитного MPD

- Соленоид охлажден до рабочей температуры 4.5 К осенью 2025 г.
- Магнитные измерения начаты в Октябре 2025 г при
- $B = 0.2$ Тл,
- **Получено проектное поле 0.57 Тл, Февраль 2026 г.**
- Март 2026-магнитные измерения поле 0.5Т.



Система измерения карты магнитного поля, ИЯФ СО РАН (Е. Антохин)

3-х мерный датчик Холла движется в 3-х направлениях : z , R , ϕ
 Точность: 0.1 – 0.3 Гс
 Число точек: $\sim 2 \cdot 10^4$
 Диапазон полей: 0.2 – 0.5 Тл

ECAL – все 50 модулей готовы



Все 28 (100%) TOF модуля собраны, протестированы и готовы для установки.

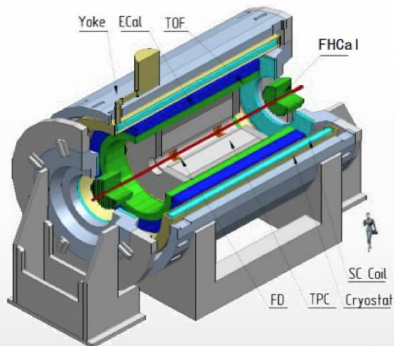


12 Countries, >500 participants, 38 Institutions and JINR

Organization

Acting Spokesperson: **Victor Riabov**
 Deputy Spokespersons: **Zebo Tang, Arkadiy Taranenko**
 Institutional Board Chair: **Alejandro Ayala**
 Project Manager: **Slava Golovatyuk**

Joint Institute for Nuclear Research;
 A.Alikhanyan National Lab of Armenia, Yerevan, Armenia;
 Institute for Nuclear Problems of Belarusian State University, Belarus;
 Institute of Power Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus, Belarus;
 University of Plovdiv, Bulgaria;
 Tsinghua University, Beijing, China;
 University of Science and Technology of China, Hefei, China;
 Huzhou University, Huizhou, China;
 Institute of Nuclear and Applied Physics, CAS, Shanghai, China;
 Central China Normal University, China;
 Shandong University, Shandong, China;
 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, China;
 University of South China, China;
 Three Gorges University, China;
 Institute of Modern Physics of CAS, Lanzhou, China;
 Egyptian Center for Theoretical Physics, Egypt;
 Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia;
 Institute of Physics and Technology, Almaty, Kazakhstan;
 Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM, Mexico;
 Universidad Autónoma de Sinaloa, Mexico;
 Universidad Autónoma Metropolitana, Mexico;
 Universidad de Colima, Mexico;
 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Mexico;
 Institute of Physics and Technology, Mongolia;



Belgorod National Research University, Russia;
 High School of Economics University, Moscow, Russia;
 Institute for Nuclear Research of the RAS, Moscow, Russia;
 National Research Nuclear University MEPhI, Moscow, Russia;
 Moscow Institute of Science and Technology, Russia;
 North Ossetian State University, Russia;
 National Research Center "Kurchatov Institute", Russia;
 National Research Tomsk Polytechnic University, Russia;
 Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University Saint Petersburg, Russia;
 Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia;
 St. Petersburg State University, Russia;
 Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Moscow, Russia;
 Petersburg Nuclear Physics Institute, Gatchina, Russia;
 Vinča Institute of Nuclear Sciences, Serbia;
 Pavol Jozef Šafárik University, Košice, Slovakia;

Список задач MPD на первые 3 года работы на Коллайдере НИКА

1. Оценка набранного числа событий для пучкового сеанса длительностью 3 месяца при общей эффективности работы ускорителя-детектора-DAQ равной 30%:

3 (месяца) * 30 (дней) * 24 (часа/день) * 3600 (сек./час) * 50 (Гц) * 0.3 (эффективность) ~ 100 М событий.

2. Калибровка и выставка детекторных подсистем, подстройка параметров Монте-Карло моделирования экспериментальной установки под реально измеренные характеристики детекторов.

3. Определение эффективности триггерной системы эксперимента, точности измерения стартового времени T_0 для временных измерений и геометрии ядерных столкновений (центральность по TPC/FHCAL, плоскость реакции по TPC/FHCAL/FFD).

4. Измерение физических сигналов:

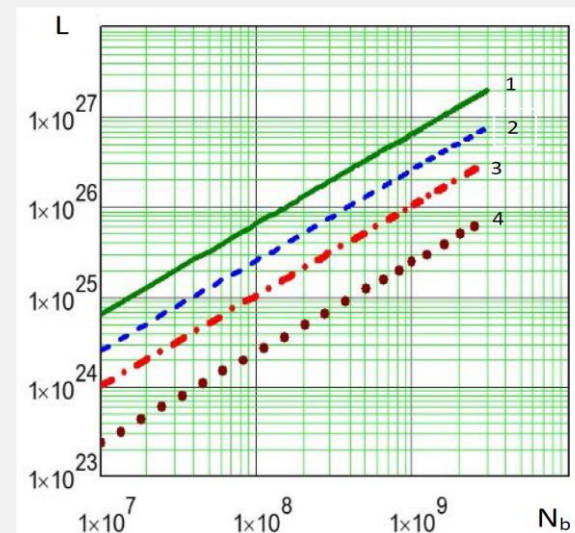
- Множественность заряженных частиц в зависимости от центральности ядерных столкновений.
- Коллективные потоки для заряженных адронов ($\pi/K/p$).
- Двух-частичные фемтоскопические корреляции пар легких заряженных идентифицированных адронов ($\pi-\pi$, $K-K$).
- Интегральные и дифференциальные спектры рождения для легких заряженных идентифицированных адронов ($\pi/K/p$).
- Интегральные и дифференциальные спектры рождения для слабо-распадающихся нейтральных мезонов и барионов (K_s , Λ).
- Интегральные, дифференциальные спектры рождения фотонов, легких нейтральных мезонов (π/η).
- Интегральные и дифференциальные спектры рождения для легких ядер (d , t , $He3$, $He4$).

5. Интерпретация полученных результатов с целью определения основных термодинамических и транспортных свойств среды, образующейся в столкновениях тяжелых ядер, сравнение результатов с данными, ранее полученными в экспериментах на ускорителях тяжелых ионов в ЦЕРН и БНЛ. 23

Начало сеанса – октябрь 2026 г., конец сеанса – февраль 2027 г.

Планы: сформировать 22 банча длиной $\sigma \sim 2$ м, ядер ксенона, получить светимость $10^{24} - 10^{25} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ при максимальной кинетической энергии 2.5 ГэВ/н

	Бустер		Нуклотрон		Коллайдер
	Инжекция	Вывод	Инжекция	Вывод	
E	3,2 МэВ/н	530 МэВ/н	523 МэВ/н	2-2,5 ГэВ/н	2-2,5 ГэВ/н
N	10^8	$7 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^7$ (инжекция) $5 \cdot 10^8$ (накопление с помощью ВЧ1 и группировка 22 сгустков с помощью ВЧ2 и ВЧ3)
$V_d, \text{Тл}$	0,1	1,6	0,4	<1,2	<1.2



Зависимость светимости от числа ионов в сгустке для разных кинетических энергий (1) 4.5 ГэВ/н (2) 3ГэВ/н, (3) 2 ГэВ/н, (4) 1 ГэВ/н.

MPD детектор планируется установить на пучки тяжелых ионов Коллайдера в сентябре-октябре 2026 г.

Планы:

Настройка циркулирующих пучков, их накопление

Формирование сталкивающихся пучков в кольцах Коллайдера

Калибровка и выставка детекторных подсистем MPD

Определение эффективности триггерной системы эксперимента

Тестирование детекторных систем MPD при взаимодействии пучков с мишенью в области детектора

Измерение физических сигналов в MPD для сталкивающихся пучков (светимость $-10^{25} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$,

частота событий в MPD -50 Гц, 100 млн. событий-3 месяца).

Baryonic Matter at Nuclotron (BM@N) Collaboration:

5 Countries, 14 Institutions, 210 participants

- University of Plovdiv, Bulgaria
- St.Petersburg University
- Shanghai Institute of Nuclear and Applied Physics, CFS, China;
- Joint Institute for Nuclear Research;
- Institute of Nuclear Research RAS, Moscow
- NRC Kurchatov Institute, Moscow combined with Institute of Theoretical & Experimental Physics, NRC KI, Moscow
- Moscow Engineer and Physics Institute
- Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, MSU, Russia
- Moscow Institute of Physics and Technics
- Lebedev Physics Institute of RAS, Moscow
- Institute of Physics and Technology, Almaty
- Physical-Technical Institute Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent
- High School of Economics, National Research University, Moscow
- Institute of Mechanics, Bulgarian Academic of Science, Sofia, Bulgaria

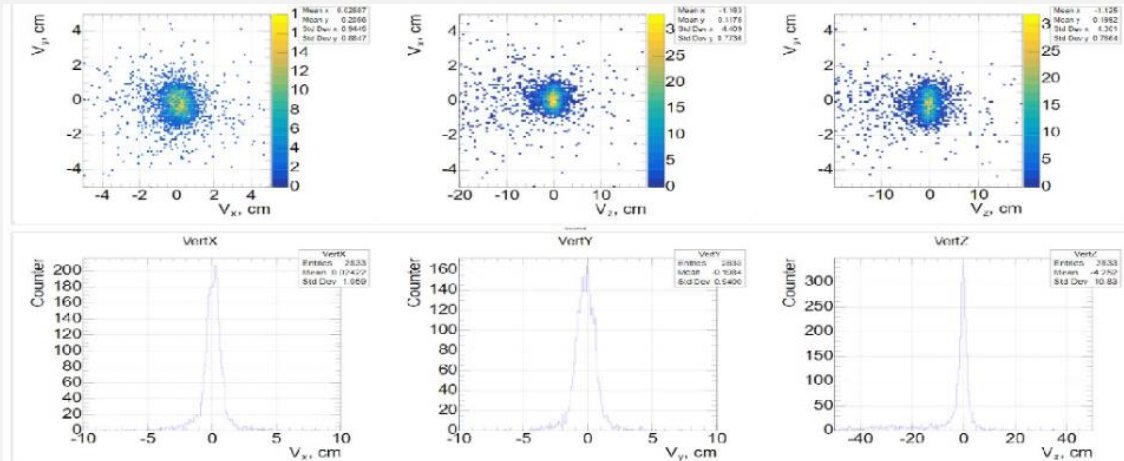
Планы эксперимента BM@N

Эксперимент	Год
<p>Эксперименты в пучках ядер ксенона и криптона, скан по энергии: 1.6, 2.2, 3.0, 3.8A ГэВ,</p> <p>Взаимодействия: Xe(124) + Sn(124), Kr(86) + Y(89)</p>	2026 - 2027
<p>Изготовление и ввод в эксплуатацию дополнительной станции кремниевых трековых детекторов и детектора нейтронов высокой гранулярности</p>	2026 - 2027
<p>Эксперименты в пучке ионов висмута, скан по энергии: 1.6, 2.2, 3.0, 3.8A ГэВ</p> <p>Взаимодействия: Bi + Bi</p>	2028 - 2031
<p>Эксперимент в пучке поляризованных дейтронов с энергией 3.0 – 4.5 AGeV</p> <p>Реакции: d ↑ + p (LH) → Λ (VM) + X</p>	2027 – 2031 (при наличии пучка дейтронов↑)

Медленный вывод пучка из Нуклотрона на BM@N,

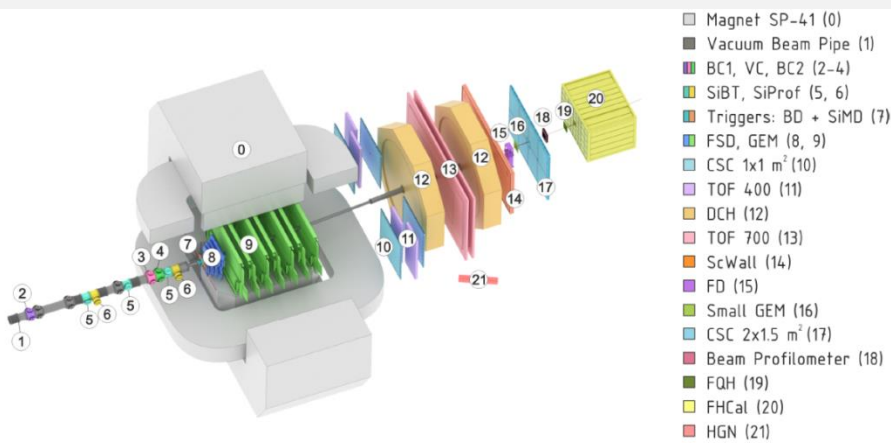
В 2023 году реализована Стадия I проекта NICA в экспериментах на выведенных пучках BM@N

Зарегистрировано более 500 миллионов взаимодействий пучка Xe(124) с энергией 3.8А ГэВ на мишени CsI (<130>) за 1 месяц работы ускорительного комплекса (2023 г.)



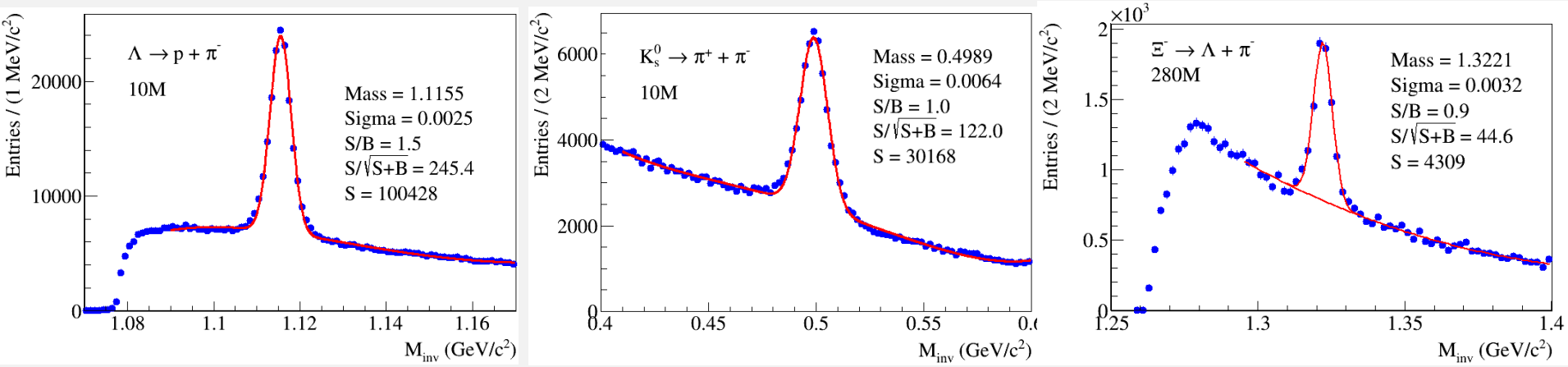
Статья по BM@N детектору NIMA 1065, 169532 (2024)

Данные измерений вершинных событий детектором BM@N.



Зарегистрировано более 1,2 миллиарда взаимодействий пучка Xe(124) с энергией 2.2А ГэВ на мишени Sn(124) за две недели работы ускорительного комплекса (Февраль, 2026 г.). Скорость набора статистики увеличена в 4 раза за счет увеличения в 2,5 раза длительности импульса вывода пучка и в 1,5 раза более стабильной работы комплекса (68% работа на эксперимент, 15%-настройка пучка, 17%-отказ оборудования).

BM@N: исследование образования гиперонов, мезонов и ядерных фрагментов в плотной барионной материи



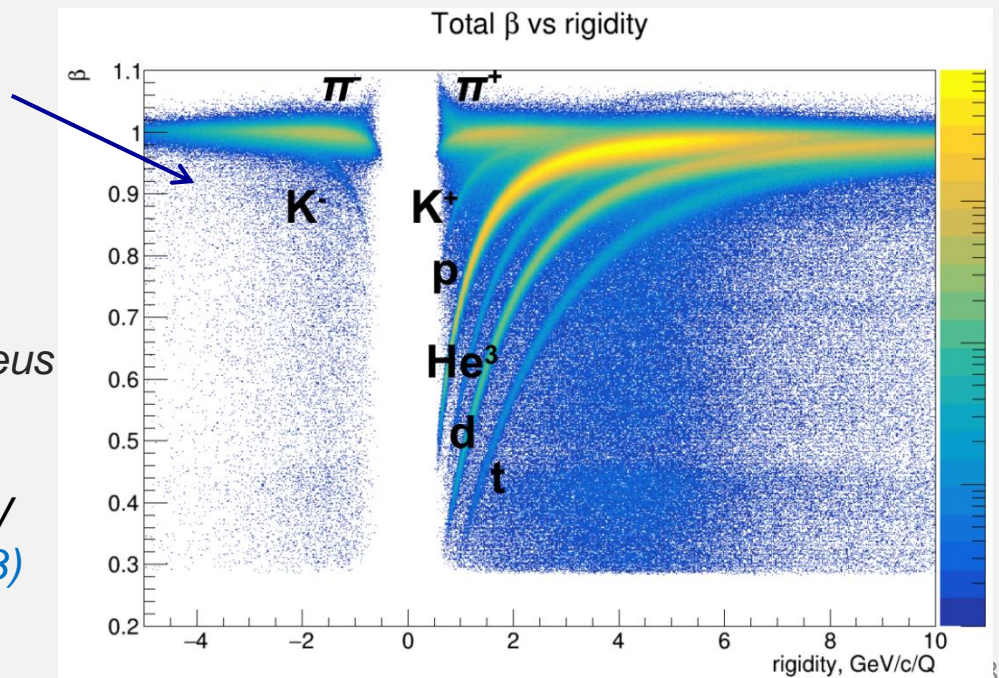
На полной статистике 500 млн. взаимодействий Xe+Csl: 6.7M Λ , 2.8M K_S^0 , 4300 Ξ^-

Идентификация заряженных мезонов, протонов, легких ядерных фрагментов по времени пролета

Первые физические результаты BM@N:

Production of p, d, t in 3.2 AGeV argon-nucleus interactions, [JHEP 2025 \(2025\) 95](#)

Production of π^+ and K^+ mesons in 3.2 AGeV argon-nucleus interactions, [JHEP 2023 \(2023\) 174](#)



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

BM@N project